



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Taiane Aparecida Santos Torres

**MECANISMO GERENCIAL PARA REDUÇÃO DE ATIVIDADES QUE  
CONSOMEM RECURSOS, MAS NÃO AGREGAM VALOR EM OBRAS DE  
PAREDES DE CONCRETO**

São Cristóvão/SE  
Abril de 2024

Taiane Aparecida Santos Torres

**MECANISMO GERENCIAL PARA REDUÇÃO DE ATIVIDADES QUE  
CONSOMEM RECURSOS, MAS NÃO AGREGAM VALOR EM OBRAS DE  
PAREDES DE CONCRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Débora de Gois Santos

São Cristóvão/SE  
Abril de 2024

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

T693m      Torres, Taiane Aparecida Santos.  
Mecanismo gerencial para redução de atividades que  
consomem recursos, mas não agregam valor em obras de  
paredes de concreto / Taiane Aparecida Santos Torres;  
orientadora Débora de Gois Santos. – São Cristóvão, SE, 2024.  
130 f.: il.

Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade  
Federal de Sergipe, 2024.

1. Engenharia civil. 2. Indústria de construção civil - Administração.  
3. Valor econômico adicionado. 4. Controle de perdas. 5. Construção  
de concreto. I. Santos, Débora de Gois, orient. II. Título.

CDU 624.01

Taiane Aparecida Santos Torres

**MECANISMO GERENCIAL PARA REDUÇÃO DE ATIVIDADES QUE  
CONSUMEM RECURSOS, MAS NÃO AGREGAM VALOR EM OBRAS DE  
PAREDES DE CONCRETO**

Exame de defesa avaliado em: 12/04/2024



Documento assinado digitalmente

**DEBORA DE GOIS SANTOS**

Data: 21/05/2024 18:51:20-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professora Doutora Débora de Gois Santos

Orientadora – PROEC/UFS



Documento assinado digitalmente

**PEDRO VITOR SOUSA RIBEIRO**

Data: 24/05/2024 17:10:41-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professor Doutor Pedro Vitor Sousa Ribeiro

Examinador Interno – PROEC/UFS



Documento assinado digitalmente

**TATIANA GONDIM DO AMARAL**

Data: 22/05/2024 16:28:16-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professora Doutora Tatiana Gondim do Amaral

Examinadora Externa – PROFIAP/PPGEP/UFG

São Cristóvão, SE  
Abril de 2024

“Pois vos é necessária a perseverança para fazerdes a vontade de Deus e alcançardes os bens prometidos.” (Hebreus 10, 36)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me permitir viver o mestrado, por me lembrar dos meus sonhos, não deixá-los morrer e renovar as minhas forças diante de dias difíceis.

À Nossa Senhora por ser reflexo de calma, confiança, obediência e entrega, que tanto me ajudaram a enfrentar essa jornada.

À minha mãe Maria, meu pai Erivaldo, minha irmã Rita e meu irmão Elrian, por serem sempre por nós, e por não medirem esforços para concretização dos meus sonhos.

A meu primo Herbert Thiago, figura importante para que eu aceitasse mais esse desafio.

À Lúcia, por me acolher em sua casa no início dessa caminhada.

À minha orientadora Débora de Gois, pelas orientações, conhecimento compartilhado, paciência e por me inserir em contextos enriquecedores à minha carreira profissional.

À Pamella Teodósio, minha companheira de linha de pesquisa, por toda a parceria e por tantas experiências juntas partilhadas ao longo desse ciclo. Por meio dela estendo esse agradecimento aos membros do meu grupo de pesquisa e a todas as pessoas que cruzaram meu caminho no decorrer do mestrado, que de uma forma ou de outra ajudaram a tornar essa trajetória mais leve e rica em conhecimento.

À Rainara e a Henrique que desde a graduação me acompanham e dividem mais de perto os anseios iniciais da vida acadêmica e profissional.

À Anna Cristina, minha ex-orientadora de TCC, pois foi quem primeiro me incentivou a ingressar no mestrado e prolongo esse agradecimento a Herbert Melo meu ex-coorientador de TCC, pois junto à Anna, contribuiu para que eu trilhasse a área de gestão da construção.

Ao meu grupo de oração, Legião de Maria, pela escuta pronta e palavras de motivação diante de todo o processo.

Às empresas construtoras e a todos os colaboradores que se disponibilizaram a participar dessa pesquisa.

À banca examinadora, na pessoa do Professor Dr. Pedro Vitor Sousa Ribeiro e a Professora Dra. Tatiana Gondim do Amaral, por todas as contribuições ao longo da construção deste trabalho.

Por fim, mas não menos, agradeço ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PROEC, pelas possibilidades e suporte oferecido.

## RESUMO

A facilitação no crédito imobiliário tem impulsionado a indústria construtiva, entretanto as perdas ainda perseguem o setor, conjuntura que, junto à forte competitividade entre empresas construtoras, têm levado as empresas a buscarem novos mecanismos que contemplem um panorama com menos perdas e apresente melhores vantagens competitivas. Dentre esses métodos está a adoção da construção enxuta, que por meio de práticas enxutas, como as boas práticas e as atividades facilitadoras, tem corroborado com a continuidade dos processos, reduzindo as perdas. Além disso, a escolha por sistemas mais racionalizados tem despontado no mercado atual e se somado ao *lean*, para redução de atividades que não agregam valor nos canteiros de obras. Observa-se que muitos estudos têm sido feitos acerca das perdas no setor, mas de forma muito pontual, carecendo de um mecanismo que possa abranger de forma mais geral a problemática apontada. Assim, esta pesquisa buscou estabelecer um mecanismo gerencial para a explicitação de boas práticas enxutas e ou de atividades facilitadoras, de modo a reduzir atividades que consomem recursos, mas não agregam valor em obras de paredes de concreto. Um estudo de caso múltiplo foi realizado para a comprovação dos fatos. Os passos que regem a consolidação da pesquisa iniciaram por um mapeamento dos sistemas de construtivos empregados no município de Aracaju, Sergipe, seguido pela determinação do nível de maturidade no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local (PCML), definição do processo prioritário, agrupamento de práticas enxutas, em um banco de dados, e aplicação de um jogo didático. A etapa inicial apontou um avanço do sistema racionalizado no município, com 16 obras, dentre 20 mapeadas, empregando o sistema. A aplicação de questionários destinados à especialistas em gestão da construção, e a quem melhor conhece e domina o processo construtivo, a equipe de campo, revelou um nível de maturidade alto no sistema PCML, aproximando-se do maduro. Foram determinados três processos construtivos como prioritários, montagem das fôrmas, concretagem e armação, para os quais foram propostas o emprego de práticas enxutas, de modo a evitar as atividades sem valor agregado. As visitas às obras revelaram como causa principal o uso de equipamentos e ferramentas, e como maior impacto o retrabalho. Utilizar atividades facilitadoras de conferência do trabalho, preparação do trabalho e projeto, foram apontadas como solução que deveriam ser empregadas para evitar as perdas identificadas. Por meio da aplicação do jogo, foi possível detectar pontos frágeis no processo, que podem ser mais suscetíveis a descontinuidades dos fluxos de trabalho. Um meio para controle de perdas em processos prioritários foi sugerido e um melhor relacionamento entre academia e a indústria da construção, a fim garantir a eficiência promovida pelas transformações ocorridas no setor ao longo dos anos.

**Palavras-chave:** Atividades que não agregam valor; Práticas enxutas; Continuidade dos processos; Paredes de concreto.

## ABSTRACT

The easing of real estate credit has propelled the construction industry forward. However, losses still plague the sector, a situation compounded by fierce competition among construction companies, leading them to seek new mechanisms that address a landscape with fewer losses and offer better competitive advantages. Among these methods is the adoption of lean construction, which, through lean practices such as best practices and facilitating activities, has supported the continuity of processes, reducing losses. Additionally, the trend towards more rationalized systems has emerged in the current market and has been integrated into lean principles to minimize non-value-adding activities on construction sites. It is noted that many studies have been conducted on losses in the sector, but in a very piecemeal manner, lacking a mechanism that can comprehensively address the issues raised. Therefore, this research sought to establish a managerial mechanism for the explicit delineation of lean best practices and/or facilitating activities, to reduce resource-consuming activities that do not add value to concrete wall construction projects. A multiple case study was conducted to validate the findings. The steps governing the consolidation of the research began with mapping the construction systems used in the municipality of Aracaju, followed by determining the maturity level in the on-site cast-in-place concrete wall construction system, defining the priority process, grouping lean practices in a database, and applying a game. The initial stage indicated an advancement of the rationalized system in the municipality, with 16 out of 20 surveyed projects employing the system. Questionnaires administered to construction management specialists, and those with a better understanding and mastery of the construction process, revealed a high maturity level in the PCML system, nearing maturity. Three construction processes were determined as priorities—formwork assembly, concreting, and reinforcement—for which the use of lean practices was proposed to eliminate non-value-adding activities. Site visits revealed that the major contributing factor to the occurrence of such activities in the analyzed projects was equipment and tools, with rework having the greatest impact. The non-utilization or inefficient utilization of facilitating activities for work inspection, preparation, and design were identified as solutions that should be implemented to avoid the identified losses. Through the application of the game, it was possible to detect weak points in the process that may be more susceptible to workflow disruptions. A means for controlling losses in priority processes was suggested, and a closer relationship between academia and the construction industry was proposed to ensure the efficiency fostered by the changes that have occurred in the sector over the years.

**Keywords:** Non-value-adding activities; Lean practices; Process continuity; Concrete walls.

## SUMÁRIO

|                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1INTRODUÇÃO .....</b>                                                                 | <b>16</b> |
| <b>1.1 Justificativa .....</b>                                                           | <b>18</b> |
| <b>1.2 Problema de pesquisa.....</b>                                                     | <b>18</b> |
| <b>1.3 Pressuposto.....</b>                                                              | <b>20</b> |
| <b>1.4 Objetivos.....</b>                                                                | <b>20</b> |
| 1.4.1 <i>Objetivo geral.....</i>                                                         | 20        |
| 1.4.2 <i>Objetivos específicos.....</i>                                                  | 21        |
| <b>2PESQUISA BIBLIOMÉTRICA .....</b>                                                     | <b>22</b> |
| <b>2.1 Procedimentos metodológicos .....</b>                                             | <b>22</b> |
| <b>2.2 Resultados da pesquisa bibliométrica.....</b>                                     | <b>24</b> |
| <b>3REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                                                      | <b>32</b> |
| <b>3.1 Construção enxuta.....</b>                                                        | <b>32</b> |
| <b>3.2 Boas práticas .....</b>                                                           | <b>35</b> |
| <b>3.3 Atividades facilitadoras .....</b>                                                | <b>37</b> |
| <b>3.4 O papel dos jogos didáticos na adoção da Construção Enxuta nas empresas .....</b> | <b>41</b> |
| <b>3.5 Paredes de concreto moldadas no local .....</b>                                   | <b>44</b> |
| 3.5.1 <i>Aspectos Gerais.....</i>                                                        | 45        |
| 3.5.2 <i>Breve Histórico .....</i>                                                       | 46        |
| 3.5.3 <i>Etapas Principais do PCML .....</i>                                             | 47        |
| <b>4MÉTODO DE PESQUISA .....</b>                                                         | <b>54</b> |
| <b>4.1 Enquadramento metodológico .....</b>                                              | <b>54</b> |
| <b>4.2 Delineamento da pesquisa.....</b>                                                 | <b>55</b> |
| <b>4.3 Descrição das fases da pesquisa .....</b>                                         | <b>57</b> |
| 4.3.1 <i>Mecanismo gerencial .....</i>                                                   | 57        |
| 4.3.1.1 <i>Estudo de caso múltiplo .....</i>                                             | 60        |
| a) <i>Mapeamento de obras de parede de concreto em execução .....</i>                    | 60        |
| b) <i>Matriz de maturidade .....</i>                                                     | 61        |
| c) <i>Seleção de processos prioritários .....</i>                                        | 65        |
| d) <i>Banco de dados de práticas enxutas .....</i>                                       | 66        |
| e) <i>Instrumentos adjacentes à coleta de dados .....</i>                                | 67        |
| f) <i>Aplicação do jogo .....</i>                                                        | 68        |
| 4.3.1.2 <i>Tratamento dos dados.....</i>                                                 | 70        |
| <b>5RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                                                    | <b>71</b> |
| <b>5.1 Mapeamento dos processos construtivos.....</b>                                    | <b>71</b> |
| <b>5.2 Nível de maturidade de práticas enxutas no sistema PCML.....</b>                  | <b>73</b> |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.3 Processos prioritários.....</b>                                                          | <b>82</b>  |
| <b>5.4 Implementação de práticas enxutas segundo os processos prioritários .....</b>            | <b>84</b>  |
| <b>5.5 Categorizar práticas enxutas por processos prioritários.....</b>                         | <b>89</b>  |
| <b>5.6 Comparação de cenários fictício e real.....</b>                                          | <b>90</b>  |
| <b>6 CONCLUSÃO .....</b>                                                                        | <b>98</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                        | <b>101</b> |
| <b>APÊNDICE A –PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO DE TRABALHOS DE MAIOR<br/>ADERÊNCIA COM O TEMA .....</b> | <b>110</b> |
| <b>APÊNDICE B – SÍNTESE DAS ATIVIDADES METODOLÓGICAS.....</b>                                   | <b>117</b> |
| <b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS ESPECIALISTAS .....</b>                              | <b>118</b> |
| <b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DESTINADO À EQUIPE DE CAMPO .....</b>                              | <b>122</b> |
| <b>APÊNDICE E – SELEÇÃO DOS PROCESSOS PRIORITÁRIOS.....</b>                                     | <b>124</b> |
| <b>APÊNDICE F – BANCO DE PRÁTICAS ENXUTAS .....</b>                                             | <b>125</b> |
| <b>APÊNDICE G – QUESTIONAMENTO ANTES E PÓS JOGO .....</b>                                       | <b>127</b> |
| <b>APÊNDICE H – LISTA DE BOAS PRÁTICAS ENXUTAS IDENTIFICADAS .....</b>                          | <b>128</b> |
| <b>ANEXO A – PRINCIPAIS INFORMAÇÕES DO JOGO.....</b>                                            | <b>130</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Etapas da pesquisa bibliométrica .....                                                                                                                                        | 24 |
| <b>Figura 2.</b> Panorama dos termos da pesquisa no contexto da Construção Civil.....                                                                                                          | 24 |
| <b>Figura 3.</b> Quantitativo de publicações por base de dados .....                                                                                                                           | 25 |
| <b>Figura 4.</b> Painel geral por local de publicação .....                                                                                                                                    | 26 |
| <b>Figura 5.</b> Evolução do número de publicações ao longo dos anos.....                                                                                                                      | 27 |
| <b>Figura 6.</b> Nuvem de palavras produzida a partir das palavras-chave dos trabalhos<br>selecionados.....                                                                                    | 28 |
| <b>Figura 7.</b> Palavras-chave por base de dados .....                                                                                                                                        | 29 |
| <b>Figura 8.</b> Identificação das estratégias de pesquisa .....                                                                                                                               | 30 |
| <b>Figura 9.</b> Modelos de processamento <i>Lean Construction</i> .....                                                                                                                       | 33 |
| <b>Figura 10.</b> Visão de um processo de conversão convencional .....                                                                                                                         | 33 |
| <b>Figura 11.</b> Momento para implantação das atividades facilitadoras .....                                                                                                                  | 38 |
| <b>Figura 12.</b> Mapa conceitual com inter-relações entre os conceitos <i>making-do</i> , atividades<br>facilitadoras e trabalho e inacabado, bem como suas categorias e classificações ..... | 39 |
| <b>Figura 13.</b> Pré-condições de uma tarefa de construção .....                                                                                                                              | 39 |
| <b>Figura 14.</b> Evolução histórica do sistema PCML no decorrer dos anos.....                                                                                                                 | 47 |
| <b>Figura 15.</b> Preparação de Fundação para sistema PCML (radier).....                                                                                                                       | 48 |
| <b>Figura 16.</b> Montagem da armadura .....                                                                                                                                                   | 49 |
| <b>Figura 17.</b> Preparação para instalações elétricas .....                                                                                                                                  | 50 |
| <b>Figura 18.</b> Preparação para instalações hidrossanitárias .....                                                                                                                           | 50 |
| <b>Figura 19.</b> Fôrma para parede de concreto do tipo metálica .....                                                                                                                         | 51 |
| <b>Figura 20.</b> Travamento das fôrmas metálicas.....                                                                                                                                         | 51 |
| <b>Figura 21.</b> Concretagem .....                                                                                                                                                            | 52 |
| <b>Figura 22.</b> Aspecto da parede pós-desfôrma .....                                                                                                                                         | 52 |
| <b>Figura 23.</b> Etapas da pesquisa baseada no <i>Design Science Research</i> .....                                                                                                           | 56 |
| <b>Figura 24.</b> Macrofluxo da estruturação do mecanismo gerencial.....                                                                                                                       | 59 |
| <b>Figura 25.</b> Estrutura geral do CMI3 .....                                                                                                                                                | 62 |
| <b>Figura 26.</b> Representação geral do modelo proposto baseado no CMI3.....                                                                                                                  | 63 |
| <b>Figura 27.</b> Estrutura de aplicação de pesos e notas .....                                                                                                                                | 63 |
| <b>Figura 28.</b> Níveis de maturidade usados no CMI3 .....                                                                                                                                    | 65 |
| <b>Figura 29.</b> Print da interface principal do jogo.....                                                                                                                                    | 69 |
| <b>Figura 30.</b> Distribuição por sistema construtivo.....                                                                                                                                    | 71 |

|                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 31.</b> Distribuição de PCML por zona .....                                                                                                                                                                                                     | 71 |
| <b>Figura 32.</b> Panorama da distribuição de sistemas construtivos no município de Aracaju .....                                                                                                                                                         | 72 |
| <b>Figura 33.</b> Percentual da amostragem participante .....                                                                                                                                                                                             | 75 |
| <b>Figura 34.</b> Estágio do uso de práticas-chave .....                                                                                                                                                                                                  | 76 |
| <b>Figura 35.</b> Comparativo entre a capacidade máxima e alcance real obtido .....                                                                                                                                                                       | 77 |
| <b>Figura 36.</b> Conjunto de situações com conflito espacial .....                                                                                                                                                                                       | 77 |
| <b>Figura 37.</b> Alcance das recomendações-chave .....                                                                                                                                                                                                   | 80 |
| <b>Figura 38.</b> Recorte do grau de importância, correlacionados aos critérios e subprocessos.....                                                                                                                                                       | 83 |
| <b>Figura 39.</b> Exemplo de ciclo de montagem de fôrmas .....                                                                                                                                                                                            | 84 |
| <b>Figura 40.</b> Percentual do tipo de perda por empresa .....                                                                                                                                                                                           | 85 |
| <b>Figura 41.</b> Percentual geral do tipo de perda PCML .....                                                                                                                                                                                            | 85 |
| <b>Figura 42.</b> Causas de perdas PCML .....                                                                                                                                                                                                             | 86 |
| <b>Figura 43.</b> Impactos das perdas PCML .....                                                                                                                                                                                                          | 88 |
| <b>Figura 44.</b> Percentual por categoria de atividades facilitadoras que poderiam ser<br>implementadas.....                                                                                                                                             | 88 |
| <b>Figura 45.</b> Intersecção entre práticas enxutas aplicadas no jogo e em campo .....                                                                                                                                                                   | 92 |
| <b>Figura 46.</b> Avaliação do jogador .....                                                                                                                                                                                                              | 93 |
| <b>Figura 47.</b> Meio para controle de perdas em processos prioritários.....                                                                                                                                                                             | 94 |
| <b>Figura 48.</b> Mapa conceitual com inter-relações entre os conceitos <i>making-do</i> , atividades<br>facilitadoras e trabalho e inacabado, bem como suas categorias e classificações e meio para<br>controle de perdas em processos prioritários..... | 95 |
| <b>Figura 49.</b> Pontuação de discentes <i>versus</i> pontuação profissional .....                                                                                                                                                                       | 96 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1.</b> Evolução de <i>strings</i> .....                                                                       | 23 |
| <b>Quadro 2.</b> Visão geral dos problemas relacionados às peculiaridades construtivas e soluções correspondentes ..... | 34 |
| <b>Quadro 3.</b> Abordagem das boas práticas por diferentes autores .....                                               | 36 |
| <b>Quadro 4.</b> Síntese de atributos e situações oportunizadas pela aplicação de jogos .....                           | 44 |
| <b>Quadro 5.</b> Comparativo entre sistemas construtivos mais usuais .....                                              | 45 |
| <b>Quadro 6.</b> Destaque dos resultados de alguns estudos .....                                                        | 57 |
| <b>Quadro 7.</b> Estrutura de aplicação de pesos e notas .....                                                          | 64 |
| <b>Quadro 8.</b> Critérios da seleção dos processos prioritários .....                                                  | 66 |
| <b>Quadro 9.</b> Caracterização das obras .....                                                                         | 73 |
| <b>Quadro 10.</b> Resumo das características dos especialistas .....                                                    | 74 |
| <b>Quadro 11.</b> Práticas enxutas propostas para os processos prioritários .....                                       | 89 |
| <b>Quadro 12.</b> Boas práticas inseridas no jogo .....                                                                 | 91 |
| <b>Quadro 13.</b> Atividades facilitadoras inseridas no jogo .....                                                      | 91 |
| <b>Quadro 14.</b> Práticas enxutas inseridas no jogo .....                                                              | 93 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Atribuição de pesos por especialistas .....         | 74 |
| <b>Tabela 2.</b> Resumo da obtenção da maturidade global .....       | 76 |
| <b>Tabela 3.</b> Resumo da obtenção da maturidade da empresa X ..... | 78 |
| <b>Tabela 4.</b> Resumo da obtenção da maturidade da empresa Y ..... | 79 |
| <b>Tabela 5.</b> Resumo da obtenção da maturidade da empresa Z.....  | 79 |
| <b>Tabela 6.</b> Classificação dos processos prioritários .....      | 82 |

## LISTA DE SIGLAS

|          |                                                                                   |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ABRECON  | Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição |
| BDTD     | Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações                             |
| CAPES    | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior                       |
| CBIC     | Câmara Brasileira da Indústria da Construção                                      |
| CE       | Construção Enxuta                                                                 |
| CEP      | Comitê de Ética em Pesquisa                                                       |
| CIM3     | <i>Construction Industry Macro Maturity Model</i>                                 |
| DS       | <i>Design Science</i>                                                             |
| ENEGEP   | Encontro Nacional de Engenharia de Produção                                       |
| ENTAC    | Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído                            |
| FJP      | Fundação João Pinheiro                                                            |
| HIS      | Habitação de Interesse Social                                                     |
| IGLC     | <i>International Group for Lean Construction</i>                                  |
| LC       | <i>Lean Construction</i>                                                          |
| ODS      | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável                                          |
| PCML     | Parede de Concreto Moldada no Local                                               |
| RCD      | Resíduos da Construção e Demolição                                                |
| SBQP     | Simpósio Brasileiro da Qualidade do Projeto no Ambiente Construído                |
| SIBRAGEC | Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção                            |
| STP      | Sistema Toyota de Produção                                                        |

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção vem apresentando uma performance econômica significativa nos últimos anos. O desempenho otimista, evidenciado pelo mercado imobiliário e a demanda habitacional, contribuiu para a previsão de crescimento do setor em 2,5% para 2023 (CBIC, 2022a), e embora o cenário desejado, deva ser reconsiderado, pressupondo queda de 0,5% ao final do decorrente ano, vislumbra-se um horizonte otimista para 2024, com uma expectativa de crescimento em 1,3% (CBIC, 2023b).

A atuação positiva da construção foi capaz de superar até um contexto incomum, a ocorrência da pandemia da Covid-19. Contudo, essa grande área, ainda precisa ultrapassar a barreira das perdas<sup>12</sup>/desperdícios<sup>3</sup> que seguem interferindo no seu desenvolvimento (CBIC, 2022b). Segundo a representante institucional mencionada, estudos tem confirmado que dentre as causas que levam à desvios de custo e prazo, essa barreira a ser vencida, corresponde a uma parcela considerável. Associada às perdas significativas, à baixa produtividade, o retrabalho, resultantes de atividades que não agregam valor<sup>4</sup> embutidos aos processos convencionais, influenciam de forma negativa no cenário construtivo (Power; Sinnott; Lynch, 2021).

Diante dessa adversidade, caminhos contrários vêm sendo adotados por algumas empresas. A *Lean Construction* se revela como uma filosofia aliada, buscando melhor tratar as perdas/desperdícios inerentes da construção (CBIC, 2022b). Dessa forma, a filosofia *lean* passou a ser empregada no âmbito construtivo objetivando a eficiência (Solaimani; Sedighi, 2020), uma vez que maximiza as atividades que agregam valor (Koskela, 1992).

Estudo (Costa; Rola; Azevedo, 2009), revela a filosofia *lean* como uma contribuinte potencial no atendimento aos critérios competitivos. Fator importante, considerando que motivado pelo aumento da competitividade, o setor sofre mudanças significativas na estrutura gerencial das organizações (Freitas, 1995). Na tentativa de ter um diferencial e abranger maior número de clientes, a lista de atributos competitivos considerados e adotados pelas empresas no mercado de empreendimentos residenciais vem crescendo (Barros Neto; Fensterseifer; Formoso, 2003).

---

<sup>1</sup> “Qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação” (Bogado, 1998, p. 16).

<sup>2</sup> As perdas podem ser físicas (desperdício de materiais) e não físicas (quando tem relação com mão de obra e equipamentos) (Ayalew; Dakhli; Lafhaj, 2018).

<sup>3</sup> O desperdício está embutido nas perdas. Este decorre de um processo com baixa qualidade, e repercute no aumento de preço e ineficiência na qualidade do produto final (Bogado, 1998).

<sup>4</sup> Esforço ou recurso empregado além da quantidade necessária (Freitas, 1995)

Além da eficiência, outros critérios competitivos como a qualidade, o prazo, a flexibilidade, a inovação e os serviços, vêm sendo cotados. Essa extensão acaba exigindo que as empresas estejam abertas a adaptações, que devem ocorrer desde o processo de produção até às necessidades de clientes internos e externos (Barros Neto; Fensterseifer; Formoso, 2003).

Segundo o Núcleo de paredes de concreto (2023b), o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local tem se mostrado favorável à competitividade por inovação exigida mediante a essa nova roupagem da construção. Wendler (2012), cita que o sistema apresenta ainda características como, qualidade, terminalidade, economia, sustentabilidade na redução de resíduos. Particularidades essas que são de grande interesse, tanto para a sociedade, quanto para a indústria construtiva e sobretudo para o meio ambiente.

Conforme revela a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - ABRECON (2022), o Brasil produz mais de 100 milhões de toneladas de Resíduos da Construção e Demolição (RCD). Como contribuinte para todo esse cenário, está a construção de habitações de interesse social<sup>5</sup> (HIS) que se intensificou nos últimos anos (Custódio; David; Barata, 2021).

A intensificação na construção de habitações está atrelada à facilidade no crédito imobiliário, que também tem contribuído para a redução do déficit habitacional (Vieira; Silva; Goliath, 2021). Segundo a CBIC (2023a), a mais de uma década este mantém-se no mesmo cenário. Em 2019, de acordo com dados da Fundação João Pinheiro (FJP, 2021), o déficit foi estimado em 5,876 milhões de domicílios, estando o Nordeste na segunda posição, 9,2%. De acordo com a Fundação, essa ocorrência associa-se com mais eminência, ao ônus excessivo do aluguel urbano, seguido das habitações precárias.

No Brasil, a média estimada em 2010 era em mais de 40% de populações vivendo em assentamentos precários, informais e ou residências inadequadas (ODS, 2023). Uma das ações de combate nesse sentido são os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Dentre as diretrizes estabelecidas no ODS de número onze há como meta até 2030 garantir o acesso de todos à moradia digna, adequada e a preço acessível (ONU, 2023).

Assim, a demanda habitacional e as vantagens competitivas e sustentáveis exibidas pelo sistema construtivo de paredes de concreto, contribuíram para o emprego desta técnica (Vieira; Silva; Goliath, 2021). Contudo, mesmo diante das vantagens oferecidas, este método está

---

<sup>5</sup> A expressão habitação de interesse social (HIS) é empregada para se referir a várias soluções em contextos habitacionais, destinadas à população de baixa renda (IBGE, 2020). Dentre o emprego análogo ao termo HIS, pode-se citar: “habitação popular: termo genérico envolvendo todas as soluções destinadas ao atendimento de necessidades habitacionais” (Abiko, 1995 apud IBGE, 2020 p. 101).

suscetível à variabilidade (Cruz, 2017; Cruz; Santos; Mendes, 2018). Esta intercorrência, provoca interrupções nos processos, acarretando a necessidade de reposição de recursos e perdas (Bulhões, 2009).

As boas práticas se inserem nesse contexto, evitando interrupções nos processos construtivos, contendo assim eventos que provoquem perdas (Santos; Santos, 2015). Pode-se inferir que a busca por melhorias nos sistemas gerenciais de empresas construtoras passa pela adoção de técnicas enxutas em seu modo de produção, o que permitirá o reconhecimento das atividades que não agregam valor, para assim contê-las (Santos; Santos, 2015), devendo os envolvidos no ambiente construtivo estar atentos às vantagens gerenciais que as atividades que facilitam o trabalho podem oferecer (Mesquita, 2014).

Mediante a contextualização discorrida acima, este trabalho busca melhor estudar esse método construtivo, a fim de observar pontos suscetíveis a interrupções do serviço, que poderiam ser evitadas por meio do emprego de boas práticas e ou atividades facilitadoras. Dessa forma, acredita-se ser capaz de aproximar-se de um contexto desejado a muito tempo, ou seja, de obras sendo entregues dentro do prazo, trabalhos sem grandes interrupções, ganhos de produtividade, menor ocorrência de retrabalhos e consequente redução de perdas de materiais, tornando a gestão da construção mais assertiva, resultando em ganhos para a indústria construtiva, para o cliente e para o meio ambiente.

### **1.1 Justificativa**

A identificação de atividades que não agregam valor, bem como a implementação de atividades que facilitem o trabalho nos canteiros de obras, aproxima a indústria da construção de um ambiente enxuto, que tem como principal intenção a eliminação das perdas. Além disso, a abordagem que rege este trabalho, permite reconhecer o nível de maturidade de práticas enxutas e o ponto de vista dos envolvidos quanto a essas práticas, mediante sistemas construtivos racionalizados, podendo tornar o seu emprego mais viável.

### **1.2 Problema de pesquisa**

A indústria da construção civil apresenta peculiaridades, tais como, se tratar de um produto único, ter o próprio canteiro de obras como o local da produção, organização temporária, dependência da aprovação de órgãos regulamentadores, que tendem a tornar o cumprimento dos seus processos um pouco mais complexos, se comparado a outras indústrias.

Soma-se a esse revés a cultura tradicional enraizada que motiva atrasos, baixa produtividade, retrabalho, sintetizando, resultando em perdas significativas para o setor.

A passos lentos, conduzida pela competitividade que cerca o setor e pela demanda habitacional, novas conjunturas construtivas vêm ganhando espaço no mercado, mas algumas falhas ainda persistem na construção civil, como as interrupções das tarefas, contribuindo com a ocorrência de atividades que não agregam valor ao produto ou ao processo.

Verifica-se na literatura que não há uma disseminação do conhecimento tácito a respeito das perdas. Conforme observado por Santos *et al.* (2012), até há o conhecimento de práticas que contribuem para a continuidade do trabalho por parte de profissionais do âmbito construtivo, mas essas ficam muito restritas a si mesmas. Como divulgado pelos autores, essa falta de formalização acaba interferindo na eliminação de restrições. Equitativamente, pode-se falar acerca da implementação *Lean*, visto que, de acordo com Mourão (2023), embora o conhecimento a respeito dessa nova filosofia de produção seja bem explorado, os meios de torná-la efetiva no âmbito profissional que são apontados pela literatura ainda é baixo. Conforme reitera o autor, um caminho crucial, para alcançar a transição *Lean*, está na mudança das pessoas.

À vista disso, são observados estudos isolados, com levantamento de atividades, proposição de métricas, mas de forma pontual, nota-se a ausência de uma consolidação de forma global para a sociedade construtiva e, assim, verifica-se que “as atividades que não agregam valor” acabam se infiltrando dentro dos processos, por mais industrializados que esses sejam.

A correção das falhas reproduzidas pela indústria construtiva tende a reduzir as atividades que não agregam valor, que compreendem o conjunto de perdas, movimentação, transporte, estoque, espera, retrabalho, inspeção, *making-do*. Trabalhos encontrados na fase de pesquisa bibliométrica como o de Grosskopf (2013), indicam que a incorporação de boas práticas pode reduzir as perdas. Da mesma forma, confirmam que as atividades que não agregam valor chegam a mais da metade de todas as atividades em um projeto (Daniel *et al.*, 2019; Nassri *et al.*, 2023).

Além de trabalhos que revelaram, realidades isoladas encontradas no contexto construtivo, a pesquisa bibliométrica de modo geral, indicou uma lacuna de conhecimento acerca dos termos empregados em conjunto, como: construção enxuta, boas práticas e atividades facilitadoras nos limites da gestão da construção, enxergando aqui uma lacuna que indica a necessidade de maiores estudos.

Acredita-se que, por meio do emprego de práticas enxutas<sup>6</sup>, é possível progredir quanto ao problema evidenciado, o que consequentemente sugere um cenário com menos atrasos, menos retrabalho, menos perdas de materiais e melhor produtividade. Dito isto, a pergunta norteadora que rege este estudo é: o estabelecimento de um mecanismo protocolado dentro da gestão da construção é capaz de levar ao reconhecimento de atividades que consomem recursos, mas não agregam valor em obras de parede de concreto e contribuem para a sua redução?

### **1.3 Pressuposto**

Observando as inquietações dispostas por alguns autores mediante a realização da pesquisa bibliométrica, bem como a ausência de estudos em sistemas construtivos de paredes de concreto, o pressuposto considerado diante da problemática levantada é que as vantagens já oferecidas pelo sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, à identificação de atividades que estejam consumindo recursos, mas não estejam agregando valor na obra, bem como a implementação de práticas enxutas diante desse contexto, podem contribuir com a continuidade dos processos, cumprimento do tempo, redução de retrabalho e consequentemente redução de perdas de materiais.

Presume-se então que o estabelecimento de um mecanismo (protocolo de trabalho) seja importante para contribuir com a continuidade das tarefas executadas para a conclusão de determinado processo construtivo, ou seja, quando o mecanismo colabora para identificar as atividades que não agregam valor, implementar práticas para evitar a sua ocorrência e levar os envolvidos no processo a reconhecer e ou conhecer o próprio processo considera-se que o instrumento atendeu ao seu objetivo.

### **1.4 Objetivos**

#### *1.4.1 Objetivo geral*

O objetivo geral da pesquisa consiste em estabelecer um mecanismo gerencial para a explicitação e disseminação de boas práticas enxutas e ou de atividades facilitadoras aplicadas em canteiros de obras, de modo a reduzir atividades que consomem recursos, mas não agregam valor em obras de paredes de concreto.

---

<sup>6</sup> Considera-se aqui práticas enxutas boas práticas que são utilizadas na construção enxuta. Em geral o termo “boa prática” é utilizado em diferentes áreas de conhecimento para expressar práticas-chaves, realizadas por experts que vislumbraram uma forma mais rápida de executar determinada tarefa. A exemplo dos pontos-chaves citados no livro de Liker e Meyer (2008), ao tratar de bons exemplos de práticas enxutas.

#### *1.4.2 Objetivos específicos*

- Identificar o grau de maturidade de gerentes de obras no uso de boas práticas enxutas e ou atividades facilitadoras.
- Apontar processos chaves considerados prioritários no sistema construtivo de paredes de concreto para a sua adequada conclusão.
- Indicar momentos adequados dentro da execução do processo construtivo onde podem ser empregadas as boas práticas e ou atividades facilitadoras nas etapas construtivas da parede de concreto, ou mesmo onde se devem fazer correções.
- Categorizar as práticas enxutas por processo prioritário de modo a evitar interrupções nos processos.
- Confrontar o cenário real (canteiro de obras das obras analisadas) com o fictício (aplicação do jogo), observando o potencial do emprego de práticas enxutas em um ambiente real.

## 2 PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

### 2.1 Procedimentos metodológicos

Para identificar trabalhos na literatura que eliminem ou minimizem atividades que consomem recursos, mas não agregam valor e fazem o emprego de boas práticas e ou atividades facilitadoras no contexto da construção civil, realizou-se um Mapeamento Sistemático na Literatura (MSL), procedimento metodológico que, de acordo com Rocha, Nascimento e Nascimento (2018), reúne referências significativas sobre uma temática explorada. Esse recurso foi empregado visando mapear como esse assunto tem sido pesquisado ao redor do mundo, como também, reunir trabalhos para a dissertação.

Tendo em vista a concepção descrita acima, a pergunta norteadora desse mapeamento, buscou responder ao seguinte questionamento: atividades facilitadoras ou boas práticas têm sido empregadas no âmbito construtivo para eliminar ou reduzir a ocorrência de atividades que consomem recursos, mas não agregam valor?

Com o intuito de ter um panorama geral de pesquisas desenvolvidas sobre essa temática, esta pesquisa evitou restringir o sistema construtivo (após observações iniciais do estudo), assim como também o tempo de publicação.

A estruturação da *string* se deu em torno da conjuntura da construção enxuta e do planejamento, para que dentro desse contexto e a extensão dos termos que os envolve resultasse no cerne deste estudo. Inicialmente foi pensada a *string*: (“*lean construction*” OR *lean* OR *planning*) AND *waste\** AND (“*best practices*” OR “*easy activities*”) AND (“*building site*” OR *site* OR *construction*) AND (*wall\** AND *concrete*).

O termo perda estaria abordando duas fronteiras, que seriam a questão da perda de materiais e a perda voltada à ineficiência da gestão (ambas as perdas, buscando retratar as atividades que consomem recursos, mas não agregam valor). As boas práticas ou atividades facilitadoras entraram para tentar observar se o problema das perdas vem sendo tratado com alguma dessas práticas. As expressões, obra, canteiro de obra ou construção, foram introduzidas inicialmente no sentido de restringir a construção enxuta ao canteiro. Parede de concreto passou a integrar a formação da *string* inicial como um diferencial à pesquisa, apontando para um sistema construtivo cuja aplicação vem crescendo no mercado de construção de habitações e que aparentemente parece ainda pouco vinculado à pesquisa com os termos já descritos acima.

A *string* desejada não gerou resultado em algumas plataformas testadas. Dessa forma, foram necessárias outras combinações (Quadro 1). Assim, após alguns agrupamentos, definiu-

se a seguinte *string* como a oficial: (*“lean construction” OR lean OR planning*) AND (*“best practices” OR “easy activities” OR “non-value-adding activities”*).

**Quadro 1.** Evolução de *strings*

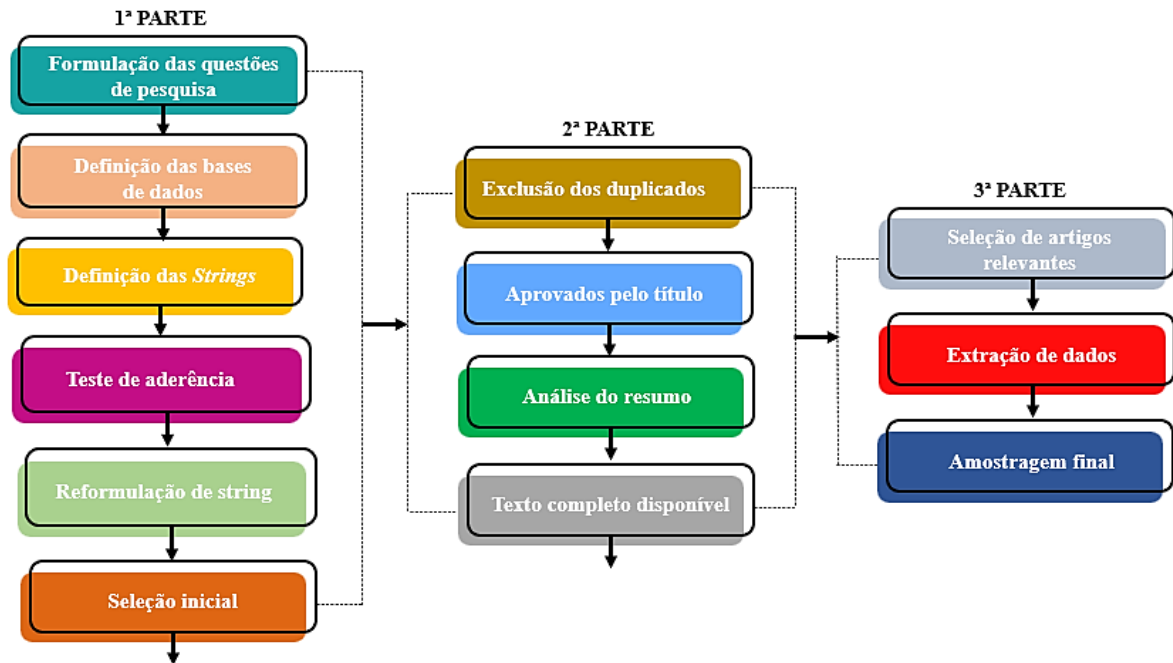
|                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>(“lean construction” OR lean OR planning) AND waste* AND (“best practices” OR “easy activities”) AND (“building site” OR site OR construction) AND (wall* AND concrete)</i> |
| <i>(“lean construction” OR lean OR planning) AND (“best practices” OR “easy activities”)</i>                                                                                   |
| <b><i>(“lean construction” OR lean OR planning) AND (“best practices” OR “easy activities” OR “non-value-adding activities”)</i></b>                                           |

Fonte: Autora (2024).

Visando agrupar o maior número de trabalhos, elegeu-se como base de dados: *Scopus*<sup>®</sup>, *Web of Science*<sup>®</sup>, *Scielo*<sup>®</sup>, congressos nacionais, banco de teses e dissertações da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Com exceção dos artigos de congresso, que precisaram que os termos fossem pesquisados manualmente e separadamente, visto que as plataformas que armazenam tais artigos não possuem um mecanismo que possibilite a busca dos termos em conjunto; assim, em todas as outras bases de dados, a *string* foi submetida à pesquisa da forma já descrita anteriormente.

Visto a quantidade significativa de artigos indexados em algumas plataformas, mais de 2000 e notado que uma porção destes se enquadravam em outras áreas, julgou-se pertinente além de limitar os documentos apenas aos de acesso aberto, também restringí-los quanto à área de conhecimento, que, de modo geral, ateu-se a Engenharias, Gestão e Negócios. Nos casos das plataformas internacionais, escolheu-se ainda por reter apenas artigos de periódicos e artigos de conferência.

Tendo sido os artigos pré-selecionados, a triagem dos mesmos iniciou-se observando se o título tinha coerência com o domínio pesquisado, seguida da leitura do resumo quando estes atendiam ao critério inicial. Quando se identificavam trabalhos que respondiam a esses atributos, partia-se para a extração dos dados mais relevantes. Por meio da extração desses dados além do quantitativo que o mapeamento em si fornece, examinou-se ainda, objetivos, estratégias de pesquisa e lacunas de conhecimento. Na Figura 1, pode-se observar as etapas que conduziram esta primeira parte, bem como um resumo das etapas de filtragem.

**Figura 1.** Etapas da pesquisa bibliométrica

Fonte: Teodósio *et al.* (2024).

## 2.2 Resultados da pesquisa bibliométrica

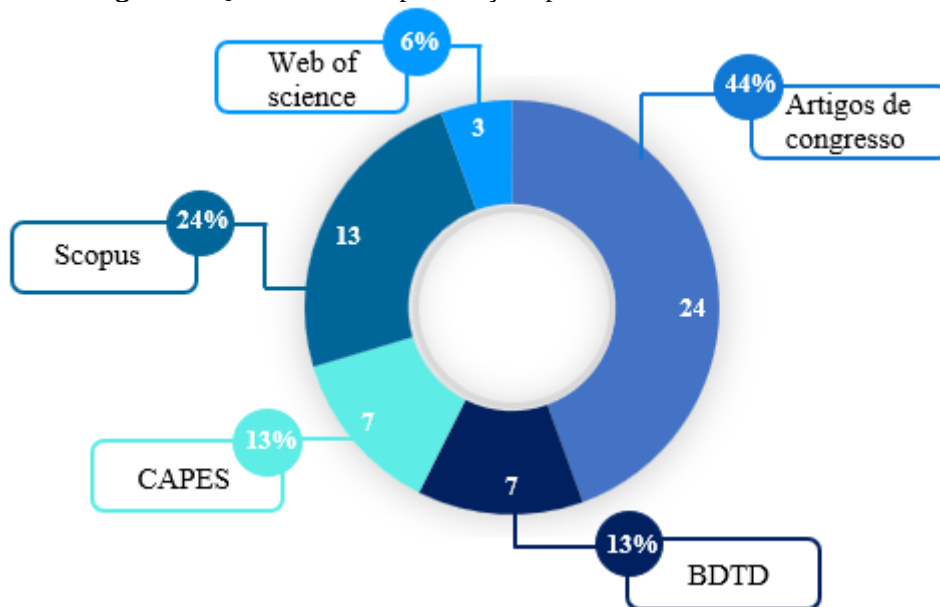
O primeiro cenário observado pelo mapeamento, é que grande parte dos trabalhos que se referem ao termo boas práticas não estavam relacionados à construção civil, principalmente no que tange às plataformas internacionais, podendo citar, como destaque, o grande volume de trabalhos retornados na área da saúde. Assim, as atividades que não agregam valor apresentaram-se em sua maioria nas áreas de engenharia, gestão e negócios, mas ainda associada a outras áreas. Já quanto às atividades facilitadoras, pode-se afirmar que somente estariam vinculadas ao contexto construtivo, Figura 2.

**Figura 2.** Panorama dos termos da pesquisa no contexto da Construção Civil

Fonte: Autora (2024).

Para conhecer como os trabalhos selecionados estavam distribuídos e assim melhor perceber onde os pesquisadores têm indexado trabalhos relacionados a esse assunto, elaborou-se um gráfico de setores, que permitiu a visualização de categorias com relação ao todo (Figura 3). Por meio deste, foi possível constatar que os artigos de congresso detêm a preferência nesse tipo de publicação.

**Figura 3.** Quantitativo de publicações por base de dados



Fonte: Autora (2024).

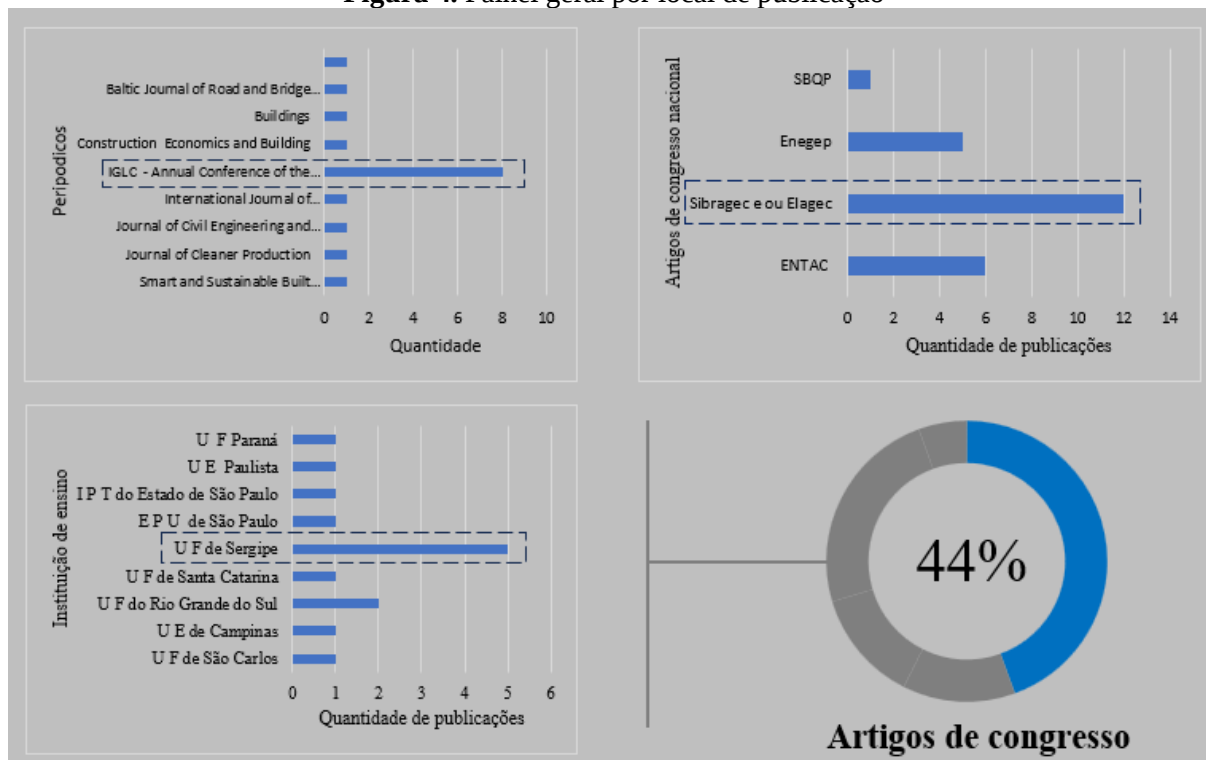
Dos 54 artigos indexados e selecionados nas plataformas de pesquisa (Apêndice A), mediante critérios já mencionados, foram identificados 22 meios distintos de publicação. Como a busca não se limitou apenas a artigos publicados em revistas e advindos de conferências, mas estendeu-se a bancos de teses e dissertação e a artigos de congresso nacional, foi feito um demonstrativo separado por revistas, instituições de ensino e congressos, para observar como estes estão distribuídos.

Notou-se que o IGLC (*International Group for Lean Construction*) dentre os artigos de revista e conferência foi o que mais se destacou, com 8 publicações. Fato relevante, visto este se tratar do Grupo Internacional para Construção Enxuta e que em sua visão traz como objetivo atender melhor às demandas dos clientes e melhorar o processo da indústria construtiva e de arquitetura, bem como o produto final (IGLC, 2023). Além do IGLC, identificou-se publicações em mais outros sete periódicos, que apresentaram apenas uma publicação.

Dentre as instituições de ensino, a Universidade Federal de Sergipe apresentou maior ocorrência de trabalhos, com 5. Esse evento pode ser estimulado visto a precursora do modelo de gestão com emprego das atividades facilitadoras (que é um dos termos de busca), integrar o

corpo docente da instituição. Outras oito instituições apresentaram resultado na busca, das quais uma com duas publicações e as demais com somente uma. Já entre os artigos de congresso o que mais se sobressaiu foi o Sibragec e ou Elagec, fato que pode ser justificado, pela realização conjunta destes algumas vezes, a Figura 4 apresenta um painel geral de local por publicação.

**Figura 4.** Painel geral por local de publicação



Fonte: Autora (2024).

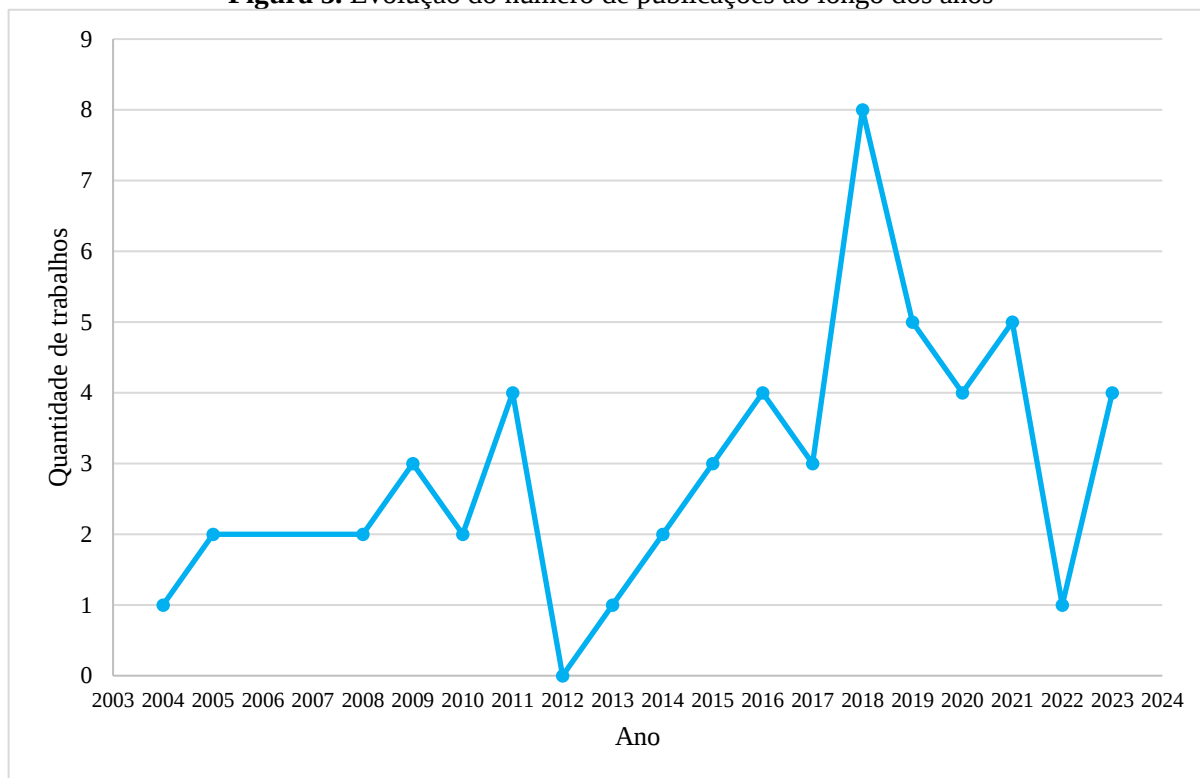
A fim de mapear como ocorreu a evolução ligada ao assunto discutido ao longo dos anos, optou-se por realizar uma pesquisa atemporal, que revelou que os termos pesquisados, relacionados à conjuntura desejada, passaram a ser explorados a partir do ano de 2004<sup>7</sup>, o que não se pode dizer que o conjunto do conteúdo pesquisado não era empregado antes desse intervalo, porém os termos passaram a aparecer com mais evidência em publicações a partir deste ano. Após uma interrupção de trabalhos notada no ano de 2012, até os dias atuais, o ano de 2018 reuniu maior número de publicações, com oito registros, Figura 5.

Uma das possibilidades que justifica o aumento da quantidade de trabalhos em 2018 pode estar associada ao fato da última versão da norma ISO 9001 trazer alterações voltadas ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e que embora tenha sido realizada em 2015, tinha um

<sup>7</sup> Ano de publicação do artigo de Koskela (2004), no IGLC, que apresenta o termo *making-do*.

prazo até 2018 para cumprimento (EDUCAMUNDO, 2019), o que pode ter movimentado pesquisadores para estudos na área.

**Figura 5.** Evolução do número de publicações ao longo dos anos



**Fonte:** Autora (2024).

A reunião das palavras-chave por meio de uma nuvem de palavras, permitiu visualizar que a maior parte dos termos definidos, para compor a *string* desta pesquisa, ganharam evidência, com destaque para “construção enxuta”, seguido de “boas práticas” (Figura 6). Os termos “atividades facilitadoras” e “planejamento” que também integram a combinação trabalhada, apareceram com um pouco menos de destaque que os outros; este último, ainda apareceu tanto sozinho como acompanhado de controle de produção, já a palavra “*lean*” e o termo “atividades que não agregam valor”, apesar de serem notadas dentre as palavras-chave, não ganhou visibilidade. Embora não constitua o arranjo de busca, o termo construção civil também ganhou destaque, como se trata da área aqui trabalhada, considera-se esta ocorrência um fator positivo.

Dos 54 documentos adotados no último crivo, o termo “boas práticas” foi citado como palavra-chave em 11 destes, “atividades facilitadoras” em 4 e “atividades que não agregam valor” em 2, o que se melhor aprofundado pode servir de discussão que nem sempre esses termos estejam associados.

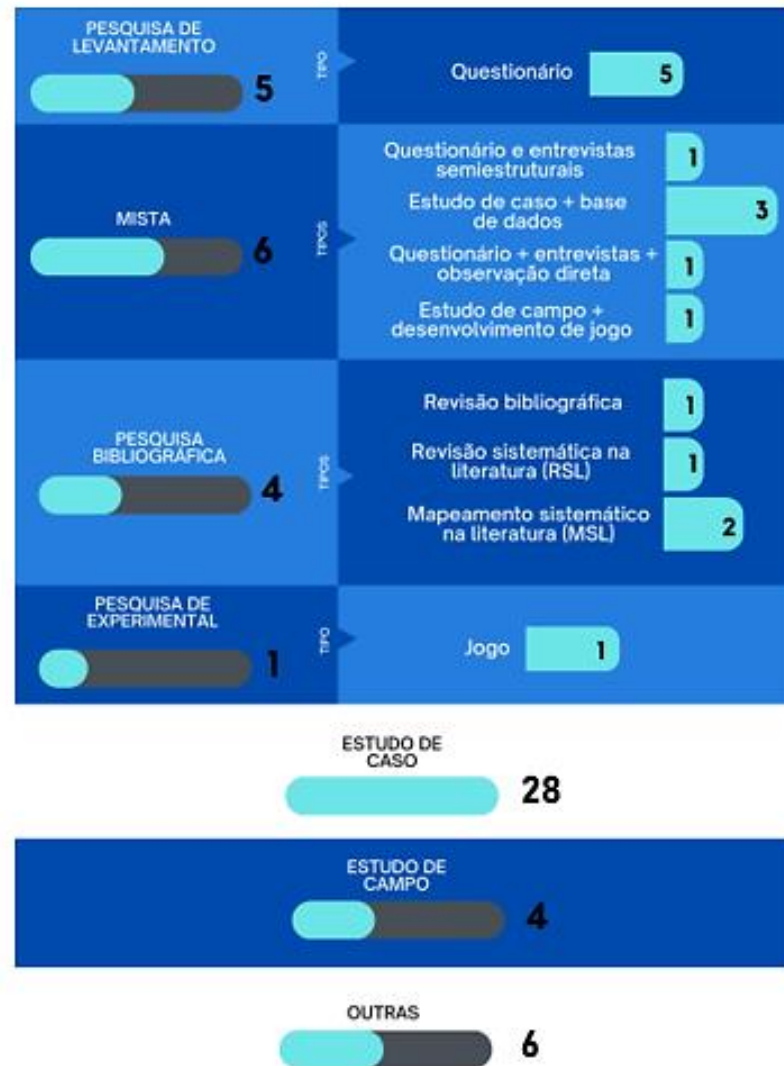


**Figura 7.** Palavras-chave por base de dados



**Fonte:** Autora (2024).

Com a finalidade de constatar qual procedimento metodológico vem sendo aplicado para levantamento de dados no contexto em questão e com o intuito de definir caminhos viáveis para o estudo a ser realizado, foi elaborada uma figura que expõe as estratégias de pesquisa observadas nos trabalhos, bem como os seus respectivos quantitativos (Figura 8). Acredita-se ainda que este tipo de investigação possa gerar possíveis *insights*.

**Figura 8.** Identificação das estratégias de pesquisa

**Fonte:** Autora (2024).

Observaram-se 28 trabalhos na forma de estudos de caso, o que sugere a busca por respostas para a ocorrência das atividades que não agregam valor (Ranadewa; Sandanayake; Siriwardena, 2018) e compreender como esse tipo de perda pode influenciar na produtividade (Hossain; Bissenova; Kim, 2019). Outro tipo de pesquisa observada foi a investigação de fundamentos para os atrasos em projetos de construção e ao mesmo tempo sugerir práticas que auxiliem em um contexto mais favorável (Filippi, 2017).

Além dessas, algumas outras estratégias foram empregadas visando a redução das perdas nos processos construtivos e muitas delas apresentaram resultados positivos, como o de Ko e Kuo (2015), que conseguiu reduzir a perda em um de seus processos e aumentar o valor da operação.

A pesquisa bibliométrica indicou ainda contextos que carecem de mais estudos, por exemplo, conforme observado por Grosskopf (2013), há uma escassez de estudos que tratem de atividades que não agregam valor ao produto no contexto construtivo e que a implementação de procedimentos que reduzissem ou eliminasse esse tipo de perda poderia contribuir com um melhor cumprimento do prazo estimado para execução de empreendimentos. Enxergou-se nessa informação uma oportunidade de contribuição.

Além disso, os resultados favoráveis observados nos estudos de caso, conduziram a pesquisa a ser desenvolvida para este tipo de investigação; esse fato se deu também visto que quando notada a estratégia aplicada nos estudos e a tipologia construtiva das obras estudadas, detectou-se a ausência de algumas abordagens, percebendo a falta de trabalhos que estudaram as perdas em obras com sistemas construtivos de paredes de concreto moldadas no local, sendo este contexto um dos caminhos investigados neste trabalho.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Construção enxuta

A necessidade de mitigar os problemas recorrentes enfrentados pela construção civil, tais como a baixa produtividade, a incerteza na estimativa de custo, os atrasos e perdas, que desde muito tempo vem sendo alvo de críticas no mercado construtivo, levaram ao emprego da filosofia gerencial de Construção Enxuta (CE) (Erol; Dikmen; Birgonul, 2017).

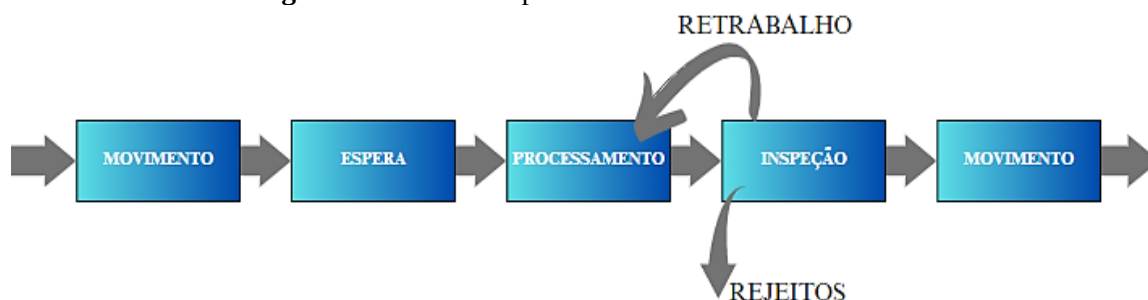
Esta nova filosofia de produção, também denominada de *Lean Construction*, baseada nos princípios que norteiam o Sistema Toyota de Produção (STP), surgiu a partir da abordagem de Lauri Koskela (1992), quando, mediante a estruturação do documento “*Application of the new production philosophy to construction*”, evidenciou os ganhos que o STP pode promover no modelo de gestão da construção.

O STP visa acabar com perdas no processo de forma integral e elevar a produtividade (Ohno, 1997). Para isso, o sistema emprega alguns recursos e estratégias, conforme descrito sinteticamente pelo autor referenciado; dentre os muitos objetivos, esses instrumentos ajudam a impedir a perda e ainda a descobrir sua causa raiz.

Observando os ganhos promovidos pelo STP e as falhas encontradas na indústria construtiva (Koskela, 1992), a filosofia *Lean Construction* despontou no cenário científico, propondo um novo pensamento para os envolvidos no processo de construção (Tommelein, 2015). A ideia gerada pelos conceitos enxutos, que visa eliminar as perdas e examinar o valor agregado das atividades, pode resultar em uma maior geração de valor para o cliente nos projetos de construção (Bhatnagar; Devkar, 2021).

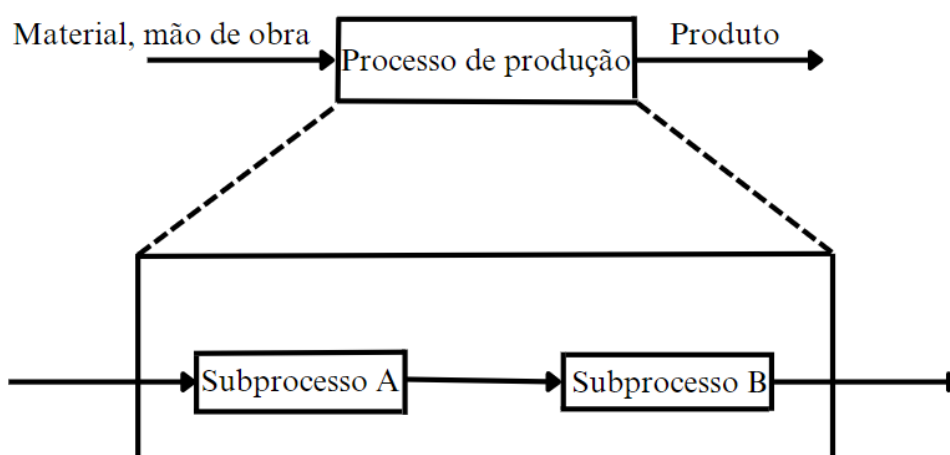
Essa preocupação com o valor agregado pode ser fundamentada, visto estudos (Daniel *et al.*, 2019; Hossain; Bissenova; Kim, 2019; Ayalew; Dakhli; Lafhaj, 2018) apontarem que as atividades que não agregam valor vêm ocupando uma parcela considerável no processo de produção. Reduzir a parcela dessas atividades é tomado como um dos princípios fundamentais da CE (Formoso, 2000).

Na geração de valor, as conversões e os fluxos são dirigidos em função do cliente e influenciam diretamente no valor final do produto (Koskela, 2000). Fluxos esses que segundo apresentado no documento por Koskela (1992), passaram a ser considerados graças a nova filosofia. Esta filosofia caminha no sentido contrário do modelo tradicional de gestão da construção, pois não considera em seu escopo somente as atividades de conversão (Figura 9).

**Figura 9.** Modelos de processamento *Lean Construction*

Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

O modelo de produção tradicional segundo expressa Koskela (2000), não é realista, uma vez que não transmite como ocorre o processo de produção, reproduzindo apenas entradas e saídas (Figura 10), ou seja, transmite a produção apenas como um processo de conversão, convertendo insumos para a forma intermediária ou final (Formoso, 2000). Na nova filosofia, a produção é tratada como fluxo, seja de materiais ou informações em todo o desenvolvimento do processo. Nesse fluxo, há o processamento do material, mas não somente considera-se a conversão do material, como também, a inspeção, a espera e a movimentação (Koskela, 1992).

**Figura 10.** Visão de um processo de conversão convencional

Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Embora o ambiente construtivo englobe algumas peculiaridades também reveladas por Koskela (1992), que poderiam ser barreiras na implementação do novo modelo de produção, dificultando seu controle e melhoria, podendo acarretar no aumento de atividades que não agregam valor, soluções foram formuladas para estas serem vencidas (Quadro 2).

**Quadro 2.** Visão geral dos problemas relacionados às peculiaridades construtivas e soluções correspondentes

| Peculiaridade           | Problemas de controle de processo                                                                                                                                             | Problemas de melhoria de processos                                                                 | Soluções estruturais                                                | Soluções operacionais para controle                                                                                                       | Soluções operacionais para melhoria                                                                                                                                |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Único                   | Ciclos sem protótipos;<br>Entrada não sistemática do cliente;<br>Coordenação de atividades incertas.                                                                          | Processos únicos não se repetem, portanto, a melhoria a longo prazo é questionável.                | Minimize o conteúdo único no projeto                                | Análise inicial de requisitos;<br>Configurar ciclos artificiais;<br>Tarefas incertas de <i>buffer</i>                                     | Aumentar a flexibilidade de produtos e serviços para cobrir uma ampla variedade de necessidades;<br>Acumule informações de <i>feedback</i> de projetos anteriores. |
| Produção no local       | Incertezas externas: clima;<br>Incertezas e complexidades internas: interdependências de fluxo, mudança de <i>layout</i> , variabilidade da produtividade do trabalho manual. | Dificuldade de transferir locais de melhoria através exclusivamente em procedimentos e habilidades | Minimize as atividades no local em qualquer fluxo de material       | Use invólucros etc. para eliminando a incerteza externa;<br>Planejamento detalhado e contínuo;<br>Equipes de trabalho multi qualificadas. | Melhore a capacidade de planejamento e análise de risco;<br>Procedimentos de trabalho sistematizados.                                                              |
| Organização temporária  | Incertezas internas: troca de informações através de fronteiras da organização (desconexões de fluxo)                                                                         | Dificuldade de estimular e acumular melhorias                                                      | Minimize interfaces organizacionais temporárias (interdependências) | Formação de equipe durante o projeto                                                                                                      | Integrar fluxos por meio de parcerias                                                                                                                              |
| Intervenção regulatória | Incerteza externa: atraso na aprovação                                                                                                                                        |                                                                                                    |                                                                     | Compressão do ciclo de aprovação auto-inspeção                                                                                            |                                                                                                                                                                    |

Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Projetos que empregam a CE tendem a ter mais assertividade no prazo de entrega, apresentam maior segurança, menor custo e maior qualidade, conforme demonstrado em estudo por Aziz e Hafez (2013). Além das vantagens gerenciais, pesquisas, como a de Khodeir e Othman (2018), têm apontado que a *Lean Construction* também apresenta uma relação com princípios da sustentabilidade. Deste modo, a competitividade, que envolve o ramo da construção (Huaman-Orosco; Erazo-Rondinel; Herrera, 2022), e a estabilidade e eficiência desejada nos processos construtivos vêm ampliando o espaço dessa nova filosofia nas empresas construtoras (Etges, 2022).

Assim, construção enxuta tem sido uma grande aliada das construtoras; isso ocorre porque as práticas que a regem, dentre elas, as denominadas boas práticas, contribuem com o reconhecimento e tratamento de atividades que não agregam valor, favorecendo com a continuidade dos processos (Mesquita; Santos, 2015).

### **3.2 Boas práticas**

Por boas práticas, no âmbito construtivo, entende-se como: solução empregada para suprimir interrupções em alguma atividade no canteiro de obra (Mesquita, 2014). Mas também, pode ser vista como a melhor maneira identificada por um profissional para cumprimento de forma satisfatória de alguma tarefa (Cleto *et al.*, 2011). Ou ainda, segundo a perspectiva de Sáez *et al.* (2014), práticas que permitam um melhor gerenciamento dos processos, de maneira a favorecer a redução de desperdício de materiais. Isso significa que as boas práticas não possuem uma unanimidade de definição na literatura e podem ser aplicadas a diversas áreas de conhecimento. Aqui destacam-se aquelas boas práticas utilizadas em canteiros de obras e que estão embasadas na filosofia da construção enxuta, podendo ser chamadas de boas práticas enxutas ou apenas de práticas enxutas (Liker; Meier, 2008).

A adoção das boas práticas nos canteiros de obras conduz à melhoria dos aspectos que englobam esse ambiente (Grosskopf, 2013). De acordo com a autora, dentre os benefícios provocados pela adoção dessas práticas, há a redução do cronograma executivo de projetos, reduzindo atrasos, como também, a melhoria na qualidade, menores custos, além de cooperar com a redução de impactos ambientais.

Quando observada a literatura, nota-se que alguns autores se referem às boas práticas como ações mais gerais do planejamento e outros, como ações mais pontuais, conforme exemplifica o Quadro 3.

**Quadro 3.** Abordagem das boas práticas por diferentes autores

| Ações mais gerais                                                                                                                                  |                 | Ações mais pontuais                                                                                                                                                                |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Boa prática                                                                                                                                        | Autor           | Boa prática                                                                                                                                                                        | Autor           |
| Programação de atividades suplentes, reunião participativa                                                                                         | Oliveira (2010) | Aplicar argamassa com bisnaga, dispor de betoneiras estrategicamente posicionadas, consultar o projeto de 1ª e 2ª fiada                                                            | Mesquita (2014) |
| Atuar com especialistas na tipologia para definição do programa de necessidades, manter indicadores de projetos e utilizar sistemas pré-fabricados | Franco (2016)   | Utilização de palheta para aplicação de argamassa de assentamento, utilização de nível a laser para nivelamento das fôrmas, preparação de <i>kits</i> de materiais para um serviço | Cruz (2017)     |

Fonte: Autora (2024).

Embora perceba-se que muitas práticas sejam implementadas durante a execução da obra em si, Grosskopf (2013) revela que não necessariamente estas devem ser incorporadas apenas na fase executiva de um empreendimento, mas como também na etapa de projeto e planejamento de produção. A autora comenta ainda que o seu emprego pode corrigir falhas nas etapas citadas e minimizar perdas.

Apesar de cada projeto ser singular, conduzindo naturalmente a uma maneira específica de ser executado, nota-se uma similaridade entre as etapas e processos que os compõem, permitindo dizer que as boas práticas que funcionam em um, pode também ter êxito em um outro. Quando estas práticas passam a ser replicadas, podem converter-se em processos, conduzindo a sua integração ao escopo de gerenciamento de projeto ou obras, contribuindo para o sucesso destes (Filippi, 2017). Contudo, percebe-se que não há um documento técnico que as formalize (Cleto *et al.*, 2011). Segundo relatado pelos autores, a formalização de um documento de boas práticas além de contribuir com a qualidade operacional da obra e de seu produto final, tende a replicar práticas ocultas no conhecimento tácito.

Estudos de Cruz (2017) e Cruz, Santos e Mendes (2018) têm demonstrado que as boas práticas auxiliam na redução da variabilidade dos processos em um canteiro de obras. Essa variabilidade pode ser vista de várias formas no processo de produção; pode ter origem em processos anteriores, quando está associada à dependência de produtos advindos de terceiros, os fornecedores, mas pode também, estar inserida no próprio processo, quando a variação envolve a execução, e relaciona-se a mudanças baseadas nos interesses dos clientes, denominada variabilidade na demanda (Formoso, 2000).

Em meio às vantagens promovidas pelo emprego de boas práticas identificadas no estudo de Cruz (2017) e Cruz, Santos e Mendes (2018) estão facilidade na execução do serviço, redução na falta de material durante o serviço, aumento da eficiência do transporte de materiais,

melhoria da mobilidade do trabalhador, redução do tempo de ciclo do serviço, aumento na qualidade do serviço, redução de retrabalhos e das atividades de fluxo, aumento da produtividade do serviço, mais transparência das informações, menos erros.

Algumas dessas vantagens são citadas por Ronen (1992), quando o autor apresenta o *kit* completo como um dos alicerces das boas práticas no escopo gerencial. Kit completo é o termo referente ao conjunto de requisitos necessários para que o trabalho seja iniciado, requisitos que vão além dos materiais e ferramentas, mas inclui, ainda, projetos e informações. A ausência dessa prática pode resultar em perda de ganho de produção e na qualidade, atrasos, e pode implicar em mais esforço no processo produtivo, comenta o autor.

Segundo a perspectiva de Mesquita (2014), dentre as boas práticas que auxiliam o desenvolvimento dos serviços no contexto construtivo, estão contidas as atividades facilitadoras. Por meio de estudos, constatou-se que as atividades facilitadoras, por serem capazes de evitar a interrupção do serviço, dentre todas as boas práticas, são de maior relevância, devendo os gerentes serem instruídos do seu aproveitamento no processo de produção (Mesquita; Santos, 2015).

### **3.3 Atividades facilitadoras**

Muitas vezes, as tarefas são interrompidas involuntariamente nos canteiros de obras, fruto de uma improvisação, e simples ações poderiam diminuir as interrupções dos processos construtivos (Santos, 2004). Problemas dessa natureza estão ligados ao planejamento e são, de acordo com Machado (2003), uma resposta para o insucesso que cerca o planejamento das etapas construtivas, pela desconsideração das atividades de fluxo. Esse contexto motivou a incorporação das antecipações gerenciais nos canteiros de obras. Segundo o autor, as antecipações seriam ações, que têm por objetivo, contribuir com a continuidade do serviço.

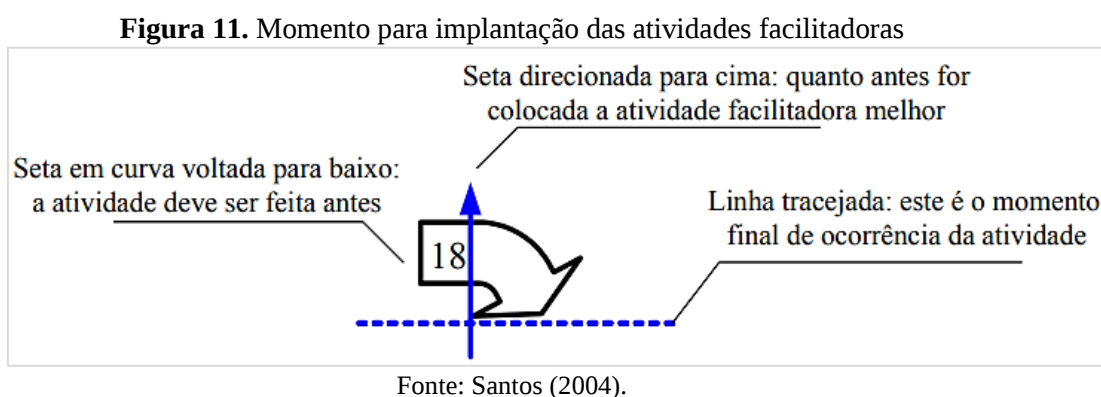
Quando relatado em estudo realizado por Machado (2003), que essas antecipações podem ser vistas, como por exemplo, na preocupação com os recursos necessários para a realização de uma tarefa e quando observado o estudo realizado por Santos (2004), que fornece uma relação de práticas a serem consideradas para impedir que as interrupções aconteçam, é válido considerar, dentre as formas de antecipações gerenciais, as atividades facilitadoras.

Pode-se definir as atividades facilitadoras como ações que quando implementadas em determinado momento do processo construtivo são capazes de contribuir com a sua continuidade (Santos, 2004). Estas podem ser incluídas no processo ou dar assistência a eles (Santos; Santos, 2015), não se limitando à produção do serviço propriamente dito, mas também

se encaixam no apoio à produção, podendo da mesma forma tratar de informações complementares (SANTOS, 2004).

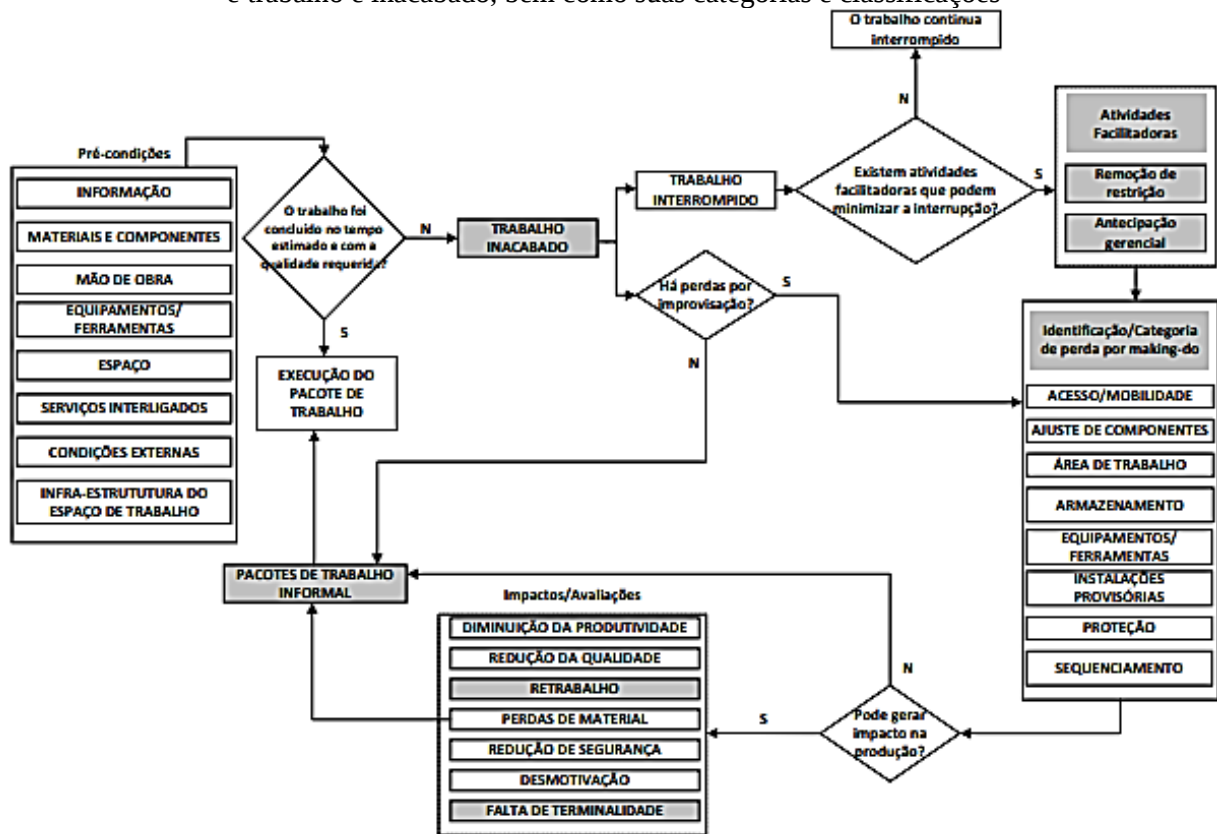
De acordo com a autora, essas atividades exercem a condição de antecipação ou remoção das restrições. As antecipáveis, são atividades implementadas antes da ocorrência da interrupção do processo, corroborando para a continuidade do serviço e assim com a produtividade. As de remoção de restrição são implementadas para que haja continuidade da tarefa, quando há a identificação de barreiras no processo construtivo (Santos, 2004).

Para que a atividade facilitadora cumpra a função esperada, ou seja, garanta a continuidade do serviço, é preciso que seja introduzida ao processo até determinado momento, caso contrário não surtirá o efeito desejado (Santos, 2004); na Figura 11, é representado o instante ideal até onde a escolha pelo emprego ou não da atividade deve ser feito.



Dentre as causas que motivam a interrupção do trabalho, são apontadas, falhas na programação, problemas executivos advindos do projeto, erros de execução (Santos, 2004), falhas no sequenciamento das atividades (Santos; Santos, 2017). Segundo Bulhões e Picchi (2011), as interrupções tendem a contribuir com a parcela de atividades que não agregam valor. O estudo de Santos e Santos (2017), complementar ao de Sommer (2010), permite a visualização de causas, impactos, e como essas interrupções poderiam ser evitadas (Figura 12).

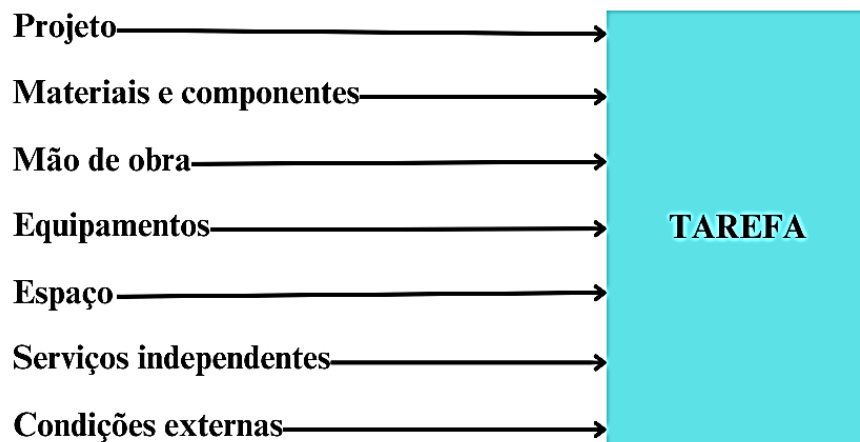
**Figura 12.** Mapa conceitual com inter-relações entre os conceitos *making-do*, atividades facilitadoras e trabalho e inacabado, bem como suas categorias e classificações



Fonte: Santos; Santos (2017), adaptado de Sommer (2010).

Muitas das causas que motivam as interrupções estão intrinsecamente relacionadas à ausência do cumprimento das pré-condições de trabalho apontadas por Koskela (2000) (Figura 13); pré-condições essas que coincidem com os pré requisitos a serem considerados para dar início a uma tarefa, conjunto intitulado por Ronen (1992) por *Kit* completo.

**Figura 13.** Pré-condições de uma tarefa de construção



Fonte: Adaptado Koskela (2000).

Estudos realizados por Sommer (2010) e Formoso *et al.* (2011) indicam que a ineficiência no reconhecimento das condições necessárias ao trabalho pode acarretar na sua interrupção. Na tentativa de evitar que esse evento ocorra, as improvisações acabam ocorrendo (Sommer, 2010). Estas, por sua vez, são uma prática constante no âmbito construtivo e podem ser verificadas tanto em pacotes concluídos como não terminados (Formoso *et al.*, 2011). Dessa forma, fica claro que, a ausência de recursos apropriados pode desencadear ainda na falta de terminalidade (Fireman, 2012), tornando-se necessário que as restrições previamente “superadas”, sejam reavaliadas (Fireman, 2012). Pesquisadores (Sommer, 2010; Santos e Santos, 2017; Amaral *et al.*, 2022), têm se esforçado para demonstrar a relação entre os pré-requisitos e impactos da perda por improvisação e suas decorrências na produção.

Assim, quando incorporadas no processo de produção, as atividades facilitadoras evitam as interrupções do serviço (Santos e Santos, 2015). As categorias que a compõem são capazes de impedir até a ocorrência de *making-do*<sup>8</sup> (Oliveira, 2016). Este que, por sua vez, conforme revelou estudo realizado por Igwe, Hammad e Nasiri (2022), é a perda não física mais crítica, que ocorre durante o processo de transformação da construção.

Pode-se dizer, então, que a categorização dessas atividades proposta por Santos (2004), tende a eliminar ou minimizar a situação relatada acima. Segue uma descrição das nove categorias sugeridas pela autora<sup>9</sup>.

1 – Acesso: diz respeito à facilidade de locomover-se, e ou ter acesso aos recursos necessários para cumprimento da tarefa. Assim, pode ser refletido em um ambiente organizado, mas também, em ter os materiais e ferramentas a disposição, para cumprimento da atividade.

2 – Projeto: está voltada às especificações das informações necessárias nas plantas (projetos) para que o profissional possa cumprir a execução sem grandes dificuldades.

3 – Preparação do trabalho: como o próprio nome exprime, remete-se a verificação da disponibilidade dos recursos necessários, antes do início da execução da tarefa.

4 – Conferência do trabalho: corresponde à averiguação com ferramentas apropriadas dos serviços executados, para certificar se estes obedeceram ao projeto.

5 - Conflito espacial: diz respeito à disposição do arranjo do local de trabalho.

6 – Sequenciamento: refere-se à preocupação da continuidade dos processos em uma ordem lógica.

---

<sup>8</sup> *Making-do* corresponde a dar início a uma atividade sem todos os requisitos necessários para sua efetivação (Koskela, 2004).

<sup>9</sup> Apesar de surgirem outras propostas de categorização de atividades na literatura, adotou-se a proposta por Santos em 2004.

7 – Proteção dos operários: atenta-se para a disponibilidade dos equipamentos necessários para proteção dos trabalhadores.

8 – Proteção dos processos: vela pela proteção das etapas construtivas, cuidando para não danificar o que já foi feito em meio a realização de outras tarefas.

9 – Programação de obra: refere-se aos aspectos gerais do planejamento e controle da obra, como atendimentos aos planos de trabalho, exigências de clientes, verificação de recursos materiais.

Estudos envolvendo a temática das atividades que facilitam os serviços em obras sinalizam uma perspectiva de melhoria dos processos no decorrer do tempo. Embora o estudo realizado por Santos (2004), pioneiro quando se trata das atividades facilitadoras, tenha revelado a existência de empresas que não consideram formas de gerenciamento que previnam a continuidade dos fluxos, outros apontam um ensaio na busca de melhorias no processo de produção, por meio desse tipo de antecipação, a exemplo do trabalho proposto por Mesquita e Santos (2015), notando-se até algumas atividades facilitadoras incorporadas ao processo, apesar de não estarem formalizadas nos planos operacionais (Santos; Santos; 2015).

Dito isso, chama-se a atenção para o conhecimento tácito, relatado por alguns autores (Isatto *et al.*, 2000; Santos, 2004; Santos *et al.*, 2012) como aquele que não está explicitado pelos gestores e que, por isso, demorará a ser inserido dentro de um processo formal, o que facilitaria a transmissão de conhecimento entre as pessoas interessadas. Isatto *et al.* (2000) reforçam ainda que esse conhecimento pode ser o diferencial de uma empresa sobre a outra, uma vez que a concorrência acaba exigindo a capacidade de adaptar-se de forma eficiente a mudanças, habilidade que se apresenta de maneira mais evidente nas pessoas.

Ao notar o quanto os envolvidos no processo podem ser o diferencial em uma empresa, observa-se ganhos promovidos pelas práticas *lean* inseridas na construção. Além disso, depois de atentar-se para algumas falas enunciadas no livro “O gerente *lean*”, de Ballé e Ballé (2011), que enfatizam que o segredo para efetivação de processos *lean* é o comprometimento de todos da equipe, torna-se proveitoso e pertinente fazê-los mais conhecedores nesse sentido. Os jogos parecem ser um recurso útil para esse fim.

### **3.4 O papel dos jogos didáticos na adoção da Construção Enxuta nas empresas**

A construção enxuta, embora difundida já há algum tempo, depara-se com barreiras a sua assimilação. Assim, o comportamento enraizado nas construtoras, por parte dos profissionais envolvidos, pode ser um dos entraves à sua implantação (Romanel; Freitas, 2011; Moradi; Sormunen, 2023). Aponta-se também a deficiência na atuação conjunta entre a

academia e a indústria da construção (Huaman-Orosco; Erazo-Rondinel; Herrera, 2022). Contudo, as competências requeridas pelo mercado de trabalho vêm instigando novas formas de melhoria nas empresas (Romanel; Freitas, 2011).

A filosofia *lean*, além de maximizar o valor do produto, por meio da redução das perdas, ainda viabiliza práticas sustentáveis. Os benefícios observados nessa nova filosofia de produção têm conduzido empresas a escolherem membros que possuem conhecimento acerca do *lean* (Herrera *et al.*, 2019).

Essa conjuntura que vem sendo exigida no mundo dos negócios, pode ser melhor atendida quando as instituições de ensino integram, ao ambiente de aprendizagem, métodos alternativos para transmitir o conteúdo, de maneira a vincular o cenário encontrado na realidade ao que é discutido em sala de aula (Herrera *et al.*, 2019). Em meio a essa perspectiva, nota-se uma delonga da aplicabilidade na transição de contextos discutidos nas organizações de ensino, para o ambiente real de produção da indústria construtiva (Romanel; Freitas, 2011).

Silva, Melo e Pinto (2022) indicam que a cultura tradicional encontrada nos canteiros de obras pode ser vencida e a compreensão e difusão das práticas *lean* alcançadas, por meio de uma união entre universidades, construtoras e entidades que estudam esse novo paradigma. Os jogos podem ser um recurso eficaz para disseminar conceitos enxutos e fomentá-los na construção civil (Bhatnagar; Devkar, 2021).

Experimentos têm demonstrado que o entendimento da contextualização abordada pela construção enxuta pode ser melhor assimilado quando incorporado em jogos e simulações (Romanel; Freitas, 2011). Estudos como os de Herrera *et al.* (2019) e Bhatnagar *et al.* (2022) confirmam a influência da transmissão da visão *lean* e o seu uso na indústria, quando se integralizam jogos à temática.

O uso desse tipo de recurso é um meio de preparar profissionais para o reconhecimento de aspectos positivos e negativos no escopo gerencial dentro de um sistema construtivo (Mesquita, 2014). Segundo o autor, a sua aplicação acaba tocando em um entrave da indústria construtiva, a base conceitual dos gestores. Isso pode acontecer pois, por meio de jogos, observa-se uma mudança de postura do participante (Romanel; Freitas, 2011).

Segundo constatado por Mesquita (2014) trabalhar esse tipo de atividade lúdica possibilita a identificação de ações contribuintes com a melhoria de processos, como as boas práticas, por vezes já empregadas em campo, ainda que de forma intuitiva. A aplicação de jogos, permite retratar situações encontradas nos canteiros de obras como, o impacto da variabilidade do fluxo de trabalho, conforme demonstrado no trabalho de Tommelein, Riley, Howell (1999). De acordo os autores, o auxílio de jogos podem promover ainda, uma maior conscientização de

perdas em geral e do tempo estimado para cumprimento do projeto, diminuindo a variabilidade no fluxo de trabalho.

O jogo acaba levando não somente para o ambiente acadêmico, mas para o campo, a experiência prática, exercício primordial para o desenvolvimento do profissional (Romanel; Freitas, 2011). Isso acontece porque essas atividades agrupam um conjunto de peculiaridades positivas, que de uma só vez permite formular situações realistas, incita a curiosidade, além de atrair a atenção dos envolvidos (Romanel; Freitas, 2011) características positivas que se somam ao fato deste recurso ser divertido (Lindhard, 2014).

Algumas dessas características são traços que remetem ao aspecto lúdico, expressão que está dentre as encontradas na literatura ao se fazer menção aos jogos. Romanel e Freitas (2011) utilizam-na para evidenciar que esse tipo de atividade oportuniza um ambiente atraente, que desperta o desenvolvimento dos integrantes. Estes destacam ainda que o formato lúdico ajuda na fixação de novas informações.

Outra palavra vinculada aos jogos é ‘virtual’ e na contextualização exposta por Colagrande (2008), o jogo virtual é um recurso tecnológico que viabiliza a criação de cenários baseado no objetivo desejado. Segundo o autor, esse ambiente possibilita dinamização, com emprego de sons, imagens, efeitos, textos e permite a obtenção de resultados de maneira instantânea.

A ocorrência da pandemia da COVID-19 conduziu estudiosos a migrar as simulações *lean* físicas para o contexto virtual, reunindo mais pesquisadores dessa temática (Rybkowski; Alves; Liu, 2021). Conforme percebido pelos autores, nota-se uma evolução na quantidade de práticas *lean* ao redor do mundo, contudo não o bastante, fazendo-se preciso que os envolvidos no processo tenham total compreensão dos ganhos que estas produzem.

Através de simulações de acontecimentos reais do canteiro de obras possibilitadas pelo jogo, é possível, de forma lúdica, experimentar saberes e discutir sobre tomadas de decisão e estratégias sem comprometer o sucesso do empreendimento (Romanel; Freitas, 2011), compreensão que torna favorável o uso de jogos. Os jogos e simulações têm potencial para promover o entendimento da filosofia *lean* e de conceitualizações discutidas por ela, como as atividades que agregam e não agregam valor (Bhatnagar; Devkar, 2021).

Assim sendo, o emprego dessa atividade pode ser benéfico para compreender o comportamento de gestores e o nível de implementação da construção enxuta no mercado. Ademais, soma-se a isso o estudo realizado por Silva, Melo e Pinto, (2022), que revela a nova filosofia de produção ainda pouco explorada pelas empresas construtoras. Destaca-se ainda que

o papel de proprietários e responsáveis por planejar, executar e gerenciar construções é crucial para impedir interrupções no trabalho (Tommelein; Riley; Howell, 1999).

Uma síntese com alguns atributos e situações oportunizados por meio da aplicação de jogos, discutidos aqui são apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4.** Síntese de atributos e situações oportunizadas pela aplicação de jogos

| Atributos oportunizados pela aplicação de jogos                                                                                    | Objetivo do jogo                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Tipo              | Autores                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Novas habilidades e conhecimentos                                                                                                  | Apresentar o jogo “Desafiando a Produção”, como alternativa para a difusão dos conceitos da Construção Enxuta, considerando as particularidades da mão-de-obra da construção civil.                                                                                                               | Físico            | Romanel; Freitas (2011)         |
| Treinamento                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Experiência prática                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Formula situações realistas                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Ambiente atraente                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Atrai a atenção dos envolvidos                                                                                                     | Desenvolver um jogo didático que auxilie os gerentes de obras no uso das atividades que contribuam para a melhoria do processo construtivo de elevação de alvenaria estrutural, de forma a estimular a continuidade dos fluxos de produção dentro dos canteiros de obras e a eliminação de perdas | Físico            | Mesquita (2014)                 |
| Visão geral do processo pelos gerentes                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Prepara profissionais para o reconhecimento de aspectos positivos e negativos no escopo gerencial dentro de um sistema construtivo |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Possibilita a identificação de ações contribuintes com a melhoria de processos                                                     | Simular um processo de construção em que os recursos produzidos por uma profissão são pré-requisitos para o trabalho realizado pela próxima profissão                                                                                                                                             | Físico ou virtual | Tommelein, Riley, Howell (1999) |
| Retrata situações encontradas nos canteiros de obras                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Maior conscientização de desperdícios, do tempo estimado para cumprimento do projeto                                               | Desenvolver e testar de um jogo de simulação que foca na eliminação de perdas e maximização de valor utilizando princípios <i>lean</i>                                                                                                                                                            | Físico            | Bhatnagar; Devkar (2021)        |
| Promove o entendimento da filosofia <i>lean</i>                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |
| Compreensão sobre perdas, valor e práticas enxutas                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                 |

Fonte: Autora (2024).

A investigação sobre as práticas *lean* dentro das corporações construtivas tem sido abordada em diferentes simulações e analisadas sob a óptica de diferentes sistemas construtivos; dentre estes um que pode ganhar força em breve entre os jogos, é o sistema construtivo de paredes de concreto.

### 3.5 Paredes de concreto moldadas no local

Pode-se dizer que a busca por melhorias na estrutura de produção da indústria construtiva se estende ao uso dos sistemas construtivos, conforme Vieira, Silva e Goliath, (2021), em que o emprego de obras com paredes de concreto moldadas no local (PCML) além de ter provocado uma industrialização no âmbito construtivo, levou à redução de perdas.

### 3.5.1 Aspectos Gerais

A criação de programas governamentais que facilitam o acesso à casa própria e, por consequência, uma maior demanda habitacional, conduziu empresas construtoras a inovarem seus processos construtivos. Isso ocorreu na tentativa de garantir maior agilidade na execução, reduzir prazo de entrega, promover padronização, qualidade, durabilidade e reduzir perdas, o que desencadeou na adoção do sistema de paredes de concreto moldadas no local nos canteiros de obras (Vieira; Silva; Goliath, 2021). Favorável ao sistema, está ainda, o fato deste poder ser empregado em diferentes configurações construtivas, desde casas térreas à edifícios (Misurelli; Massuda, 2009).

Por outro lado, por meio de estudo produzido por Cruz (2017) e Cruz, Santos e Mendes (2018) pode-se inferir que este tipo de sistema construtivo está mais propício à ocorrência da variabilidade no processo, haja vista a sua agilidade. No entanto, o referido estudo constatou que comparado a outros sistemas, obras que utilizam sistemas construtivos mais industrializados, como o de paredes de concreto moldadas no local, inclinam-se com mais ênfase para a aplicação de boas práticas.

Um comparativo do sistema discutido em relação aos mais usuais, pode ser visualizado no Quadro 5.

**Quadro 5.** Comparativo entre sistemas construtivos mais usuais

|                                   | <b>Paredes de concreto moldadas <i>in loco</i></b>                                              | <b>Estrutura convencional</b>                                                                                        | <b>Alvenaria estrutural</b>                                                                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Características                   | Estrutura única de concreto, moldada em formas metálicas, de madeira ou de plástico             | Formada por pilares, vigas e lajes de concreto. Os vãos são preenchidos com blocos de vedação                        | Estrutura em blocos de concreto ou cerâmicos mais resistentes, adequados para alvenaria estrutura       |
| Distribuição dos pesos            | O peso se distribui por toda a estrutura de concreto autoportante até a interface das fundações | O peso da construção é distribuído nos pilares, vigas e lajes para as fundações (as paredes não suportam cargas)     | As paredes são autoportantes (capazes de suportar a carga da obra sem a necessidade de vigas e pilares) |
| Armação                           | Concretada em tela soldada (no centro da parede ou próximas às duas faces)                      | Não há armação nas áreas de vedação, somente nas colunas, vigas e lajes                                              | Geralmente não há armação (embora haja alvenaria estrutural armada)                                     |
| Revestimento                      | Normalmente não recebe revestimento                                                             | Revestimento, base com chapisco                                                                                      | Revestimento, base com chapisco                                                                         |
| Instalações elétricas/hidráulicas | Quando embutidas, são instaladas antes da concretagem                                           | Depois da construção das paredes, em geral é preciso “rasgá-las” para embutir as instalações hidráulicas e elétricas | Instalações embutidas dentro dos blocos, que são cortados nos pontos de saída                           |

Fonte: Adaptado de Corsini (2012).

A norma que prescreve o projeto e a execução desse sistema, a NBR 16.055-2022 (Paredes de Concreto Moldadas no Local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos) (ABNT, 2022), traz como definição para parede de concreto, “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”.

### 3.5.2 Breve Histórico

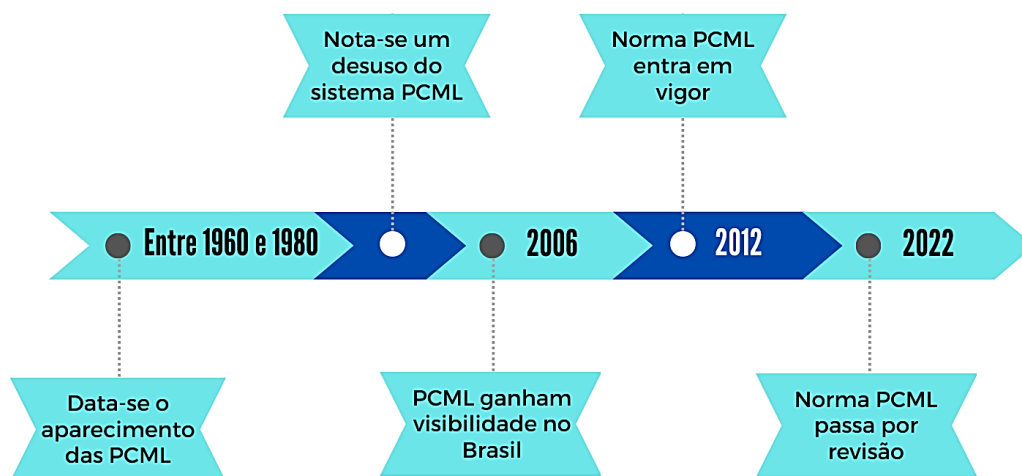
Alguns autores datam o aparecimento das paredes de concreto nas décadas de 1970 e 1980, a partir de experiências bem-sucedidas realizadas com o emprego de concreto celular e convencional (Misurelli; Massuda, 2009). Segundo Sacht (2008), em 1979 foi registrada a primeira construção com uso desse sistema construtivo, tratando-se de um conjunto habitacional, composto por 46 residências, empregado pela COHAB-MG. Misurelli e Massuda (2009), por sua vez, apontam um desuso nas décadas seguintes.

As transformações ocorridas no mercado, como o panorama encontrado na atualidade nos canteiros de obras, que contemplam obras com prazos de entrega mais reduzidos e uma conjuntura projetista de maior replicação, corroboraram para a volta do uso desse sistema construtivo. Junto a isso, a busca por novas tecnologias no meio, ao longo dos anos, levou a estudos mais profundos que revelaram a eficiência da PCML (Wendler, 2012).

A literatura não traz datas precisas sobre a retomada e o ápice do emprego desse sistema, mas Corsini (2012) aponta que, por volta do ano 2006, a amplitude da conjuntura construtiva do programa de habitação social, Minha Casa, Minha Vida, que requeria à construção em larga escala, deu visibilidade ao sistema no Brasil. A utilização de projetos dessa natureza, porém, até então, ficavam sobre a aprovação do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), do Ministério das Cidades, e os procedimentos eram próprios de cada construtora, segundo relatado pelo autor.

No ano de 2012, a norma NBR 16.055-2012 (ABNT, 2012), entrou em vigor, mesmo embora o uso de paredes de concreto moldadas *in loco* fosse empregado aproximadamente há 30 anos no Brasil (CORSINI, 2012). De acordo com informações exibidas pela CBIC (2022c), a norma passou por revisão em 2022, realizada pela Comissão de Estudo de Paredes de Concreto (ABNT/CE-002:123.005). A revisão expandiu a viabilidade do sistema, permitindo o seu emprego em edificações com maior porte e altura (Núcleo de Paredes de Concreto, 2022b). Por meio da Figura 14, a evolução do sistema pode ser melhor visualizada.

**Figura 14.** Evolução histórica do sistema PCML no decorrer dos anos



Fonte: Autora (2023).

### 3.5.3 Etapas Principais do PCML

Wendler (2012) descreve um ciclo de produção acelerada para esse sistema, chegando a exemplificar que, um empreendimento com 4 pavimentos, pode ter toda a estrutura finalizada em 15 dias. Buscou-se descrever sucintamente as etapas principais que regem o sistema PCML como um todo.

#### - Projeto

O projetista desempenha papel crucial na norma que rege o sistema (Corsini, 2012). Visto os ganhos promovidos estarem atrelados ao projeto, a ocorrência de um erro nesta etapa, pode ser de difícil correção, o que prejudicará as vantagens que o diferencia dos demais, como a velocidade na execução, qualidade e redução de recursos (Núcleo de Paredes de Concreto, 2023a). Dessa forma, é necessário que o projeto contemple as informações de forma detalhada (Wendler, 2012).

#### -Fundação

A definição da fundação dependerá do terreno onde a obra será instaurada e de aspectos climáticos e geotécnicos (Misurelli; Massuda, 2009), mas comumente é utilizado nesse sistema, o radier (protendido ou não) (Figura 15), pois acaba contribuindo na montagem das fôrmas (Corsini, 2012). Para isso, uma atenção especial deve ser dada ao nivelamento, para que não venha a prejudicar o andamento em etapas seguintes (Misurelli; Massuda, 2009).

**Figura 15.** Preparação de Fundação para sistema PCML (radier)



Fonte: Construtora Z (2023).

#### - Armação

Para a armação são empregadas telas soldadas (Corsini, 2012). Pela NBR 16.055-2022 (ABNT, 2022), é permitida a instalação de somente uma tela soldada disposta no eixo vertical, desde que a espessura da parede não exceda 15 cm, caso contrário e, em alguns casos especiais, onde há a possibilidade da mesma sofrer colisão de veículos, serem engastadas e em caso de se tratar de pavimento alto descoberto em balanço, a norma prescreve tela soldada nas duas faces (ABNT, 2022); além das telas, barras são acrescentadas em pontos estratégicos da estrutura da parede (Misurelli; Massuda, 2009).

Conforme discorrem os autores, a montagem das armaduras inicia-se pela instalação da armadura principal, na sequência, são acrescentadas, as armaduras de reforço, ancoragens e cintas. Por último, há a colocação dos espaçadores, fundamentais para assegurar a disposição das telas (Misurelli; Massuda, 2009). A Figura 16 exhibe uma parte da montagem.

**Figura 16.** Montagem da armadura



Fonte: Autora (2024).

#### - Instalações

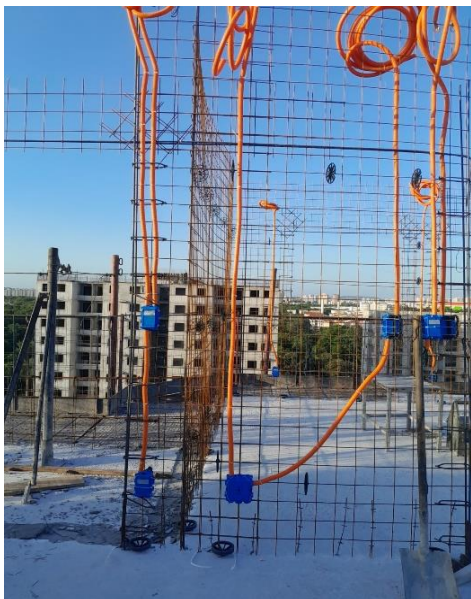
As recomendações propostas pela NBR 16.055 (ABNT, 2022) concedem o embutimento das instalações verticais na própria estrutura da parede, contanto que atenda a condições, como:

- Dispor de diâmetro de até 50 mm;
- Pressão interna na tubulação inferior a 0,3 Mpa;
- Temperatura não excedente a 15 °C, no contato tubulação e concreto;
- Diâmetro não passar 50 mm da espessura da parede;
- A não ocorrência de contato dos tubos com armaduras.

Quanto ao uso de instalações horizontais, a norma NBR 16.055 (ABNT, 2022) versa que não se é permitido, com exceção de trechos de até um terço do comprimento da parede, caso não ultrapasse 1 cm. Também é vedado pela norma nos encontros de parede, o emprego de tubulações.

As instalações hidrossanitárias precisam ser posicionadas em *shafts* e ou serem externas às paredes, em obediência à norma de desempenho para viabilizar a manutenção (ABNT, 2021). As instalações elétricas admitem o embutimento, obedecendo as orientações que regem o sistema (Núcleo de Paredes de Concreto, 2023a). As Figuras 17 e 18 apresentam a preparação para receber as instalações.

**Figura 17.** Preparação para instalações elétricas



Fonte: Autora (2024).

**Figura 18.** Preparação para instalações hidrossanitárias



Fonte: Autora (2024).

#### - Fôrmas

O kit de fôrmas deve vir com projeto, e dentre as especificações vai instruir sobre a correta disposição dos painéis, escoramento e a sequência de montagem e desmontagem das fôrmas (Misurelli; Massuda, 2009).

Para preservar e garantir o seu aproveitamento, é primordial a atenção no armazenamento do conjunto dessas fôrmas (Misurelli; Massuda, 2009), contudo a norma NBR 16.055 (ABNT, 2022) chama a atenção que em casos de usos recorrentes, as propriedades do material, bem como a sua resistência deve ser averiguada, visto que, conforme comenta Corsini (2012), estas são submetidas a grandes esforços devido a porção de concreto lançada. Para maior reaproveitamento das fôrmas aconselha-se o emprego de medidas simétricas nos eixos longitudinais e transversais (Núcleo de Paredes de Concreto, 2023a).

É admitido o uso de fôrmas metálicas (Figuras 19 e 20), plásticas e ou de madeira (Wendler, 2012). A NBR 15969 (ABNT, 2009) deve ser consultada para o procedimento de montagem dos moldes (NBR 16.055) (ABNT, 2022).

**Figura 19.** Fôrma para parede de concreto do tipo metálica



Fonte: Autora (2024).

**Figura 20.** Travamento das fôrmas metálicas



Fonte: Autora (2024).

#### - Concretagem

As paredes de um ciclo são moldadas em uma só etapa de concretagem. O concreto autoadensável é o mais adequado a ser empregado na produção das paredes de concreto (Corsini, 2012). Conforme prescreve a norma NBR 16.055 (ABNT, 2022), o lançamento do concreto deve ser feito de forma uniforme, evitando a concentração forçada em algum ponto da estrutura.

Para reproduzir velocidade e tornar regular os ciclos de concretagem, orienta-se não dispor de configurações de apartamentos muito distintos, indicando o mesmo arranjo de paredes estruturais (Núcleo de Paredes de Concreto, 2023a). A imagem 21 expõe a etapa de concretagem.

**Figura 21. Concretagem**

Fonte: Construtora Z (2023).

#### - Desfôrma

A resistência no tempo determinante para a desfôrma das paredes e lajes deve ser indicada no projeto estrutural (Núcleo de Paredes de Concreto, 2023a). Visto o sistema contemplar a opção de escolher o tipo de fôrma a ser utilizada, deve-se ter cuidado ao desmoldante a ser empregado para que o mesmo não altere as propriedades do concreto, assegure a aderência à fôrma, e preserve a estrutura da mesma (Wendler, 2012). A Figura 22, apresenta o aspecto da parede, pós-desfôrma.

**Figura 22. Aspecto da parede pós-desfôrma**

Fonte: Autora (2024).

A PCML é um sistema que possibilita melhores ganhos no âmbito construtivo, contudo, estudos realizados evidenciaram que o mesmo pode estar suscetível a gargalos, com potencial de reduzir a qualidade final do produto (Padilha; Carneiro; Poggiali, 2021). Além disso, os autores revelaram que muitos erros construtivos são advindos da etapa de execução, atentando para a importância de maior preparação por parte daqueles que executam. Assim, estes sugerem que ações para controle dos processos sejam efetuadas, de modo a promover melhorias, gerar conhecimento e evitar que os erros se tornem comuns.

## 4 MÉTODO DE PESQUISA

### 4.1 Enquadramento metodológico

A classificação de uma pesquisa parte da finalidade com que ela será desenvolvida (Gil, 2002). De acordo com algumas concepções levantadas por Gil (2002), pode-se considerar a pesquisa em questão de caráter exploratório, uma vez que promove maior familiaridade com a situação estudada, provocando mais visibilidade e estabelecendo hipóteses. Contudo, não se pode descartar a pesquisa explicativa, já que, ainda de acordo com o autor, esta visa o reconhecimento de aspectos que apoiam a ocorrência de determinados fenômenos e tem maior proximidade com o conhecimento real.

No que se refere aos procedimentos técnicos, o estudo se associa a mais de um enfoque. Condiz com uma pesquisa bibliográfica, uma vez que se fez uso de materiais já produzidos, como artigos científicos, livros (Gil, 2002). A pesquisa reflete os aspectos de uma pesquisa construtivista, ao mesmo tempo que o aprofundamento em fenômenos em sua condição real, leva a considerá-la como um estudo de caso (Yin, 2015). Ainda, ao se associar à aplicação de um jogo, como etapa de seu protocolo metodológico, que permite eleger condições capazes de interferir no todo, controlar e perceber as decorrências provocadas pelas variáveis, trata-se também de um experimento (Gil, 2002).

Uma das adversidades que um pesquisador pode se esbarrar no desenvolvimento da pesquisa é a insatisfação por parte do elemento estudado, no caso, os participantes, isso por estes não entenderem como a realização de tal pesquisa pode ser favorável a eles (Lukka, 2003). Segundo o autor, uma das direções tomadas pela abordagem construtiva é o destaque à comunicação bilateral. Assim, possibilita o conhecimento para pesquisadores e indústria (Oyegoke, 2011). Isso pode torná-la mais interessante, uma vez que, conforme relata o autor, esta abordagem não se limita à aplicação de questionários e estudos de caso comuns.

A pesquisa construtiva é um método que concorre para concepções inovadoras, designada para a resolução de problemas concretos da sociedade, objetivando gerar contribuições para a área explorada (Lukka, 2003). De acordo com Oyegoke (2011), esse tipo de estratégia de pesquisa é pouco empregada em estudos de gerenciamento de projetos. O autor ressalta que o seu uso representa grande potencial nesse campo, visto o seu feito na construção gerencial.

Para Lukka (2003), a pesquisa construtiva tem como centro, a construção da solução para um problema inicial e adjacente à essa construção a pesquisa busca estabelecer:

- Relevância prática do problema e solução;

- A funcionalidade prática da solução;
- A conexão com a teoria anterior;
- Contribuição teórica do estudo.

No que concerne ao tratamento dos dados, considera-se esta pesquisa de natureza quali-quantitativa, uma vez que a sua condução aponte para a melhoria e, por considerar aspectos relativos às duas abordagens, como a objetividade, configurando-se pela óptica de Fonseca (2002) como quantitativa, muito embora não evidencie somente valores e quantificados, o que segundo o mesmo, reflete a abordagem qualitativa. A implementação conjunta leva em consideração que, para Fonseca (2002), a abordagem associada possibilita maior amplitude de dados.

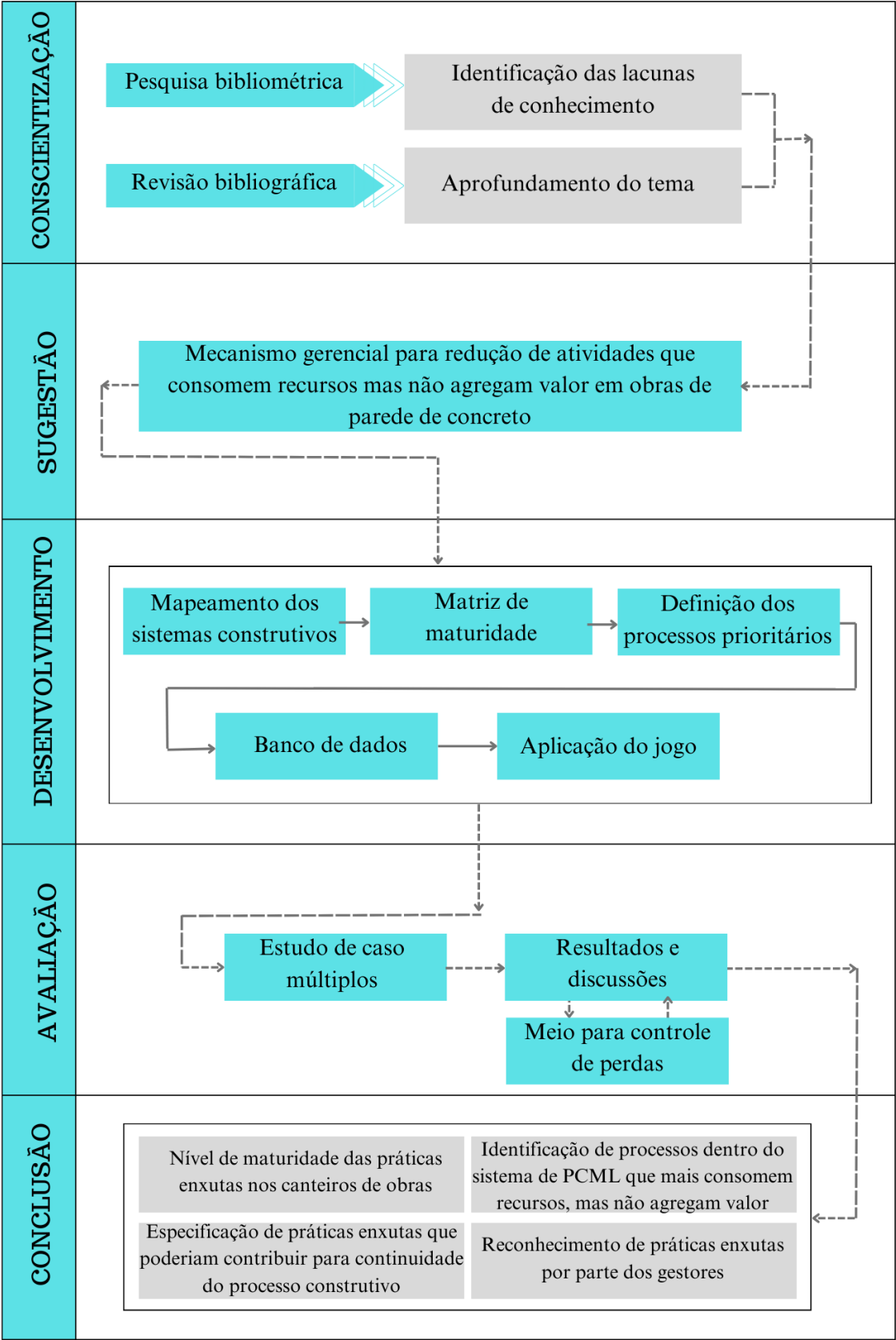
## **4.2 Delineamento da pesquisa**

Para nortear as fases da pesquisa, é funcional delinear as etapas a serem executadas. Gil (2002) define esse delineamento como a estruturação da pesquisa de maneira mais extensa, considerando os aspectos relativos à coleta de dados do meio a ser estudado.

O Apêndice B apresenta uma síntese dos aspectos que levaram à realização deste estudo, bem como às etapas metodológicas traçadas para sua efetivação, que envolve o contexto, o problema, os objetivos, as questões de pesquisa, o método, os instrumentos e os resultados obtidos.

O delineamento desta pesquisa buscou seguir as principais atividades que conduzem a *Design Science Research*, segundo Lacerda (2013). Método de pesquisa que se mostra benéfico ao campo da engenharia, uma vez que tem como escopo a criação de soluções ou aprimoramento de concepções já existentes para a área (Dresch *et al.*, 2019). Este, relaciona-se ao ideal da pesquisa construtiva. A Figura 23 delinea as etapas seguidas.

Figura 23. Etapas da pesquisa baseada no *Design Science Research*



Fonte: Autora (2024).

A conscientização, que consiste na primeira etapa da *Design Science* (DS), neste estudo reflete a identificação das lacunas de conhecimento e do aprofundamento do tema, destrinchados em capítulos anteriores, na pesquisa bibliométrica (item 2) e revisão da literatura (item 3). Na sequência, serão mais bem delineadas as etapas seguintes desta pesquisa, estruturada com base na DS, conforme demonstrada na imagem acima, para construção do artefato proposto como solução da problemática exposta.

### 4.3 Descrição das fases da pesquisa

#### 4.3.1 Mecanismo gerencial

A ideia central deste estudo é a redução de atividades que não agregam valor em obras de paredes de concreto, com emprego de boas práticas e ou atividades facilitadoras; para isso, sugeriu-se a construção de um artefato, o estabelecimento de um mecanismo gerencial, sendo este, um procedimento composto por algumas etapas que visam a identificação das perdas mais eminentes para melhor tratamento (seja como um todo, seja por quem está à frente do processo). Alguns resultados dos estudos obtidos na fase da pesquisa bibliométrica chamaram à atenção e corroboraram para a sua construção (Quadro 6).

**Quadro 6.** Destaque dos resultados de alguns estudos

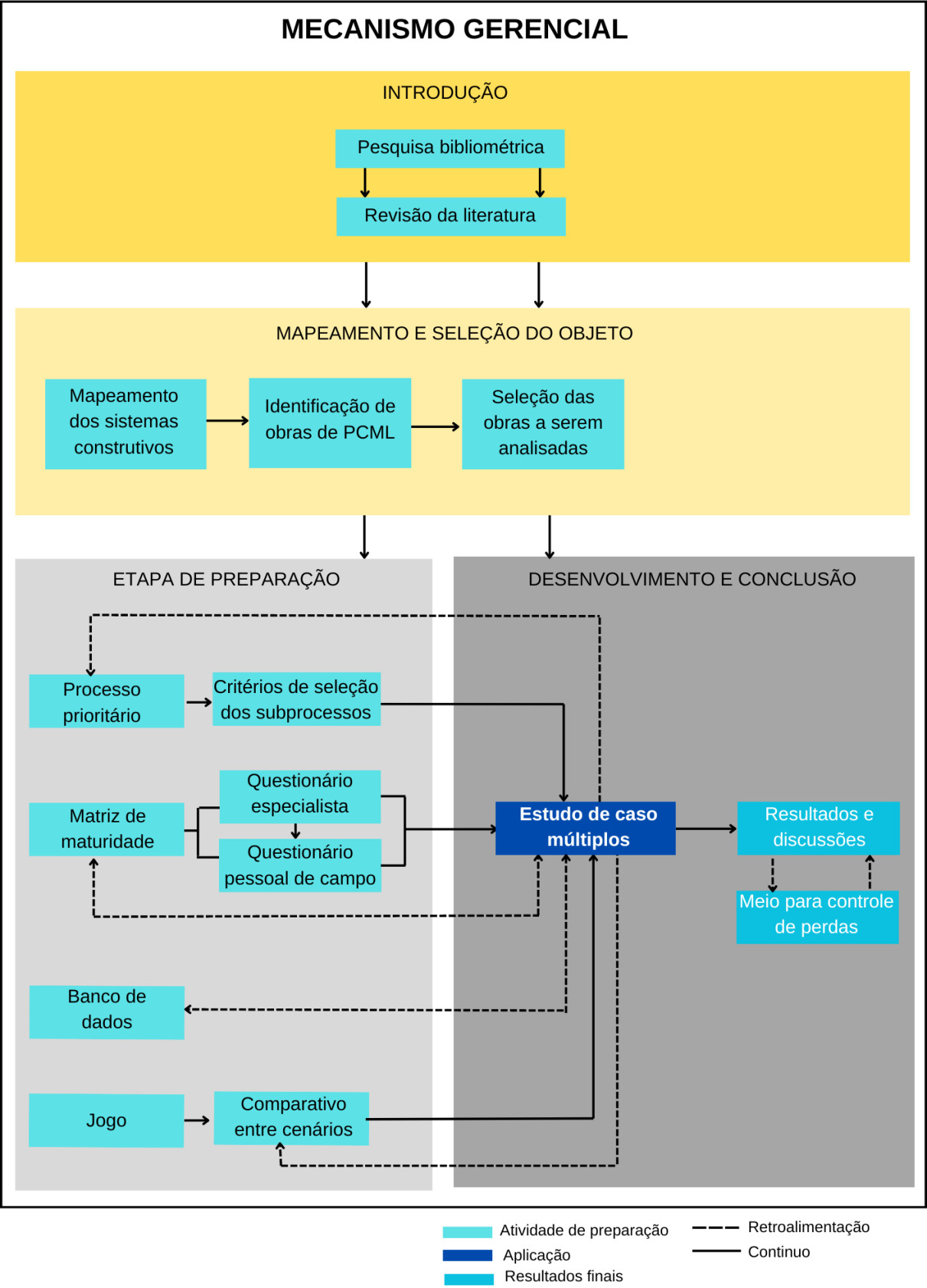
| Referência                                                  | Destaque dos resultados de alguns estudos                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bhatnagar e Devkar (2021)                                   | A aplicação de um jogo de simulação resultou em maior compreensão sobre perda, valor e práticas enxutas                                                                                                                                     |
| Nassri, Talebi, Elghaish; (...); Poshdar e Kagioglou (2021) | Quase 62% do tempo dos trabalhadores é gasto em atividades que não agregam valor                                                                                                                                                            |
| Lyra, Crispim, Prange e Santos (2018)                       | É possível reduzir perdas no campo adotando propostas simples; entretanto, a incorporação de uma nova metodologia leva tempo para ser absorvido pela equipe, por isso é necessário um plano de ação bem definido para desenvolver melhorias |
| Oliveira (2016)                                             | Gestores, muitas vezes, não possuem o conhecimento aprofundado sobre conceitos que têm por objetivo promover a execução de forma contínua e com a redução de perdas                                                                         |
| Silva, Santos e Souza Filho (2015)                          | Não é comum aos gestores, implementar em seus sistemas construtivos, mecanismos capazes de auxiliá-los no controle da produção e consequentemente, na redução ou eliminação de perdas que ocorrem nos canteiros de obra                     |
| Moura e Formoso (2008)                                      | O índice de boas práticas no canteiro de obras influencia positivamente a confiabilidade do planejamento na construção                                                                                                                      |
| Costa, Bonin, Masuero e Formoso (2005)                      | Empresas, ao reconhecerem suas ineficiências, buscaram e implementaram soluções relativamente simples e com efeitos positivos                                                                                                               |

Fonte: Autora (2024).

O artefato tem como núcleo principal um estudo de caso múltiplos, mas que para a sua construção carece de núcleos adjacentes, que delimita o seu desenvolvimento, compreendendo o mapeamento dos sistemas construtivos, a definição do processo prioritário, a matriz de maturidade, banco de dados e a aplicação de um jogo.

A validação do artefato se deu no passo de avaliação, com o emprego do estudo de caso (que envolve visitas às obras, resultados dos questionários e aplicação do jogo), mediante os resultados e discussões, e na fase de conclusão, observando se de fato os procedimentos propostos, corroboraram para os objetivos preestabelecidos. Por meio do macrofluxo (Figura 24), é possível ter uma visualização de todas as etapas do mecanismo e das suas relações.

Figura 24. Macrofluxo da estruturação do mecanismo gerencial



Fonte: Autora (2024).

#### 4.3.1.1 Estudo de caso múltiplo

Para dar maior visibilidade à temática trabalhada, bem como para estabelecer um comparativo entre os cenários encontrados e o ponto de vista dos participantes da pesquisa, optou-se por aplicar um estudo de caso em mais de uma obra, tendo assim um estudo de caso múltiplo. Esta estratégia de pesquisa, de acordo com Gil (2002), permite ter uma perspectiva geral do problema e ainda aponta fatores capazes de o influenciar ou que por este podem ser influenciados. Alguns diálogos evidenciados por Ballé e Ballé (2011) ressaltam que o emprego do *lean* perpassa pela experiência de ir até o local de produção para ver como esta acontece de verdade, configuração que coincide com o estudo de caso. De antemão, aponta-se como delimitação ao estudo a investigação ser restrita a obras de paredes de concreto, dado ser o sistema construtivo mais praticado na região pesquisada, para obras repetitivas na atualidade.

##### *a) Mapeamento de obras de parede de concreto em execução*

O primeiro passo que norteou este estudo após a revisão da literatura consistiu na definição das obras a serem investigadas. A fim de ter um panorama geral de como estavam distribuídas as obras que empregam o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, fez-se um mapeamento dos sistemas construtivos. A princípio, definiu-se o campo de trabalho, sendo Aracaju o município escolhido, levando-se em consideração que nesta localidade concentra-se as obras em parede de concreto no estado de Sergipe, como também, pensando na viabilidade de deslocamento na fase de visitas às obras e facilitar a coleta de informações na etapa do mapeamento, mas fez-se um mapeamento na Região Metropolitana de Aracaju (RMA) para confirma os locais de concentração dessas obras.

Por meio da abordagem que envolveu levantamento nos sites de construtoras, contato com profissionais da área e com órgão responsável pela aprovação das obras da cidade, onde foi solicitada a relação dos empreendimentos com alvarás de construção, elaborou-se um mapeamento, das obras em andamento, identificados pela interpelação inicial.

A estratégia de escolha da quantidade das obras a serem analisadas levou em consideração um número ímpar de objetos de estudo, buscando evitar uma possível similaridade em algumas informações em etapas futuras da pesquisa, adotando-se três obras para estudo. Para completar a seleção das obras, além da condição de ser de sistemas PCML, concentrou-se na análise às construtoras que se mostraram favoráveis à pesquisa.

A etapa de mapeamento corroborou para estreitar a quantidade de obras a serem consideradas para investigação e conduziu para a definição das obras a serem analisadas. Após

esse primeiro passo, seguiu-se com o desenvolvimento, para conhecer o nível de maturidade presente em obras que adotam esse sistema.

#### *b) Matriz de maturidade*

A forma como uma organização busca resolver a complexidade de seus processos, tornou-se um fator competitivo essencial (Kluth *et al.*, 2014). Ainda assim, conforme os autores, a aproximação de meios apropriados, para mensurar e melhor conduzir essa complexidade, é limitada. A matriz de maturidade se mostra como uma ferramenta prática, favorável a essa na análise.

Observando as etapas que constituem a produção das paredes de concreto moldadas no local, assim como as nove categorias de atividades facilitadoras propostas no estudo de Santos (2004), as quais relacionam-se com o cumprimento de alguns requisitos para contribuir com a continuidade do serviço, considerou-se favorável ao trabalho, e assim, à comunidade acadêmica e da indústria, uma vez que esta pesquisa é de caráter construtivo, elaborar uma matriz de maturidade, composta pelas etapas da parede de concreto, as categorias de atividades facilitadoras, bem como os requisitos que as mesmas englobam, a ser aplicada a especialistas, e a profissionais, para inferir sobre a maturidade na aplicação de boas práticas e ou atividades facilitadoras no processo construtivo em análise.

A decisão pela matriz de maturidade visa ainda investigar, na visão de especialistas e profissionais, quais os critérios são de maior relevância na realização do serviço, e assim, deve ser dada maior atenção para contribuir com a redução das atividades que não agregam valor.

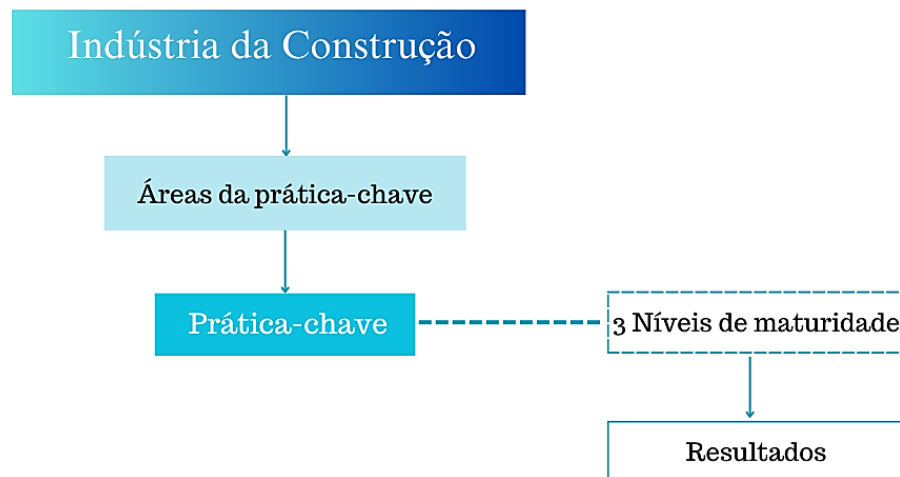
O emprego de modelos de maturidade viabiliza a melhoria de desempenho em diferentes áreas (Brookes *et al.*, 2014). Estas têm potencial para dar suporte à análise e avaliação de habilidades como também aos níveis de desenvolvimento de produtos, processos ou corporações (Kluth *et al.*, 2014).

Com o objetivo de dispor de uma sistemática alternativa para mensurar por meio da modelagem de maturidade o desenvolvimento do setor construtivo, surge o *Construction Industry macro Maturity model* (CIM3) (Willis; Rankin, 2012) (Figura 25). Para alcançar a intenção desejada, os autores orientam os seguintes passos:

- Determina as capacidades da indústria da construção em relação a um conjunto de práticas-chave.
- Agrupa as principais práticas da indústria da construção de acordo com as principais áreas de prática (KPAs) que estão em sintonia com as metas gerais de desempenho da indústria da construção.

- Determina a importância relativa percebida das principais práticas em relação ao desempenho de seus KPAs.
- Determina a importância relativa percebida dos KPAs em relação ao desempenho geral da indústria da construção.

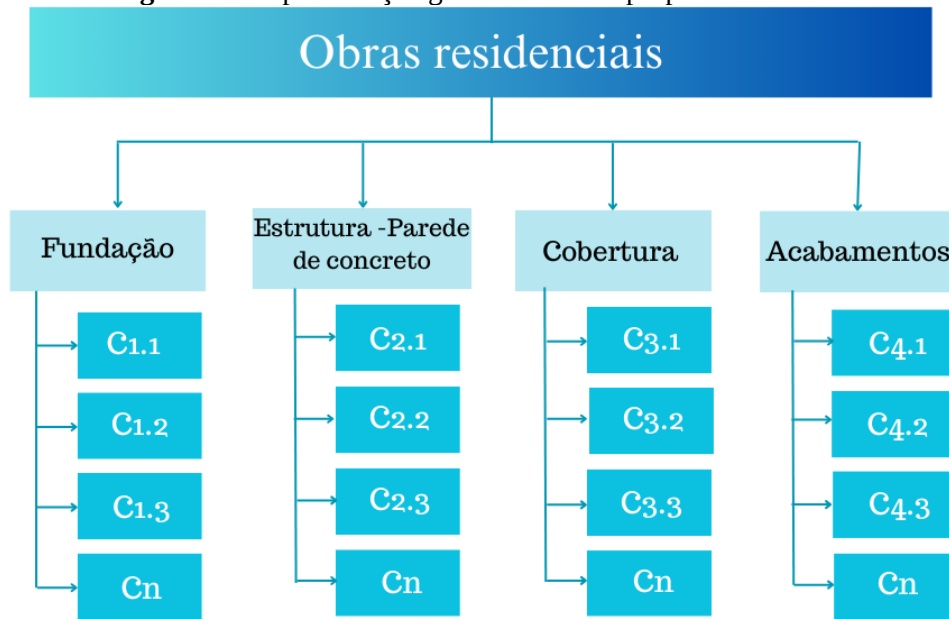
**Figura 25.** Estrutura geral do CMI3



Fonte: Adaptado de Willis e Rankin (2012).

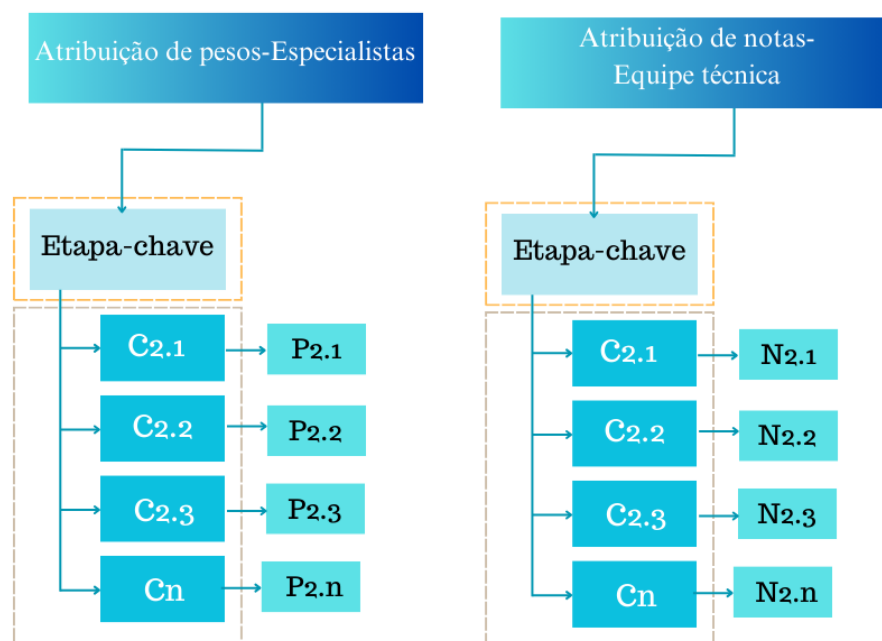
A esquematização (Figura 25) retrata a construção civil formada por áreas com práticas-chave, que, por sua vez, englobam meios para que a indústria construtiva alcance uma meta específica à prática-chave, podendo esta ser atividades ou regulamentações (Willis; Rankin, 2010).

Na primeira parte da matriz, buscou-se estabelecer pesos para a etapa-chave de acordo com o seu grau de importância. A etapa seguinte indicou-se as competências da indústria ligadas a cada uma de suas práticas bases (Willis; Rankin, 2012). Acompanhando a ideia proposta pelos autores sobreditos e observando as adaptações elaboradas por Weber *et al.* (2019), buscou-se moldar a estrutura do CIM3 para a análise a ser empregada nas paredes de concreto (Figura 26).

**Figura 26.** Representação geral do modelo proposto baseado no CMI3

Fonte: Adaptado de Weber *et al.* (2019).

Para pôr em prática a matriz de maturidade, fez-se necessário contar com a ajuda daqueles que lidam com o processo diariamente e melhor conhecem as suas particularidades. Assim, através de questionários (Apêndice C e D), especialistas e equipe técnica foram convidados a avaliar o grau de importância e de efetivação de determinada prática. A avaliação se deu pela atribuição de pesos, dados por especialistas, e de notas, atribuídas pelas equipes de campo, às respectivas etapas-chave (Figura 27).

**Figura 27.** Estrutura de aplicação de pesos e notas

Fonte: Adaptado de Weber *et al.* (2019).

As etapas-chave se destinam a cada processo da execução da parede de concreto e se correlacionam com as categorias de atividades facilitadoras, às quais foram fragmentadas quando possível em boas práticas. O Quadro 7 exhibe a visualização da identificação das práticas a serem analisadas.

**Quadro 7.** Estrutura de aplicação de pesos e notas

| Identificação | Categoria de atividade facilitadora | Recomendações (Boas práticas)                                                                   |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C2.1          | Acesso                              | C2.1.1 – Manter o ambiente de trabalho organizado                                               |
|               |                                     | C2.1.2 – Possuir materiais e ferramentas a disposição                                           |
| C2.2          | Projeto                             | C2.2.1 – Certificar que o projeto comporta todas as informações necessárias à execução          |
|               |                                     | C2.2.2 – Compatibilizar projetos                                                                |
| C2.3          | Preparação do trabalho              | C2.3.1 – Verificar se todos os recursos (ferramentas, materiais, informações) estão disponíveis |
| C2.4          | Conferência do trabalho             | C2.4.1 – Destinar responsável para conferência e validação após a realização de uma tarefa      |
| C2.5          | Conflito espacial                   | C2.5.1 – Desobstruir passagens antes de iniciar o trabalho                                      |
|               |                                     | C2.5.2 – Dispor de local adequado para armazenamento de material                                |
| C2.6          | Sequenciamento                      | C2.6.1 – Garantir a continuidade do serviço                                                     |
| C2.7          | Proteção dos operários              | C2.7.1 – Disponibilizar equipamentos de proteção                                                |
| C2.8          | Proteção dos processos              | C2.8.1 – Seguir uma sequência de maneira a não danificar etapas já executadas                   |
|               |                                     | C2.8.2 – Cobrir com algum utensílio algum processo já realizado                                 |
| C2.9          | Programação de obra                 | C2.9.1 – Cumprir planos de trabalho                                                             |

Fonte: Adaptado de Santos (2004).

O grau de maturidade com relação às práticas será obtido mediante a aplicação das equações 1 a 5, adaptadas de Willis e Rankin, (2012):

$$\text{MPCML} = \sum_{i=1}^n \text{EC}_i \quad (1)$$

$$\text{EP} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{GRC}_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (2)$$

$$\text{GRC} = \frac{\sum_{x=i}^n N_x}{5.n} \quad (3)$$

Sendo:

MPCML = maturidade do setor quanto às atividades das paredes de concreto;

EC = etapa-chave;

GRC = grupo de recomendações para as categorias;

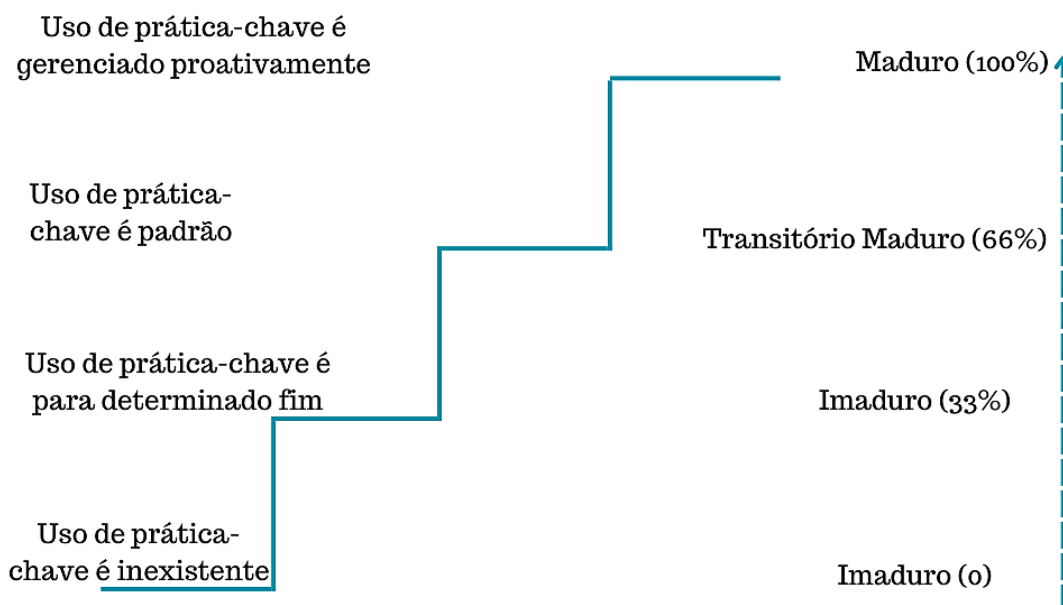
P = peso;

N = média aritmética das notas.

Nesse sentido, por meio dessa prática-chave, é avaliada a competência das práticas estipuladas na indústria, que é convertida em níveis de maturidade (Willis; Rankin, 2010)

(Figura 28). Ao final da aplicação dos questionários (Apêndice C e D) e resolução das equações, é possível ter um prognóstico do emprego das práticas no setor.

**Figura 28.** Níveis de maturidade usados no CMI3



Fonte: Adaptado de Willis e Rankin (2012).

Tendo conhecimento em que nível se encontra, esta pode melhor se esforçar para melhorar a eficiência dos processos, de maneira a torná-los mais proveitosos, priorizando os de maior relevância.

### *c) Seleção de processos prioritários*

Por muito tempo a eficiência no processo foi tida como a prioridade competitiva da função de produção de maior relevância na construção de edificações. Contudo, esse cenário sofreu alterações e novos aspectos passaram a ser considerados, tais como a qualidade, o prazo, a flexibilidade, a inovação e os serviços (Barros Neto; Fensterseifer; Formoso, 2003). Para alcançar o conjunto desses critérios competitivos, empresas delineiam suas estratégias e a seleção de processos prioritários pode ser uma delas.

A seleção de processos prioritários no gerenciamento de obras, possibilita a identificação de deficiências no sistema (Santos e Heineck, 2005). Segundo os autores, determina dentro de um processo quais são os prioritários, permitindo melhor concentrar os esforços.

Neste estudo, a análise se limitou na produção da estrutura da parede de concreto em si, a qual compreende em seu processo, vários subprocessos. A escolha em concentrar-se nesta

etapa ocorreu por observar, mediante a revisão bibliográfica, que a etapa da estrutura da parede de concreto é a que mais distingue o sistema de PCML dos demais, sendo a responsável pelas vantagens apresentadas pelo método. Dentre as quais qualidade, velocidade, economia, redução de mão de obra, redução de resíduos, terminalidade, conforme cita Wendler (2012).

A determinação dos subprocessos acompanharam os passos do procedimento metodológico estabelecido por Santos e Heineck (2005), que correlacionam os critérios listados pelos autores mencionados (Quadro 8), com os subprocessos que fazem parte das etapas construtivas principais da parede de concreto (armação, instalações, montagem das fôrmas, concretagem, desforma), atribuindo na sua perspectiva o seu grau de importância. A maneira como ocorre esta correlação pode ser melhor visualizada no Apêndice E.

**Quadro 8.** Critérios da seleção dos processos prioritários

| <b>Critérios (pontuação de 1 a 5)</b> |                                         |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>I</b>                              | Importância para o cliente externo      |
| <b>II</b>                             | Importância estratégica                 |
| <b>III</b>                            | Disponibilidade de recursos             |
| <b>IV</b>                             | Funcionalidade do processo              |
| <b>V</b>                              | Fatores de segurança                    |
| <b>VI</b>                             | Necessidades de recursos para conclusão |
| <b>VII</b>                            | Necessidade de tempo para conclusão     |
| <b>VIII</b>                           | Grau de dificuldade na conclusão        |
| <b>IV</b>                             | Importância para o cliente interno      |

Fonte: Adaptado de Santos e Heineck (2005).

A alocação de práticas enxutas poderá contribuir para melhor funcionamento dos processos definidos como prioritários e a construção de um banco de dados pode auxiliar nesse sentido.

#### *d) Banco de dados de práticas enxutas*

Para a realização de algumas etapas, julgou-se necessário ter um conhecimento prévio do que se considera como boas práticas e atividades facilitadoras, tanto para identificá-las mediante estudo de caso, como indicar práticas enxutas que possam ser empregadas no processo para que não haja a sua interrupção ou para facilitar o andamento da execução das tarefas.

Procurou-se reunir, por meio da literatura e em pesquisa documental no banco de dados do grupo de pesquisa, exemplos de boas práticas e ou atividades facilitadoras, que foram ou podem ser aplicadas ao processo construtivo proposto, para posteriormente serem implementadas essas atividades nos processos desenvolvidos em campo (Apêndice F); consultou-se ainda as recomendações da norma para o citado processo. Conforme exposto, a construção desta etapa do desenvolvimento do artefato, é um elemento base para efetivação do núcleo principal, contribuindo sobretudo durante as observações diretas.

### *e) Instrumentos adjacentes à coleta de dados*

Para consolidação de determinadas etapas, além dos meios já relatados, outros instrumentos foram necessários. Os instrumentos de pesquisa a serem empregados neste trabalho de maneira auxiliar se concentraram em dois recursos principais: aplicação de questionário e observação direta em campo.

- Questionário

Entre os instrumentos de coleta de dados mais usuais empregados, está o questionário. Segundo Gil (2002) o seu emprego comum pode ser motivado em função do mesmo permitir a coleta de informações de forma rápida. O questionário foi aplicado em subsídio à matriz de maturidade, destinado a dois públicos distintos, especialistas e equipe de obra, e em momentos diferentes, visto que a equipe técnica respondeu em campo as perguntas referentes à pesquisa, já os especialistas responderam de forma *on-line*, na determinação dos processos prioritários e auxiliar as informações sobre o jogo. É importante ressaltar que a aplicação dos questionários passou pela avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) (CAAE: 73203823.6.0000.5546), a fim de resguardar o interesse dos participantes.

Outro ponto a ser salientado é que, considerando a dinâmica construtiva e a quantidade de pessoal que integra o campo, faz-se preciso estabelecer uma lógica para seleção da amostra. Examinando os critérios de definição de amostra e os tipos de amostragem dispostos, a seleção dos colaboradores respondentes do questionário seguiu os passos da amostra estratificada proporcional. De acordo com Gil (2002), este tipo de amostragem permite a escolha de estratos dentro de uma população geral. Para este tipo de amostra, segundo o autor, escolhe-se uma porção aleatória da população, contanto que haja uma proporcionalidade entre os diferentes grupos.

Dessa maneira, foi feito um levantamento do quantitativo de funcionários que compõe cada etapa construtiva da parede de concreto, que se encontravam sendo realizadas no momento das visitas às obras e de modo proporcional, respeitando as limitações impostas pela ocorrência das atividades, indicou-se quantos da equipe responderiam ao questionário em campo; quanto a escolha do profissional, foi definida por conveniência.

- Observação direta

Além do questionário, tomou-se como instrumento de coleta, a observação direta. Esse instrumento corresponde à verificação de pressuposições referentes à pesquisa no local da análise (Calado, 2012). Dentre os aspectos relativos a esse instrumento, o autor cita o

acompanhamento de rotinas e processos, característica que condiz com as utilizada nesta pesquisa.

Por meio da observação direta, buscou-se verificar atividades que não estavam agregando valor, relacionando-a a etapa do processo, e como o emprego de atividades facilitadoras e ou boas práticas em determinadas situações poderia contribuir com a continuidade dos processos, reduzindo tempo e impedindo contratempos que gerem perdas. Como subsídio a esse instrumento, há o registro fotográfico, de forma a comprovar posteriormente na fase dos resultados, as situações observadas.

Por meio das inter-relações estabelecidas pelas atividades apresentadas no macrofluxo (Figura 24), é possível chegar ao processo de maior relevância dentro do sistema construtivo estudado, podendo os gestores dar mais atenção aos mesmos, na tentativa de reduzir as perdas mais eminentes. Além disso, a efetivação da matriz de maturidade, poderá constatar se a implementação de práticas enxutas é uma solução adotada para as atividades sem valor agregado. O reconhecimento dessas práticas, por meio do banco de dados, levará, mediante às visitas, a identificação de práticas já empregadas e ou processos em que estas poderiam ser implantadas para permitir a continuidade do serviço.

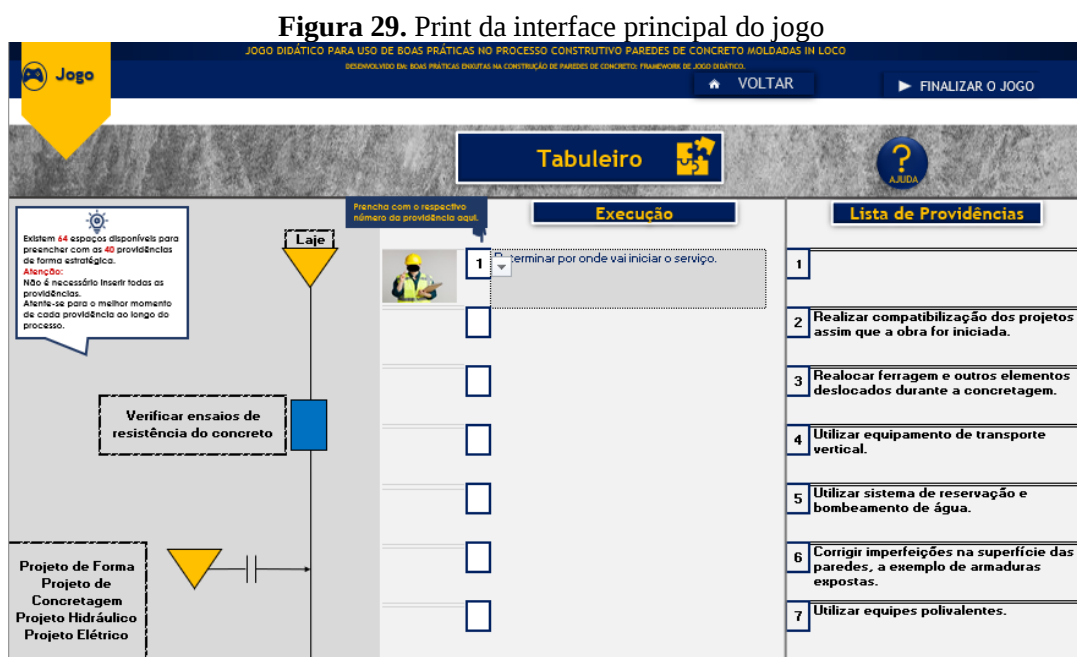
Após o tratamento dos dados, inicialmente, foi feito uma análise geral, observando se os resultados obtidos eram esperados e estabelecendo um comparativo entre as diferentes empresas construtoras, verificando se falhas encontradas em uma se assemelha à encontrada em outra e se não, quais as diferenças mais notáveis, quais táticas são empregadas para que possivelmente uma apresente menos atividades sem valor agregado que outra.

#### *f) Aplicação do jogo*

A produção está cercada por perdas e para conter essa adversidade que resulta em consequências que se repetem, e não se nota mudanças e desenvolvimentos, é preciso que àqueles que estão à frente dos processos, sejam capazes de reconhecer no todo o que é e o que provoca essa perda (Ohno, 1997). Considerando que as atividades que não agregam valor se configuram como perdas e que práticas enxutas podem evitá-las, induzir os envolvidos a conhecê-las ou reconhecê-las ajuda na redução desse tipo de perda.

Notada uma similaridade entre o contexto geral desta pesquisa com o jogo desenvolvido por Souza (2021) (Número do registro: BR51202300345-9), que criou um *serious game* em *software* em planilha eletrônica sobre a implementação de boas práticas em obras de paredes de concreto moldadas no local (as informações principais do jogo, bem como a sua interface podem ser visualizadas no Anexo A), julgou-se interessante confrontar informações da situação

real encontrada nos canteiros de obras, com o que eles supostamente acreditam ser o certo, de modo a buscar compreender qual a importância que os gestores dão a esse tipo de atividade, supondo que aquelas que eles consideram importante passam a ser explicitadas pelos mesmos, divulgando assim um conhecimento tácito. A Figura 29 exibe a interface principal do jogo.



Fonte: Autora (2024).

A ideia de inserir um jogo para complementar a estrutura do mecanismo gerencial, foi fortalecida também ao observar quantos atributos são oportunizados pela aplicação de jogos (Quadro 4). Enxergou-se nesse recurso uma importante ferramenta para o treinamento de equipes, podendo contribuir com o aprimoramento e até mesmo o conhecimento do processo construtivo. Características que se assemelham às oportunizadas pelos Jogos de Empresas (JE), podendo assim até configurá-lo, uma vez que também foi aplicado para colaboradores da esfera corporativa com o intuito de disseminar o conhecimento.

Os Jogos de Empresas possibilitam o desenvolvimento de competências gerenciais, introduzindo de forma simulada o jogador no ambiente de trabalho. Por meio da prática contínua que conduz à tomada de decisão e discussão de resultados, esperando-se que esse conjunto possa levar ao aprendizado dos envolvidos (Vieira Filho, 2003).

Dessa maneira, profissionais envolvidos no processo de gerenciamento das obras analisadas foram convidados em um dia oportuno para aplicação do jogo, visando observar se as práticas inseridas no jogo foram identificadas nas obras dos respectivos profissionais.

A partir dos resultados do jogo pode ser comprovado se os colaboradores têm conhecimento de atividades facilitadoras ou boas práticas que devem ser inseridas em

determinado processo e a implementam, ou se embora tenham conhecimento não implementam, ou se não tem conhecimento e não há implementação nas obras analisadas.

Antes e após a aplicação do jogo, os participantes foram direcionados a responder alguns questionamentos (Apêndice G), a fim de constatar a evolução do conhecimento do respondente e se a utilização da simulação foi útil para o conhecimento ou reconhecimento das boas práticas e atividades facilitadoras, bem como se essa atividade propiciou um momento agradável e de alguma forma possa ter estimulado à implementação de alguma prática no ambiente real.

De modo geral, a ideia da abordagem do jogo é ajudar os engenheiros a melhor visualizarem o processo e assimilarem maneiras de torná-lo mais fluido e, a partir disso, estes possam transferir o conhecimento para o campo.

A reunião das informações constatadas nas etapas descritas, ajudou a visualizar problemas recorrentes que provocam perdas, permitindo uma direção clara, de quais processos devem ser melhor trabalhados e como (qual prática melhor se adequa), uma vez que nem sempre torna-se possível e proveitoso “atacar” a todos; além disso, tenciona-se a fazer com que aqueles que diariamente estão em campo, reconheça soluções e repasse a sua equipe, de maneira a reduzir cada vez mais atividades que não agregam valor infiltradas nos processos construtivos.

#### 4.3.1.2 Tratamento dos dados

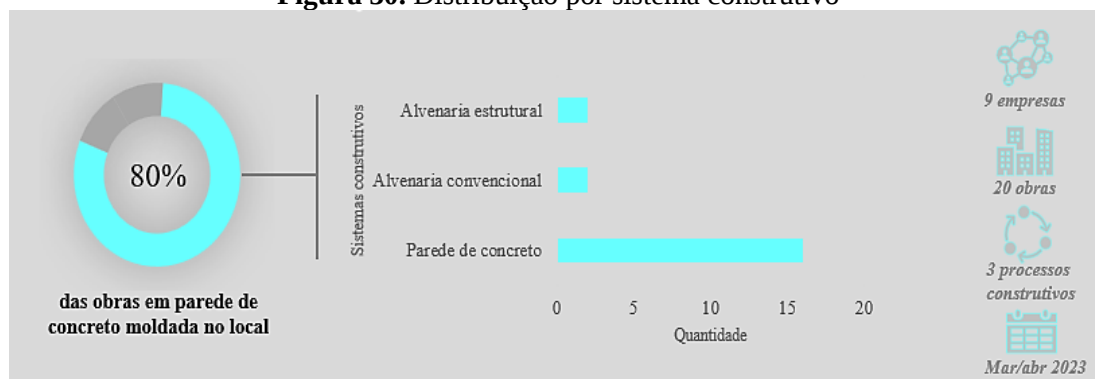
A reunião dos dados resultantes das etapas do macrofluxo do mecanismo gerencial (Figura 24) (respostas dos questionários, registros de campo, discursos relevantes notados durante as abordagens, pontuação final do jogo e percepções observadas e expostas pelos participantes), foi organizada, agrupada e apresentada por meio de gráficos e tabelas, de forma que se permita estabelecer comparativos, discussões e impressões das possíveis contribuições da dada pesquisa.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Mapeamento dos processos construtivos

Como resultados das fases iniciais desta pesquisa, tem-se um panorama dos processos construtivos aplicados no município de Aracaju, Sergipe. Das 20 obras mapeadas, distribuídas em nove empresas construtoras, 16 empregam o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local (PCML). Farah (1988) já apontava a racionalização das construções que otimiza a utilização dos recursos existentes em todas as etapas da obra para o aumento do desempenho, produtividade e redução do desperdício de materiais e tempo, sendo ainda uma tendência atualmente do setor de edificações. A Figura 30, por meio da distribuição por sistemas, comprova essa realidade.

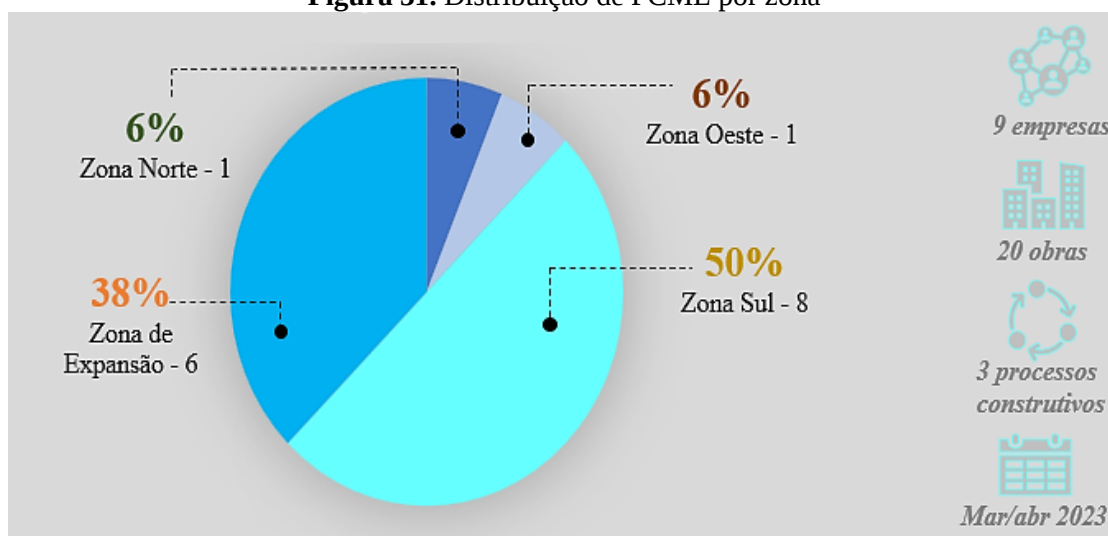
**Figura 30.** Distribuição por sistema construtivo



Fonte: Autora (2024).

Constatado o domínio do sistema de PCML, considerou-se interessante verificar como essas obras estavam distribuídas no município.

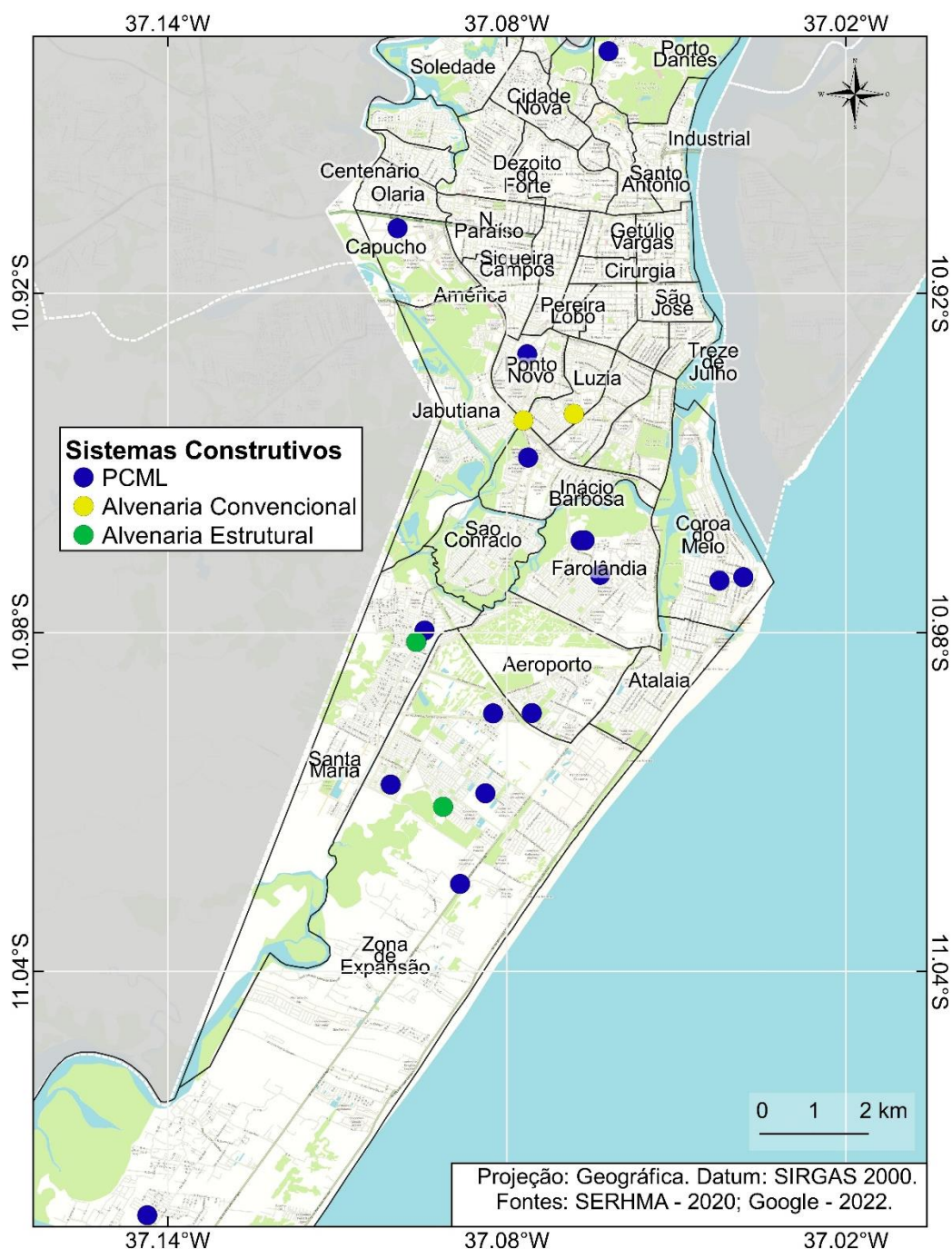
**Figura 31.** Distribuição de PCML por zona



Fonte: Autora (2024).

Conforme exhibe a Figura 31, o arranjo de distribuição das 16 obras mapeadas revela maior concentração do sistema PCML nas zonas sul e de expansão de Aracaju. A distribuição por completo pode ser visualizada na Figura 32.

**Figura 32.** Panorama da distribuição de sistemas construtivos no município de Aracaju



Fonte: Autora (2024).

O mapeamento realizado compreende os meses de março e abril de 2023, o que implica dizer que o número de obras pode ter ampliado após esse intervalo, estando estas fora do alcance desta pesquisa.

Inicialmente como já discutido, optou-se por abranger apenas a Região Metropolitana de Aracaju no mapeamento. Contudo, visto esta pesquisa envolver seres humanos, seja direta ou indiretamente, necessitando passar previamente pela apreciação do CEP, observando a delonga no processo de aprovação (CAAE: 73203823.6.0000.5546) e a velocidade promovida pelo sistema, algumas obras definidas para o estudo inicialmente já se encontravam em estágio avançado ao desejado pela pesquisadora, bem como a resistência de outras empresas ao estudo em seu canteiro de obras conduziu a pesquisa a expandir o seu campo de trabalho, considerando uma obra no município Barra dos Coqueiros, que faz parte da RMA.

Dessa forma, para concretização da pesquisa foram analisadas três obras de construtoras distintas escolhidas por conveniência considerando o cenário anteriormente apresentado, cujas principais características são apresentadas no Quadro 9. Para preservar o nome das empresas colaboradoras, as mesmas serão intituladas ao longo do trabalho por Obra/empresa X, Obra Y e Obra Z.

**Quadro 9.** Caracterização das obras

| Obra | Localização             | Composição           |                    |                        | Experiência no mercado residencial (anos) | Transição para PCML                     |
|------|-------------------------|----------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
|      |                         | Torres               | Pavimentos         | Quantidade de unidades |                                           |                                         |
| X    | Inácio Barbosa, Aracaju | 2                    | 12 pavimentos cada | 192 apartamentos       | 35 anos                                   | 6 anos                                  |
| Y    | Barra dos Coqueiros     | 7 sendo 2 AE; 5 PCML | 4 pavimentos cada  | 224 apartamentos       | Mais de 40 anos                           | 1 ano e meio (1ª obra com Sistema PCML) |
| Z    | Aruana, Aracaju         | 3                    | 12 pavimentos cada | 288 apartamentos       | 39 anos                                   | 5 anos                                  |

Fonte: Autora (2024).

Tendo determinado as empresas a serem estudadas, buscou-se primeiro analisar qual o nível de práticas enxutas, de modo a certificar-se se o estudo poderia ser um fator contribuinte a melhoria do processo. Como também, servir de comparativo para futuras pesquisas.

## 5.2 Nível de maturidade de práticas enxutas no sistema PCML

A análise no estudo em questão, considerou para estimar o resultado do nível de maturidade de práticas enxutas em obras residenciais no sistema de PCML, o ponto de vista e experiências tanto de profissionais que atuam diariamente nesse tipo de sistema, como de especialistas em gestão da construção.

Dois questionários foram elaborados, o primeiro deles (Apêndice C) direcionado a três especialistas, escolhidos visto a experiência na área de gestão da construção e disponibilidade.

Um resumo das características do grupo de especialistas colaboradores da pesquisa pode ser visualizado no Quadro 10.

**Quadro 10.** Resumo das características dos especialistas

| Especialista | Formação profissional         | Experiência (anos) | Cargo ocupado atualmente | Setor atuante | Locais de atuação (estado) |
|--------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|----------------------------|
| 1            | Doutorado em Engenharia Civil | 34 anos            | Docente                  | Público       | Ceará                      |
| 2            | Doutorado em Engenharia Civil | 22 anos            | Docente                  | Público       | Minas Gerais               |
| 3            | Mestrado em Engenharia Civil  | 10 anos            | Docente                  | Público       | Sergipe                    |

Fonte: Autora (2024).

Baseados nos dados coletados neste questionário, calculou-se para cada categoria de atividade facilitadora a média aritmética, obtendo-se os pesos (P), a serem aplicados na matriz, Tabela 1.

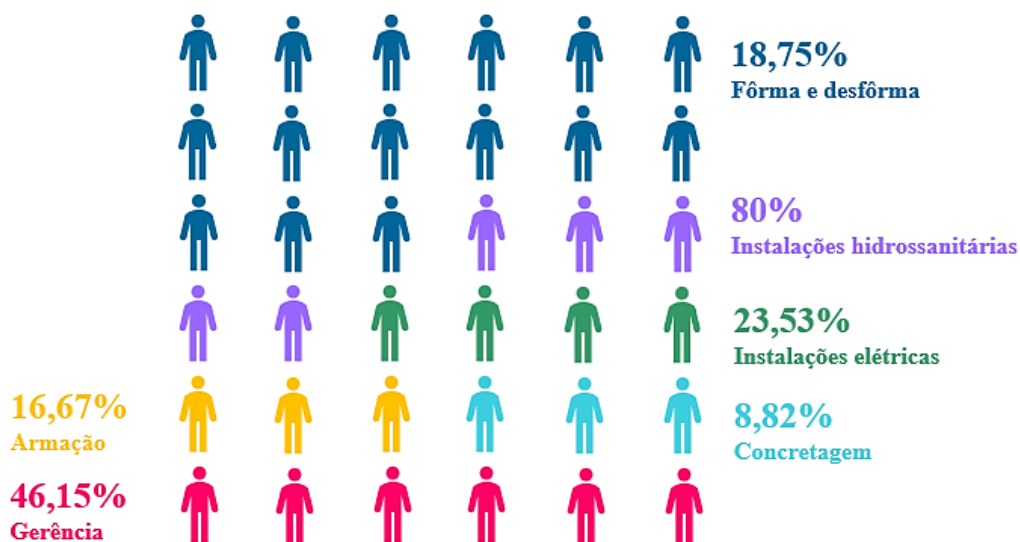
**Tabela 1.** Atribuição de pesos por especialistas

| Identificação | Categoria da atividade facilitadora | Especialistas |   |   | Média aritmética |
|---------------|-------------------------------------|---------------|---|---|------------------|
|               |                                     | 1             | 2 | 3 |                  |
| C2.1          | Acesso                              | 4             | 3 | 5 | 4,00             |
| C2.2          | Projeto                             | 5             | 4 | 5 | 4,67             |
| C2.3          | Preparação do trabalho              | 5             | 3 | 4 | 4,00             |
| C2.4          | Conferência do trabalho             | 3             | 3 | 5 | 3,67             |
| C2.5          | Conflito espacial                   | 4             | 2 | 4 | 3,33             |
| C2.6          | Sequenciamento                      | 5             | 4 | 4 | 4,33             |
| C2.7          | Proteção dos operários              | 4             | 4 | 5 | 4,33             |
| C2.8          | Proteção dos Processo               | 4             | 3 | 5 | 4,00             |
| C2.9          | Programação de obra                 | 4             | 4 | 5 | 4,33             |

Fonte: Autora (2024).

O segundo questionário (Apêndice D), foi destinado à equipe de campo. Para determinação da amostra respondente em campo, inicialmente realizou-se um levantamento do quantitativo total por equipe, que compõe cada etapa da parede de concreto (armação, instalações montagem e desmontagem das fôrmas e concretagem) e da equipe de gerência. Levando em consideração esse primeiro critério e buscando não comprometer a dinâmica construtiva, selecionou-se uma amostra considerável de forma tal que a amostragem estivesse equiparada entre as diferentes empresas. No total, 36 profissionais compõem a amostra, cujo percentual por ofício encontra-se na Figura 33.

**Figura 33.** Percentual da amostragem participante



Fonte: Autora (2024).

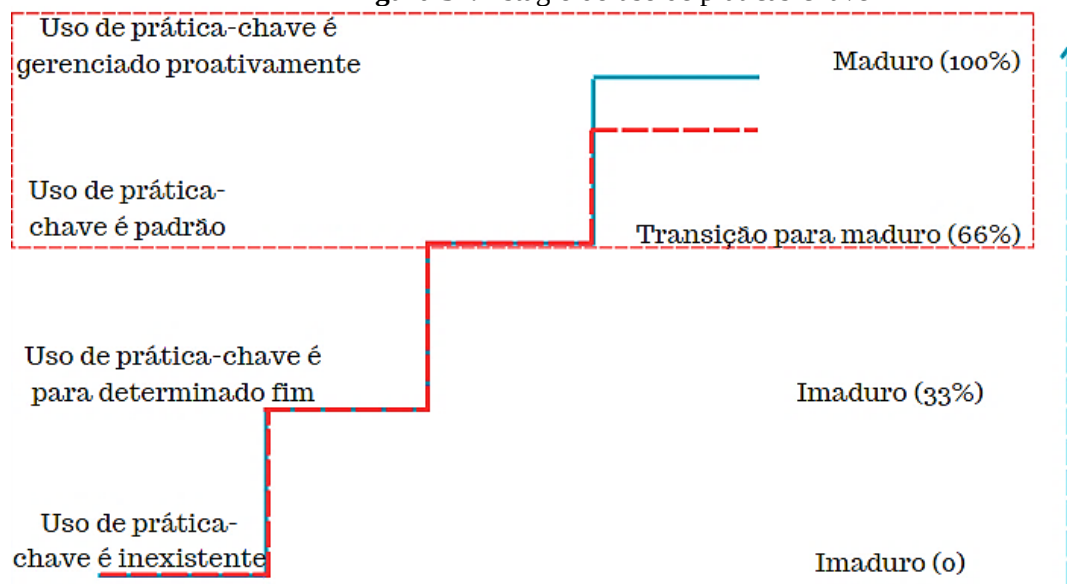
A partir das respostas obtidas no segundo questionário (Apêndice D) foram calculadas as médias das notas atribuídas com base na periodicidade das práticas definidas como recomendações-chave. Por meio das Equações 3 e 2, determinou-se o nível de realização das recomendações-chaves e o resultado para o sistema da etapa chave, respectivamente. Visto a análise se concentrar em apenas uma etapa do sistema, uma vez que acredita ser a responsável maior pelas vantagens oferecidas pelo mesmo, a maturidade é revelada ao aplicar a Equação 1. A Tabela 2 expõe um resumo da forma de obtenção da maturidade.

Fazendo-se um panorama global, a plenitude dos critérios considerados, evidenciou um nível de maturidade de 91%, estimado como avançado quando confronta-se o valor obtido e os níveis de maturidade propostos por Willis e Rankin (2012) (Figura 34). O resultado indica que o uso das práticas-chave são frequentes e que o sistema está próximo de atingir o seu completo desenvolvimento, ao mesmo tempo pressupõe que as vantagens oferecidas pelo sistema podem estar sendo reduzidas em razão de pequenas falhas ao longo do processo.

**Tabela 2.** Resumo da obtenção da maturidade global

| Identificação das recomendações | Média aritmética | Média por grupo | Grupo de recomendações chave - RC | Etapa chave - EC | Coef var ind | Coef var por grupos |
|---------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------------------|------------------|--------------|---------------------|
| C2.1.1                          | 4,72             | 4,49            | 0,90                              | 3,59             | 13,97        | 18,70               |
| C2.1.2                          | 4,25             |                 |                                   |                  | 22,05        |                     |
| C2.2.1                          | 4,56             | 4,53            | 0,91                              | 4,23             | 13,32        | 14,34               |
| C2.2.2                          | 4,50             |                 |                                   |                  | 15,49        |                     |
| C2.3.1                          | 4,47             | 4,47            | 0,89                              | 3,58             | 21,92        | 21,92               |
| C2.4.1                          | 4,92             | 4,92            | 0,98                              | 3,61             | 5,70         | 5,70                |
| C2.5.1                          | 4,56             | 4,61            | 0,92                              | 3,07             | 21,92        | 21,92               |
| C2.5.2                          | 4,67             |                 |                                   |                  | 15,37        | 15,37               |
| C2.6.1                          | 4,50             | 4,50            | 0,90                              | 3,90             | 21,58        | 21,58               |
| C2.7.1                          | 4,69             | 4,69            | 0,94                              | 4,07             | 15,96        | 15,96               |
| C2.8.1                          | 4,42             | 4,17            | 0,83                              | 3,33             | 26,17        | 32,22               |
| C2.8.2                          | 3,92             |                 |                                   |                  | 37,81        |                     |
| C2.9.1                          | 4,53             | 4,53            | 0,91                              | 3,92             | 25,59        | 25,59               |
| Somatório                       |                  |                 |                                   | 33,30            |              |                     |
| Resultado Etapa chave           |                  |                 |                                   | 0,91             |              |                     |
| <b>Maturidade Global PCML</b>   |                  |                 |                                   | <b>0,91</b>      |              |                     |

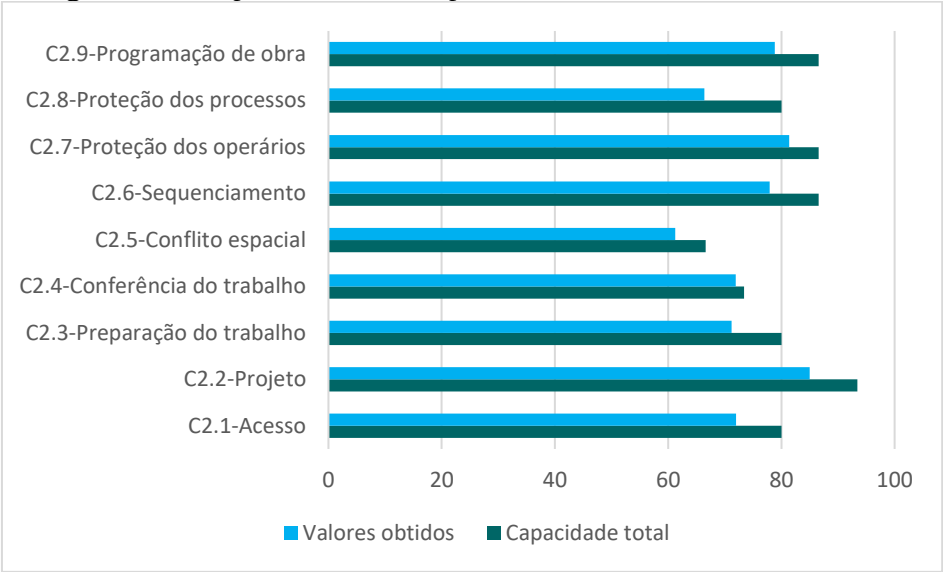
Fonte: Autora (2024).

**Figura 34.** Estágio do uso de práticas-chave

Fonte: Adaptado de Willis e Rankin (2012).

Por meio da Figura 35, é possível visualizar a capacidade máxima possível a ser atingida e a capacidade real alcançada pelas empresas, obtidas levando em consideração a média dos pesos em detrimento do maior valor a ser alcançado e o valor encontrado relacionado à prática ponderada das recomendações-chave.

**Figura 35.** Comparativo entre a capacidade máxima e alcance real obtido



Fonte: Autora (2024).

Esse comparativo evidenciou que o conflito espacial dentre as categorias, adquiriu o menor valor. Alguns ambientes registrados em campo ajudam a explicar o fato, Figura 36.

**Figura 36.** Conjunto de situações com conflito espacial



Empresa X



Empresa X



Empresa Y



Empresa Y



Empresa Z



Empresa Z

Fonte: Autora (2024).

Buscando constatar semelhanças e diferenças, analisou-se de modo individual a maturidade em cada empresa, seguindo as mesmas orientações utilizadas para estabelecer o panorama global, conforme exibem as Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3. Resumo da obtenção da maturidade da empresa X

| Recomendações         | Média aritmética | Média por grupo | Média relativa-grupo de recomendações | Etapa chave |
|-----------------------|------------------|-----------------|---------------------------------------|-------------|
| C1.1                  | 4,33             | 4,29            | 0,86                                  | 3,43        |
| C1.2                  | 4,25             |                 |                                       |             |
| C2.2                  | 4,58             | 4,63            | 0,93                                  | 4,32        |
| C2.3                  | 4,67             |                 |                                       |             |
| C3.1                  | 4,33             | 4,33            | 0,87                                  | 3,47        |
| C4.1                  | 4,83             | 4,83            | 0,97                                  | 3,54        |
| C5.1                  | 3,83             | 4,13            | 0,83                                  | 2,75        |
| C5.2                  | 4,42             |                 |                                       |             |
| C6.1                  | 4,50             | 4,50            | 0,90                                  | 3,90        |
| C7.1                  | 4,92             | 4,92            | 0,98                                  | 4,26        |
| C8.1                  | 4,42             | 4,54            | 0,91                                  | 3,63        |
| C8.2                  | 4,67             |                 |                                       |             |
| C9.1                  | 4,67             | 4,67            | 0,93                                  | 4,04        |
| Somatório             |                  |                 |                                       | 33,35       |
| Resultado Etapa chave |                  |                 |                                       | 0,91        |
| Maturidade            |                  |                 |                                       | 0,91        |

Fonte: Autora (2024).

**Tabela 4.** Resumo da obtenção da maturidade da empresa Y

| Recomendações                | Média aritmética | Média por grupo | Média relativa-grupo de recomendações | Etapas chave |
|------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------|
| C1.1                         | 4,92             | 4,75            | 0,95                                  | 3,80         |
| C1.2                         | 4,58             |                 |                                       |              |
| C2.2                         | 4,42             | 4,33            | 0,87                                  | 4,04         |
| C2.3                         | 4,25             |                 |                                       |              |
| C3.1                         | 4,83             | 4,83            | 0,97                                  | 3,87         |
| C4.1                         | 4,92             | 4,92            | 0,98                                  | 3,61         |
| C5.1                         | 4,92             | 4,88            | 0,98                                  | 3,25         |
| C5.2                         | 4,83             |                 |                                       |              |
| C6.1                         | 4,58             | 4,58            | 0,92                                  | 3,97         |
| C7.1                         | 4,33             | 4,33            | 0,87                                  | 3,76         |
| C8.1                         | 4,00             | 3,71            | 0,74                                  | 2,97         |
| C8.2                         | 3,42             |                 |                                       |              |
| C9.1                         | 5,00             | 5,00            | 1,00                                  | 4,33         |
| <b>Somatório</b>             |                  |                 |                                       | 33,59        |
| <b>Resultado Etapa chave</b> |                  |                 |                                       | 0,92         |
| <b>Maturidade</b>            |                  |                 |                                       | 0,92         |

Fonte: Autora (2024).

**Tabela 5.** Resumo da obtenção da maturidade da empresa Z

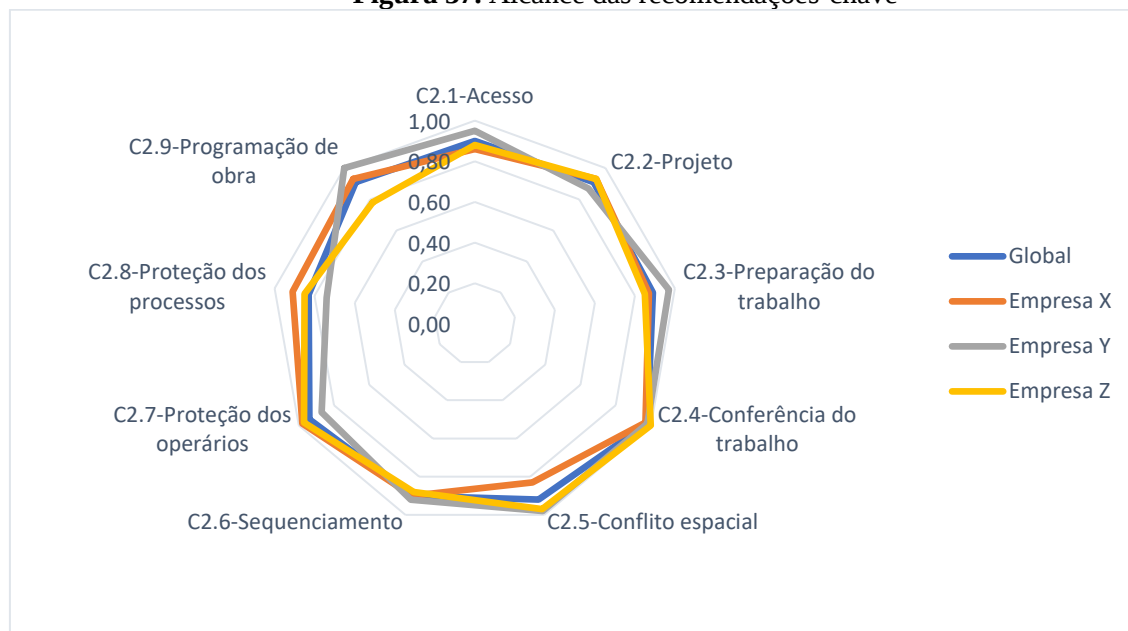
| Recomendações                | média aritmética | Média por grupo | Média relativa-grupo de recomendações | Etapas chave |
|------------------------------|------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------|
| C1.1                         | 4,92             | 4,42            | 0,88                                  | 3,53         |
| C1.2                         | 3,92             |                 |                                       |              |
| C2.2                         | 4,67             | 4,63            | 0,93                                  | 4,32         |
| C2.3                         | 4,58             |                 |                                       |              |
| C3.1                         | 4,25             | 4,25            | 0,85                                  | 3,40         |
| C4.1                         | 5,00             | 5,00            | 1,00                                  | 3,67         |
| C5.1                         | 4,92             | 4,83            | 0,97                                  | 3,22         |
| C5.2                         | 4,75             |                 |                                       |              |
| C6.1                         | 4,42             | 4,42            | 0,88                                  | 3,83         |
| C7.1                         | 4,83             | 4,83            | 0,97                                  | 4,19         |
| C8.1                         | 4,83             | 4,25            | 0,85                                  | 3,40         |
| C8.2                         | 3,67             |                 |                                       |              |
| C9.1                         | 3,92             | 3,92            | 0,78                                  | 3,39         |
| <b>Somatório</b>             |                  |                 |                                       | 32,95        |
| <b>Resultado Etapa chave</b> |                  |                 |                                       | 0,90         |
| <b>Maturidade</b>            |                  |                 |                                       | 0,90         |

Fonte: Autora (2024).

A determinação da maturidade individual indica, mesmo que com pouca diferença, um nível de maturidade mais avançado na obra Y, resultado curioso, pois a obra analisada é a primeira que a empresa emprega o sistema de PCML. Pressupõe-se que este acontecimento

pode estar atrelado aos vícios executivos adquiridos ao longo do tempo, e não corrigidos no tempo hábil pelas demais empresas.

**Figura 37.** Alcance das recomendações-chave



Fonte: Autora (2024).

Por meio da análise individual, foi possível verificar o alcance das notas das recomendações, Figura 37. Um banco de imagens foi elaborado com algumas boas práticas que podem ter culminado no resultado atingido (Apêndice H).

Apesar de demonstrarem maturidade na aplicação de atividades facilitadoras e ou boas práticas no sistema construtivo adotado (transição para maduro), segundo apresentado, é possível alcançar capacidades ainda maiores. Um caminho que pode levar a esse fim, é concentrar-se em etapas que requerem mais atenção dentro dos processos.

Verifica-se que as categorias C2-2, C2-7, C2-9 e C2-6 foram as que apresentaram melhores resultados em termos gerais. Isso se explica porque esse tipo de sistema construtivo mais industrializado necessita de estratégias de execução bem definidas para um fluxo contínuo de montagem em canteiro de obras.

Por outro lado, o C2-5, C2-8 e C2-3 representam os resultados menos pontuados de modo geral. Isso pode ser explicado, com exceção da C2-8, visto que a análise em questão concentra-se na estrutura da parede e a proteção dos processos (C2-8) em sua maioria nesse sistema poder ser melhor observada em etapas seguintes, podendo este fator ter influenciado. O resultado inferior das categorias C2-5 e C2-3 possivelmente ocorra, dada a grande quantidade de atividades acontecendo de forma simultânea, à agilidade no processo e deduz-se que a repetição produzida pela configuração das obras e pela estruturação exigida pelo sistema pode

levar profissionais a desenvolverem “macetes” que implicam na adequação de meios para realização das tarefas, com o intuito de não gerar interrupção e garantir a agilidade e as metas estabelecidas pela gerência.

A justificativa exposta acima é fundamentada em evidências de campo, seja por observação direta, ou relato de profissionais. Por exemplo, enquanto em um pavimento ocorre a desfôrma, o que por si só já acarreta no grande acúmulo desta ferramenta no local, a concretagem acontece em outro, e em andares anteriores já pode estar sendo preparada a estrutura dos *shafts* para passagem das tubulações hidrossanitárias. Para executar as tarefas além das equipes há a movimentação e alocação de materiais.

Além disso, conforme observado, há empresas que fazem a montagem de *kits* hidráulicos no próprio pavimento, tática que talvez contribua para essa conjuntura, acreditando-se que o ideal é que ao menos as partes menores, já cheguem ao pavimento pré-montadas. As dimensões semelhantes de painéis, atrelada a rapidez na montagem, vez ou outra acaba levando, de forma consciente, ao encaixe incorreto de painéis (um no lugar do outro) por não encontrar o exato no momento, situação exposta por um dos colaboradores.

Ademais, as médias para as empresas pesquisadas foram próximas para C2-2, C2-4 e C2-6, o que pode ser explicado em função das recomendações serem visualizadas como condições básicas da dinâmica construtiva, induzindo o respondente a acreditar que há de forma efetiva a sua realização. Apresentaram variação para os grupos C2-9, C2-8 e C2-5, o que demonstra uma não uniformidade, embora facilitem o trabalho e o seu não cumprimento pode vir a dificultá-lo, talvez não sejam vistas como uma ação essencial, por isso seja dado menor importância.

Foi encontrada similaridade no estudo de Mesquita e Santos (2015), ao observar que as categorias de projeto, conferência do trabalho e sequenciamento ganharem destaque quanto ao grau de importância, e indicaram preocupação dos gestores quanto às mesmas. Assim como constado no trabalho corrente, a ausência de conferência do trabalho gerou incorreções no processo, embora apontada como importante. Além das categorias citadas, se destacou no estudo de Santos e Santos (2015) às categorias de preparação do trabalho, e proteção dos operários.

O trabalho de Santos e Santos (2015) revelou como categorias reconhecidas em campo, preparação do trabalho, acesso e projeto. Conferência do trabalho e preparação do trabalho, foram categorias associadas a pontos frágeis. Por esse olhar, percebe-se que as categorias de conflito espacial, proteção dos processos e programação de obras são menos relacionadas pela literatura, coincidindo com as que apresentaram maiores variações no estudo.

Ao se fazer essa observação, aponta-se para a necessidade de identificar processos prioritários de análise para melhorias dentro do sistema construtivo.

### 5.3 Processos prioritários

Considerando que no sistema da parede de concreto os serviços são agrupados por pacotes, que em um mesmo pacote há vários subprocessos, e que uma equipe atuante em um, nem sempre está envolvida ou tem domínio de outro, a ponto de definir ou arbitrar a sua importância para o processo como um todo, levou-se em consideração, para chegar aos processos prioritários aqui discriminados, o ponto de vista apenas de membros da equipe de gerência, que comumente acompanha a todos.

No total, os processos foram determinados por seis profissionais, sendo: um engenheiro gestor, uma engenheira de campo, um analista de obras e três assistentes de engenharia.

Relacionando-se o grau de importância dos subprocessos incorporados na etapa da parede de concreto e os critérios de seleção dos processos prioritários, apresentados no trabalho de Santos e Heineck (2005), essa parte do mecanismo revelou como processo prioritário de número 1 a montagem das fôrmas, seguido da concretagem e da armação. Conforme é exibida a ordem de classificação na Tabela 6.

A obtenção dos critérios prioritários requeria que os profissionais correlacionassem os subprocessos da parede de concreto (Tabela 6), aos critérios de seleção estabelecidos por Santos e Heineck (2005), na Figura 38 enumerados de 1 à 9, e classificá-los quanto ao seu grau de importância, de 1 à 5, segundo as suas percepções.

**Tabela 6.** Classificação dos processos prioritários

| Nº | Subprocessos                                                                                                  | Membros da equipe técnica |    |    |    |    |    | Total | Classificação |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----|----|----|----|----|-------|---------------|
|    |                                                                                                               | A                         | B  | C  | D  | E  | F  |       |               |
| 1  | Locação das paredes (transferência de eixos)                                                                  | 43                        | 36 | 44 | 45 | 42 | 37 | 247   | 6º            |
| 2  | Marcação das paredes + furos traspasse                                                                        | 43                        | 36 | 44 | 45 | 44 | 37 | 249   | 4º            |
| 3  | Conferência níveis para assentamento formas de alumínio                                                       | 44                        | 36 | 44 | 45 | 40 | 39 | 248   | 5º            |
| 4  | <b>Armação</b>                                                                                                | 44                        | 39 | 45 | 44 | 42 | 41 | 255   | <b>3º</b>     |
| 5  | Montagem do kit chicote                                                                                       | 42                        | 39 | 44 | 44 | 37 | 37 | 243   | 8º            |
| 6  | Instalação do kit chicote                                                                                     | 42                        | 39 | 44 | 44 | 37 | 39 | 245   | 7º            |
| 7  | Marcação nas paredes dos pontos de passagem das tubulações e os pontos de saída para as torneiras e chuveiros | 42                        | 29 | 44 | 45 | 33 | 35 | 228   | 12º           |
| 8  | Perfuração da parede para passagem do tubo PEX                                                                | 42                        | 24 | 44 | 45 | 34 | 29 | 218   | 13º           |
| 9  | Instalação do tubo PEX                                                                                        | 44                        | 32 | 44 | 45 | 43 | 34 | 242   | 9º            |
| 10 | Conexão dos tubos                                                                                             | 42                        | 31 | 44 | 45 | 39 | 33 | 234   | 10º           |

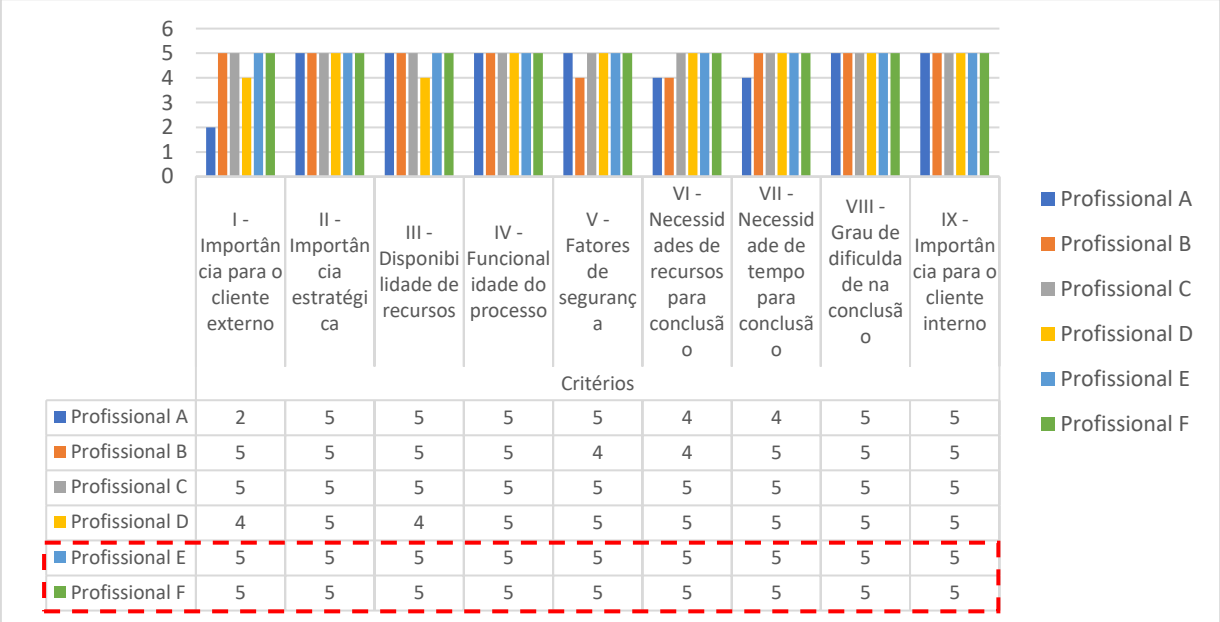
| Nº | Subprocessos        | Membros da equipe técnica |    |    |    |    |    | Total | Classificação |
|----|---------------------|---------------------------|----|----|----|----|----|-------|---------------|
|    |                     | A                         | B  | C  | D  | E  | F  |       |               |
| 11 | Montagem das fôrmas | 45                        | 43 | 45 | 45 | 40 | 43 | 261   | 1º            |
| 12 | Concretagem         | 43                        | 42 | 45 | 45 | 44 | 39 | 258   | 2º            |
| 13 | Desfôrma            | 45                        | 33 | 45 | 39 | 35 | 32 | 229   | 11º           |

Fonte: Autora (2024).

Ao fazer uma análise dos valores atribuídos pelos profissionais ao subprocesso de maior relevância, a montagem das fôrmas, notou-se uma maior similaridade entre os membros respondentes da empresa Z (em destaque). Os profissionais podem ser identificados pelas letras A e B, para representantes da empresa X, C e o D empresa Y, e E e F da empresa Z.

Algumas das justificativas que podem ajudar a compreender o resultado, depreendidas de conversas com profissionais da área, está no fato de normalmente as empresas possuem apenas um jogo de fôrmas, o que implica na montagem, seguida da concretagem, desfôrma e limpeza, para que se possa repetir o processo com o outro ciclo (a Figura 39 pode melhor ajudar a visualizar este arranjo). Dessa maneira, o ciclo de produção é definido pela quantidade de fôrmas disponíveis (Núcleo de paredes de concreto, 2022a).

Figura 38. Recorte do grau de importância, correlacionados aos critérios e subprocessos



Fonte: Autora (2024).

**Figura 39.** Exemplo de ciclo de montagem de fôrmas



Fonte: Núcleo de paredes de concreto (2022a).

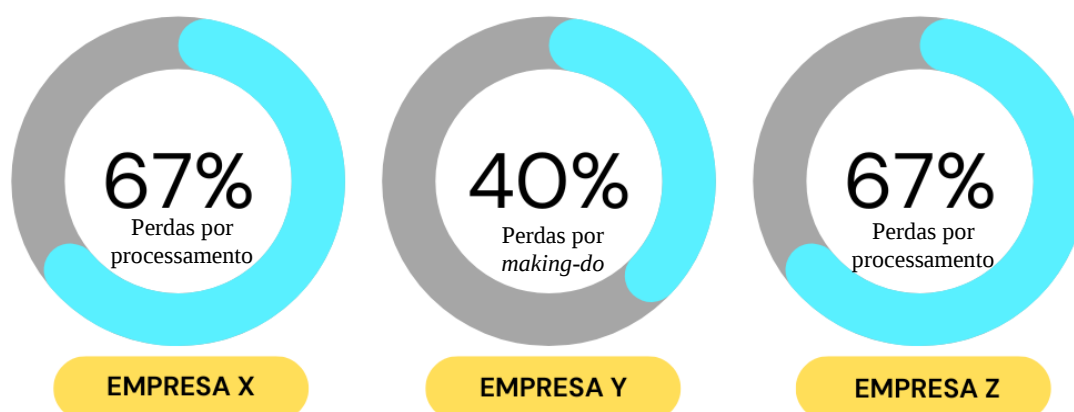
Definido os processos prioritários, passou a dedicar-se à possibilidade de implementação de práticas enxutas na tentativa de identificar as perdas e evitá-las principalmente nesses processos.

#### 5.4 Implementação de práticas enxutas segundo os processos prioritários

Por meio das visitas às obras, foi possível a identificação de momentos onde facilmente poderia ser implementada uma prática enxuta, evitando a ocorrência de atividades que não agregam valor dentro do processo e contribuindo com a continuidade do fluxo de trabalho.

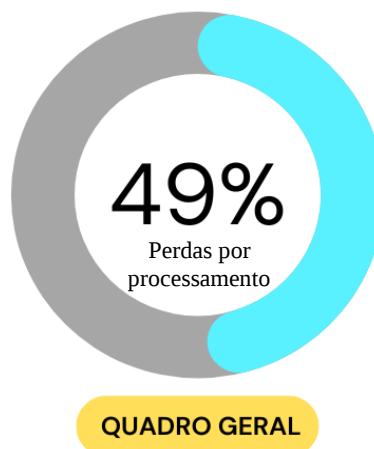
Inicialmente, levando em conta os tipos de perdas na indústria identificadas por Ohno (1997) e adaptadas por Koskela (1992) para a construção civil (superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimentação e produtos defeituosos), mais a oitava categoria de perda apontada por Koskela (2004), o *making-do*. Cabe salientar que não se pode limitar as denominações de perdas às mencionadas, mas para efeito de análise, neste trabalho considerou-se para além dos tipos propostos por Koskela (1992), apenas o *making-do*. Assim sendo, atentou-se para a ocorrência destas dentro das obras analisadas. Conforme exhibe a Figura 40, a perda por processamento ganhou evidência dentre duas das três empresas, enquanto o *making-do*, foi que se destacou na empresa Y.

Entre os motivos que levaram a ocorrência do *making-do*, está a ausência de especificações em projeto para execução de um dos elementos da estrutura. Como discorre Grosskopf (2013), a eliminação de quaisquer dúvidas ainda na fase de projeto, pode impedir esse tipo de perda. Um ponto crítico a essa contextualização pressuposto pela autora, é a insuficiência na comunicação entre profissionais, projetistas e da operação, o que pode contribuir com a ocorrência de perdas como a do *making-do*. Devendo-se atentar quanto a essa conjuntura, uma vez que, conforme assinala Amaral *et al.* (2022), a perda do tipo *making-do* constitui a origem de outras perdas.

**Figura 40.** Percentual do tipo de perda por empresa

Fonte: Autora (2024).

Estabelecendo um quadro geral, constatou-se que a perda por processamento lidera as perdas dentro do sistema PCML, Figura 41. Esta pode ser motivada pela agilidade produzida pelo processo, conforme já alertado nos estudos de Cruz (2017) e Cruz, Santos e Mendes (2018), agilidade que apesar de ser um ponto positivo, pode também levar a redução da sua eficiência.

**Figura 41.** Percentual geral do tipo de perda PCML

Fonte: Autora (2024).

Notado um intervalo de mais de seis anos do trabalho de Cruz (2017) que explora as perdas em contexto semelhante a este trabalho, surpreende-se ao observar perdas idênticas às encontradas na investigação vigente, como, a necessidade de reparos com reboco, decorrentes de falhas no travamento de fôrmas. Pela sequência construtiva do sistema PCML, esse tipo de reparo é um processamento que não deveria existir. Esta constatação acaba confirmando um problema apontado pela autora, enquanto não há uma consolidação de forma global nesse sentido, atividades que não agregam valor vem se infiltrando nos processos construtivos, por mais industrializados que sejam.

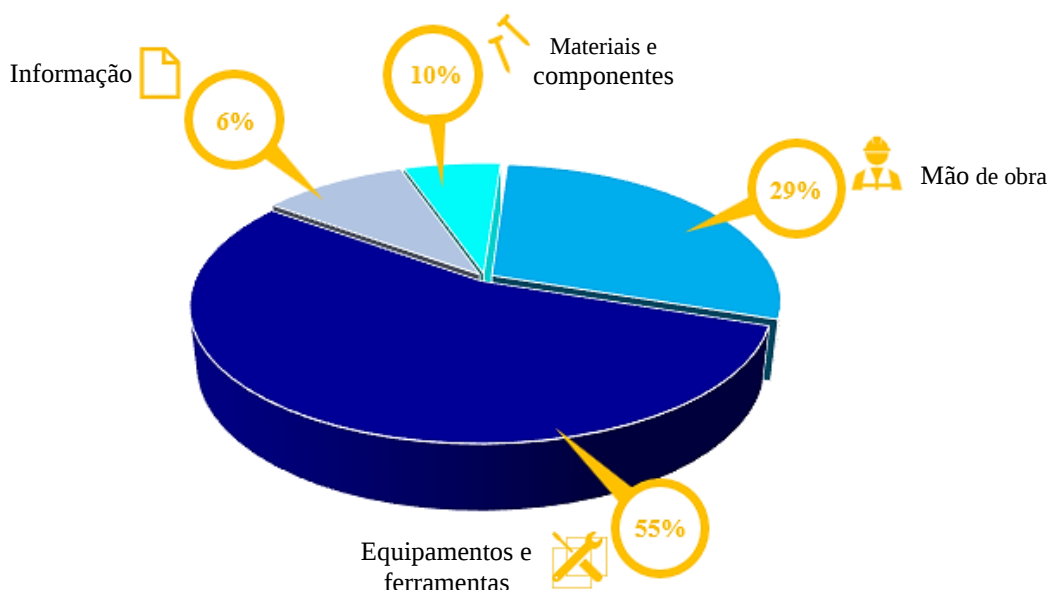
Embora não tenha sido contabilizada, foram constatadas durante as observações em campo, ocorrências que poderiam ser classificadas como perda por “Pausa interrompida ou absentismo”, por exemplo, pausa no trabalho sem que seja motivada pelas condições prévias e pausa visto conversa entre colegas. Esse tipo de perda foi proposto por Nassri *et al.* (2023).

O trabalho de Oliveira (2016) indica pontos negativos ou frágeis encontrados em obras de sistemas construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural e dentre estes constam variabilidade do bloco (produto), rasgos para passagem de instalações e caixas elétricas, falta de projeto de modulação, transporte inadequado de blocos, superprodução de argamassa.

Considerando os resultados de Oliveira (2016) e observando a dinâmica construtiva do sistema de PCML, entende-se a pouca quantidade de ocorrência de perdas se comparada aos demais sistemas. A mecânica do sistema acaba dispensando na fase que seria de alvenaria, algumas práticas dos métodos tradicionais, tais como a alvenaria ser a própria parede de concreto moldada no local, por meio de fôrmas padronizadas, bem como fazer uso de *kits* de instalações, produzidos e instalados antes da concretagem evitando rasgos nas paredes.

Conhecido os tipos de perdas, procurou-se as possíveis causas da sua ocorrência, ou seja, quais condições prévias apontadas por Koskela (2000) possivelmente não foram atendidas. Como apontada na Figura 42, a principal causa foi decorrente de aspectos ligados a equipamentos e ferramentas, causa esta que possui como porção contribuinte problemas com a ferramenta principal do processo de maior prioridade apontado neste estudo, as fôrmas.

**Figura 42.** Causas de perdas PCML



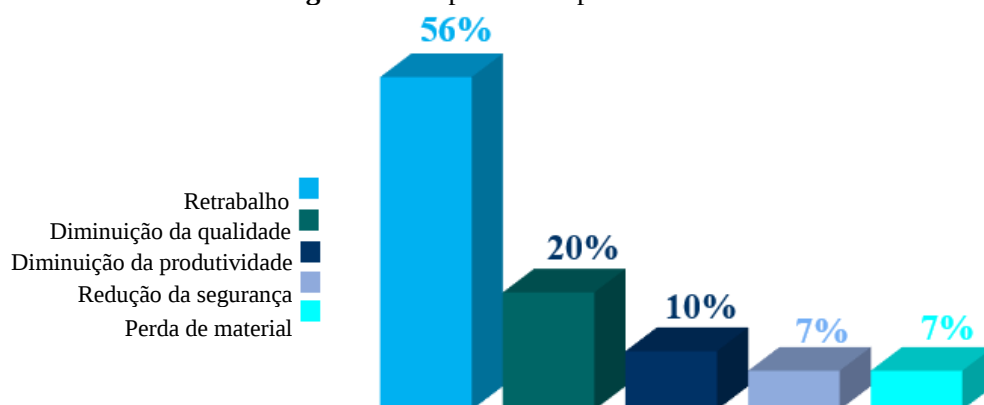
Fonte: Autora (2024).

As perdas decorrentes das fôrmas é um problema que transcende esse modelo mais industrializado, conforme Ko e Kuo (2015), a maneira tradicional da sua construção gera operações que não agregam valor. Para tornar o sistema de fôrmas mais eficiente, os autores propõem uma cultura que valorize o seu controle de qualidade. Talvez seja um caminho a ser seguido também para o sistema em questão, visto que embora seja industrializado e as perdas sejam menores comparado ao modelo tradicional, ainda assim, a ferramenta está reduzindo a capacidade máxima do método.

Em todas as obras, mediante observações e relatos, constatou-se que a falta de materiais em algumas situações só não ocasionou a interrupção do fluxo de trabalho, visto a gerência notar a tempo que o recurso poderia vir a faltar e se utilizar de estratégias adicionais às traçadas inicialmente, como fazer empréstimo do material, seja com outra obra da própria empresa que estivesse em andamento, ou até com empresa concorrente. A compra de materiais em pequenas quantidades, fora do orçamento previsto previamente, também foi observada.

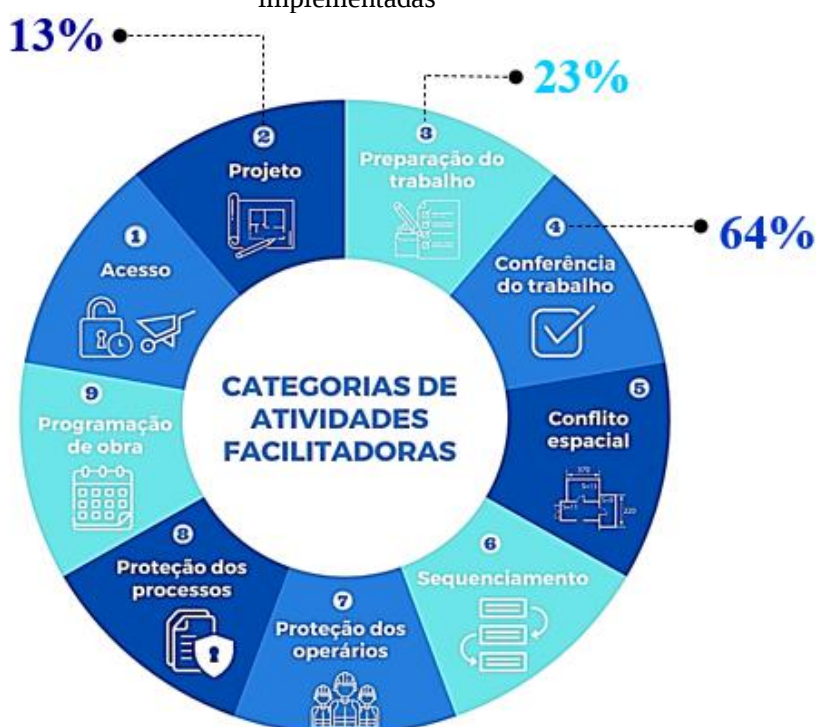
A análise observou, ainda, quais os possíveis impactos que as perdas constatadas no estudo poderiam resultar, apontando que o retrabalho de serviços seria o mais recorrente (Figura 43). Segundo estudos de Cruz (2017) e Cruz, Santos e Mendes (2018), a identificação de boas práticas devido ao uso do sistema leva à redução de retrabalhos; apesar disso, este trabalho aponta que esse impacto ainda é notório.

Power, Sinnott e Lynch (2021) reiteram que o retrabalho presente na construção é consequência do aumento de atividades que não agregam valor. Um controle mais efetivo das tarefas de construção pode contribuir para impedir perdas por retrabalho, conforme observado em investigação sobre perdas por Santos e Santos (2017). Situação semelhante ocorreu no estudo, embora não tenha sido de forma expressiva, a obra Z apresentou menos perdas em termos de quantitativo geral, situação que pode estar relacionada ao fato da empresa possuir uma equipe maior de gerência em campo, os quais estão distribuídos entre as diferentes etapas para controle dos processos e são discutidos diariamente por meio de reunião, os avanços e possíveis restrições identificadas para conclusão dos serviços.

**Figura 43.** Impactos das perdas PCML

Fonte: Autora (2024).

Como forma de intervenção para atividades que não agregam valor, a pesquisa propõe a implementação de práticas enxutas, como as atividades facilitadoras. Segundo correlacionado com as perdas reconhecidas, as categorias de atividades facilitadoras que poderiam ser implementadas são a de projeto, preparação do trabalho e conferência do trabalho, Figura 44. Como exemplo cita-se, imprevistos para suprir a necessidade de mais acessórios de travamento, que poderiam ser acrescentados no projeto de fôrmas, “aparente” erro de medidas, ausência de abertura para ar condicionado, eletroduto fora do eixo, provocando trincas. Estes últimos poderiam ser evitados se verificados na conferência de etapas anteriores.

**Figura 44.** Percentual por categoria de atividades facilitadoras que poderiam ser implementadas

Fonte: Autora (2024).

## 5.5 Categorizar práticas enxutas por processos prioritários

Após realizada a matriz de correlação, apontando os processos prioritários, e observado em campo as fragilidades do sistema relacionados a tais processos, elegeu-se algumas práticas que podem evitar a interrupção de atividades e levar à redução das perdas decorrentes do mesmo. O Quadro 11 apresenta práticas enxutas relacionadas aos processos indicados como prioritários, algumas dessas já estabelecidas previamente, no banco de dados, criado no estudo.

A classificação das práticas enxutas direcionada aos processos prioritários, seguindo a categorização proposta por Santos (2004), indica a preparação do trabalho como a mais apontada. Embora a análise se limite a outro sistema construtivo, o estudo de Santos e Santos (2015), já indicava essa categoria como a de maior recorrência *in loco*, identificando-se a atividade facilitadora de forma incorporada, mas não formalizada, formalizada e incorporada ao processo, como também, incorporada ao processo, mas na prática não realizada, gerando assim, pontos frágeis no processo.

Da mesma forma, muitas atividades facilitadoras categorizadas em preparação do trabalho foram identificadas, incorporadas ao processo de alvenaria estrutural, durante estudo de caso realizado por Teodósio *et al.* (2024), práticas que se observado no estudo, por vezes são simples, mas têm potencial de facilitar a execução de muitos serviços e evitar a interrupção do fluxo pela falta de informação, por exemplo. Assim como, a categorização das práticas propostas traz orientações básicas, eventualmente já conhecidas por algum profissional, contanto, não implementadas.

**Quadro 11.** Práticas enxutas propostas para os processos prioritários

| <b>MONTAGEM DAS FÔRMAS</b>                                                                                      | <b>Categoria de AF</b>  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Designar responsável para juntamente com o fornecedor realizar a conferência dos painéis e peças complementares | Conferência do trabalho |
| Demarcar painéis                                                                                                | Preparação do trabalho  |
| Separar painéis por cômodos antes da montagem                                                                   | Preparação do trabalho  |
| Treinar equipes para leitura do projeto executivo das fôrmas                                                    | Preparação do trabalho  |
| Verificar junto ao fornecedor projetista, se o projeto possui todas as informações                              | Projeto                 |
| Verificar se a montagem dos painéis está seguindo a sequência exibida pelo projeto                              | Conferência do trabalho |
| Após montagem das fôrmas, verificar prumo e alinhamento                                                         | Conferência do trabalho |
| Realizar lavagem das fôrmas com uma lavadora de água de alta pressão                                            | Preparação do trabalho  |
| Em pontos suscetíveis a acúmulo de concreto, fazer a retirada com uma espátula                                  | Preparação do trabalho  |
| Fazer uso correto do desmoldante                                                                                | Preparação do trabalho  |
| Ter cuidado na desfôrma, para que não se danifiquem os painéis de fôrmas                                        | Preparação do trabalho  |
| Prever com fornecedor a possibilidade de adicionar mais acessórios de travamento em possíveis novas compras     | Preparação do trabalho  |
| Diferenciar cômodos por cores                                                                                   | Sequenciamento          |

|                                                                                                               |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Utilizar quantidade suficiente de espaçadores entre tela/eletroduto ou tela/fôrmas, de modo a evitar fissuras | Preparação do trabalho  |
| Conferir posição de eletrodutos                                                                               | Conferência do trabalho |
| Participar de workshop para discutir problemas e compartilhar possíveis formas de melhorias                   | Programação de obras    |
|                                                                                                               |                         |
| <b>CONCRETAGEM</b>                                                                                            | <b>Categoria de AF</b>  |
| Definir traço observando as condições ambientais (temperatura, vento, umidade etc.) da região                 | Preparação do trabalho  |
| Conferir documento de entrega, certificando-se de que o concreto corresponde ao solicitado                    | Conferência do trabalho |
| Prover equipamentos e equipes adequadas ao processo de concretagem e em quantidade suficientes                | Preparação do trabalho  |
| Para o lançamento do concreto, o caminho deve ser favorável a não gerar deslocamento da armadura da laje      | Preparação do trabalho  |
| Realizar no mesmo turno a concretagem de todas as paredes do mesmo ciclo construtivo                          | Projeto                 |
|                                                                                                               |                         |
| <b>ARMAÇÃO</b>                                                                                                | <b>Categoria de AF</b>  |
| Conferir dimensões, posicionamento e quantidade de armaduras                                                  | Conferência do trabalho |
| Realizar treinamentos das equipes                                                                             | Preparação do trabalho  |
| Conferir o serviço a cada etapa de execução para evitar retrabalhos por erros construtivos                    | Conferência do trabalho |
| Prever um plano de corte que melhor aproveite o aço                                                           | Projeto                 |

Fonte: Autora (2024).

O cenário real, pressupõe que as perdas mais eminentes encontradas em campo são resultados da ausência do emprego da categoria de conferência do trabalho, enquanto esse agrupamento indica como categoria mais recorrente a preparação do trabalho, subtendendo-se que se o trabalho for melhor preparado, perdas serão evitadas.

## 5.6 Comparação de cenários fictício e real

De modo a confrontar o ambiente vivenciado em canteiro de obras com a percepção de profissionais e estudantes com relação à temática, para contribuir com os avanços no conhecimento e, com isso, identificar onde se pode intervir para melhor aplicar essas práticas enxutas e como intervir nas que são pouco aplicadas, foi aplicado um jogo didático digital. O jogo aplicado é do tipo *serious game*, pois trata-se justamente do sistema construtivo observado no olhar da aplicação das atividades facilitadoras e ou boas práticas enxutas.

Porém, a dinâmica atribulada do ambiente construtivo acabou sendo um agravante na aplicação do jogo. Embora tenha-se facilitado o acesso ao mesmo, não foi possível contar com a presença de pelo menos um representante de cada empresa pesquisada. O que culminou no cumprimento parcial desta etapa. Apenas um colaborador conseguiu completar a prática proposta. Esse profissional trabalha na empresa Z, em que foi possível realizar o confronto entre

a aplicação de boas práticas e atividades facilitadoras no cenário real e virtual, mas dada a pontualidade da informação, não se pode generalizar o resultado obtido.

Assim, após familiarizar-se com a interface do jogo, conhecer seus componentes, e critérios de pontuação, o jogador tinha a disposição práticas enxutas, 19 tomadas como boas práticas (Quadro 12) e sete atividades classificadas como facilitadoras (Quadro 13), a serem inseridas ao longo do tabuleiro que refletia a sequência do processo construtivo em PCML.

**Quadro 12.** Boas práticas inseridas no jogo

| Identificação | BOAS PRÁTICAS                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | Usar telas de armação pronta                                                                   |
| 2             | Atentar-se, pois nenhuma faqueta pode ficar sem a proteção                                     |
| 3             | Criar vias de acesso para manipulador telescópico e /ou outros equipamentos                    |
| 4             | Conferir dimensões, posicionamento e quantidade de armaduras                                   |
| 5             | Verificar localização dos furos de passagem, eletrodutos e caixas sobre a laje                 |
| 6             | Consultas projetos de instalações compatibilizados                                             |
| 7             | Realizar treinamentos das equipes                                                              |
| 8             | Realizar pré-montagem dos kits para tubulação hidráulica e/ou elétrica                         |
| 9             | Conferir geometria dos painéis e o alinhamento e a espessura das paredes                       |
| 10            | Conferir cobrimento e espaçamentos uniformemente distribuídos                                  |
| 11            | Determinar por onde vai iniciar o serviço                                                      |
| 12            | Utilizar equipamento de transporte vertical                                                    |
| 13            | Utilizar sistema de reservação e bombeamento de água                                           |
| 14            | Utilizar equipes polivalentes                                                                  |
| 15            | Conferir documento de entrega, certificando-se de que o concreto corresponde ao solicitado     |
| 16            | Usar concreto autoadensável                                                                    |
| 17            | Prover equipamentos e equipes adequadas ao processo de concretagem e em quantidade suficientes |
| 18            | Manter faquetas que servirão para fixação das bandejas do pavimento seguinte                   |
| 19            | Limpar a superfície interna das formas e verificar a condição de estanqueidade das juntas      |

Fonte: Adaptado de Souza (2021).

**Quadro 13.** Atividades facilitadoras inseridas no jogo

| Identificação | ATIVIDADES FACILITADORAS                                                                                 |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | Iniciar montagem da bandeja (ciclo posterior)                                                            |
| 2             | Para o lançamento do concreto, o caminho deve ser favorável a não gerar deslocamento da armadura da laje |
| 3             | Antes da execução, verificar se as especificações estão completas e disponíveis no local da obra         |
| 3             | Conferir o serviço a cada etapa de execução para evitar retrabalhos por erros construtivos               |
| 5             | Realizar no mesmo turno a concretagem de todas as paredes do mesmo ciclo construtivo                     |

| Identificação | ATIVIDADES FACILITADORAS                                                                                           |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6             | Verificar a adoção de <i>shafts</i> para instalações em encontros de paredes ou com diâmetro superior ao permitido |
| 7             | Verificar o nível de oxidação das armaduras antes da montagem                                                      |

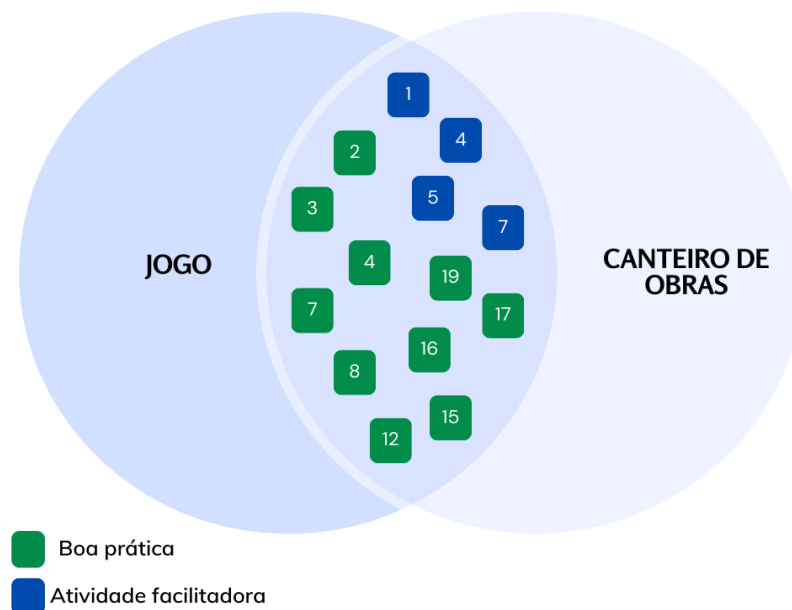
Fonte: Adaptado de Souza (2021).

A realização do jogo pelo representante da empresa Z, resultou na inserção de uma quantidade razoável de atividades facilitadoras (seis) e boas práticas (quatorze) se comparado a outros resultados obtidos em aplicações anteriores, podendo considerar o seu resultado, de mediano a aceitável, considerando que o profissional optou por não fazer uso da fase de bonificação.

Ressalta-se que a ausência de determinadas práticas ao longo do processo, acabou reduzindo a pontuação do jogador, podendo essa ausência apontar uma vulnerabilidade no processo, o que de acordo com Mesquita (2014) tem potencial de torná-lo suscetível a interrupções, desencadeando em perdas, podendo o jogo ser um recurso que dá suporte à produção. Isso destaca que uma vez que o autor faz a aplicação do jogo, isso provoca a identificação de pontos instáveis, alertando os gerentes.

Ao fazer um comparativo entre o cenário real e virtual, constatou-se que algumas práticas foram aplicadas em consonância em ambos os cenários, conforme demonstra a Figura 45.

**Figura 45.** Intersecção entre práticas enxutas aplicadas no jogo e em campo



Fonte: Autora (2024).

Associando a Figura 45 com os Quadros 12 e 13, é possível reconhecer quais práticas foram identificadas em comum em campo e no jogo. Diferenciadas pelas cores verde e azul

(escolhidas de maneira a remeter pontos positivos), verificou-se a implementação de 52,63% das boas práticas disponíveis no jogo e 57,14% das atividades facilitadoras. Por esse ângulo apurou-se quantas das práticas enxutas inseridas no jogo estavam vinculadas aos processos prioritários determinados em estudo (Quadro 14).

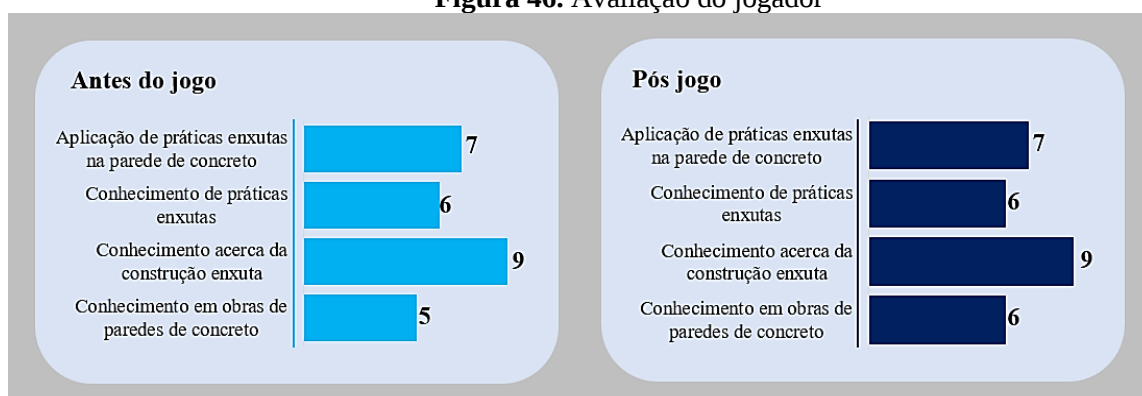
**Quadro 14.** Práticas enxutas inseridas no jogo

| Processos           | Atividade Facilitadora | Boa Prática |
|---------------------|------------------------|-------------|
| Montagem das fôrmas | 2                      | 3           |
| Concretagem         | 1                      | 3           |
| Armação             | 1                      | 1           |

Em termos da avaliação e percepções do jogo, com o profissional da empresa Z, antes e após o cumprimento do jogo, o participante foi convidado a responder um questionário (Apêndice G), o qual permitiu extrair algumas visões. De modo geral, o mesmo manifestou ter conseguido associar o cenário real com etapas da simulação e segundo a sua autoavaliação, seu conhecimento acerca de paredes de concreto, da construção enxuta e práticas enxutas se manteve praticamente o mesmo antes e após o jogo, assim como a posição quanto ao grau de aplicação de práticas enxutas na parede de concreto na empresa a qual representou. A avaliação pressupõe um conhecimento prévio avançado do jogador acerca da construção enxuta, o que pode ter contribuído com o emprego de algumas práticas ao longo do jogo, Figura 46.

Foram apontados alguns questionamentos quanto à sequência e às informações presentes no tabuleiro, o que pode ter confundido e ou dificultado a compreensão do profissional e a alocação de algumas práticas enxutas, diminuindo a sua pontuação.

**Figura 46.** Avaliação do jogador



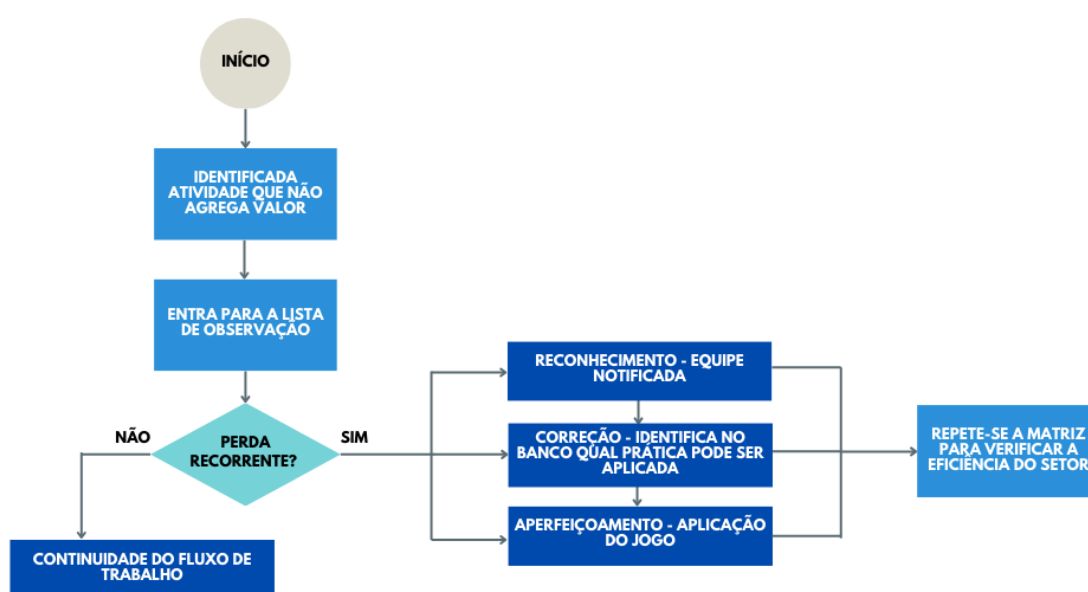
Fonte: Autora (2024).

De modo geral, a *Design Science Research*, pode ajudar profissionais a solucionar problemas dentro das empresas (Dresch *et al.*, 2019). Assim, espera-se que o conjunto de ações evidenciadas pelo mecanismo gerencial proposto, leve ao melhor tratamento de atividades que

não agreguem valor, contribuindo para elevar a eficiência que o sistema de PCML é capaz de oferecer.

Para o sucesso do artefato, deve-se contar com um aspecto primordial, em concordância com Ohno (1997), ressalta-se a necessidade daqueles que estão à frente dos processos, reconhecerem no todo o que é e o que provoca a perda. Tendo conhecimento da sua ocorrência, é possível tratá-la. A seguir elaborou-se um fluxograma que pode vir a ser uma maneira de controle de perdas dentro de processos prioritários (Figura 47), em termos do planejamento de curto prazo, ou seja, no nível operacional.

**Figura 47.** Meio para controle de perdas em processos prioritários

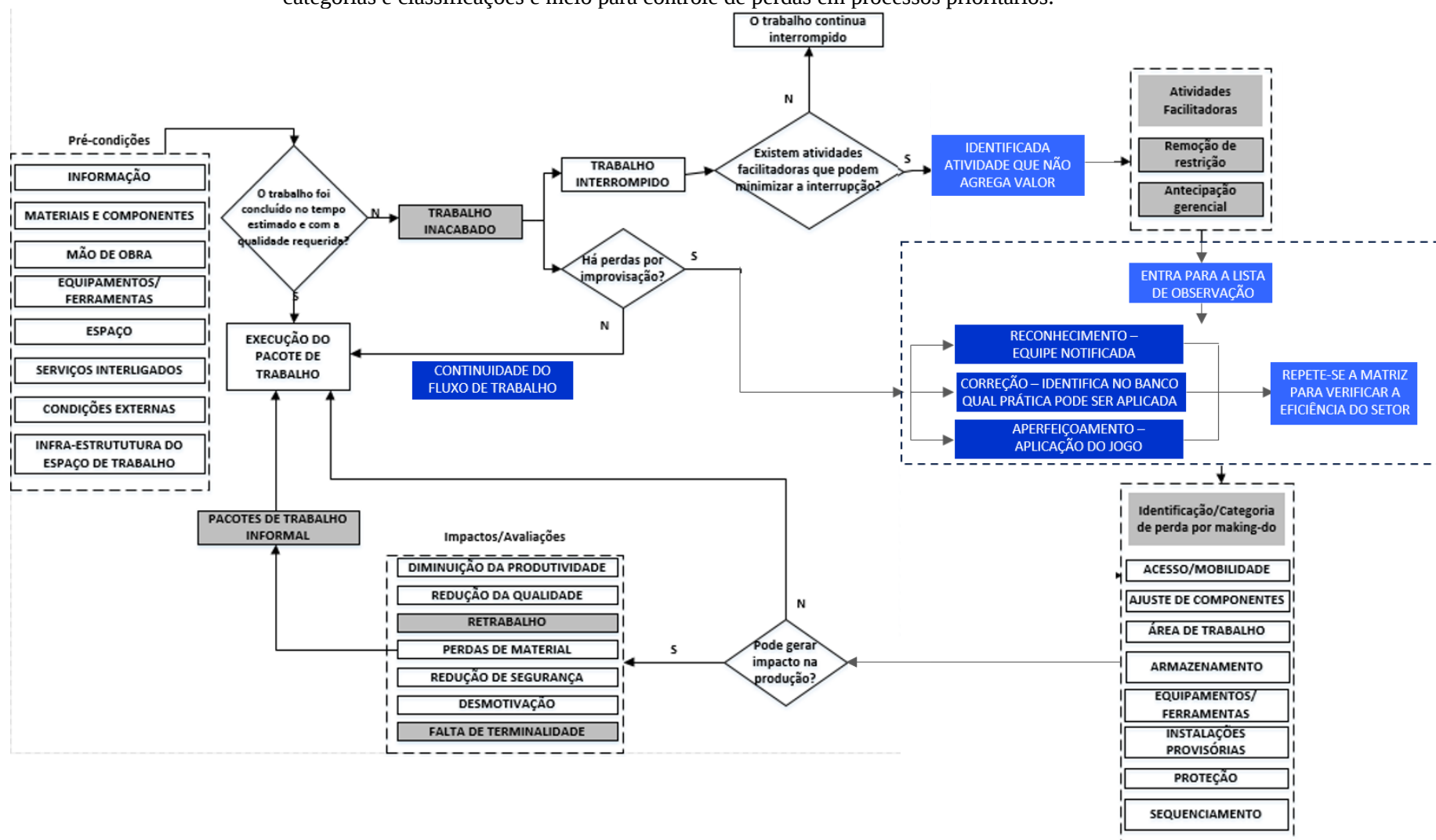


Fonte: Autora (2024).

Embora, o fluxograma apresentado tenha sido elaborado visando o controle de perdas voltado aos processos prioritários, ao observar o método proposto por Sommer (2010), para identificação de perdas por improvisação para orientar a equipe de gestão da produção, método esse que parte das pré-condições necessárias para realização de uma tarefa sugeridas por Koskela (2000) e que Santos e Santos (2017) fizeram o acréscimo das atividades facilitadoras de forma a evitar interrupções, enxergou-se que essa ferramenta pode ser útil como intervenção a outros tipos de perdas, como a do *making-do* (Figura 48).

Conforme externam Igwe, Hammad e Nasiri (2022), o *making-do* é a perda não física mais crítica, ocorrida ao longo do processo de transformação da construção. Isto posto, a incorporação dessa ferramenta associada a esse tipo de perda, pressupõe uma contribuição ao seu reconhecimento e tratamento.

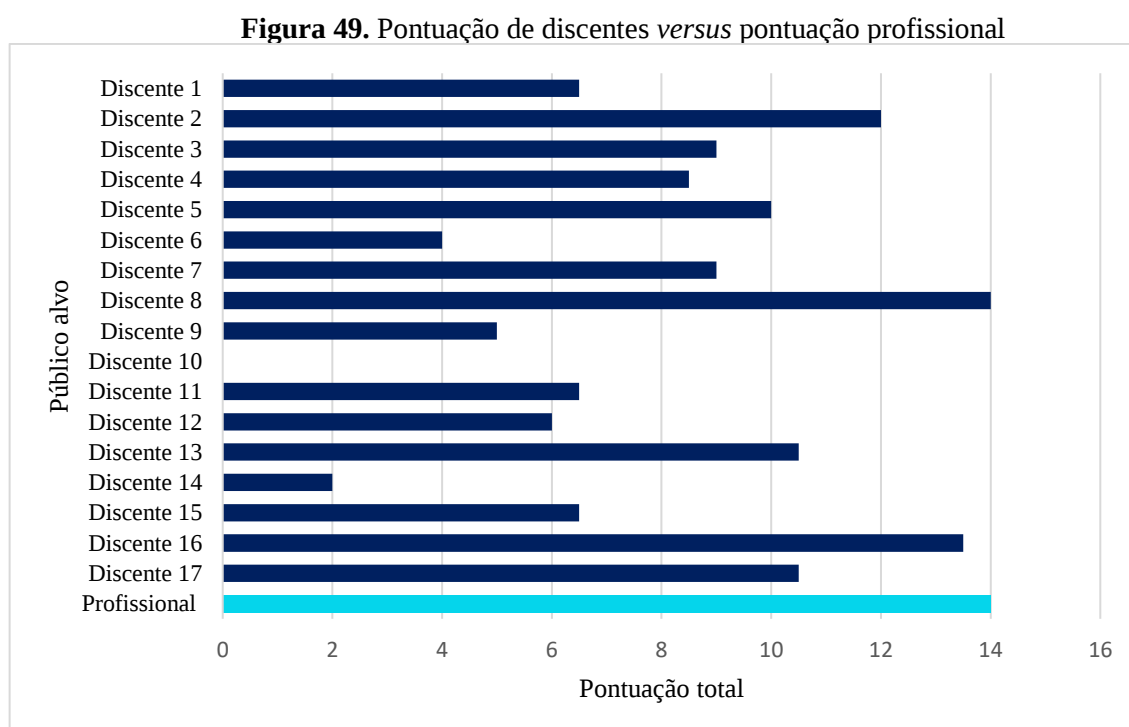
**Figura 48.** Mapa conceitual com inter-relações entre os conceitos *making-do*, atividades facilitadoras e trabalho e inacabado, bem como suas categorias e classificações e meio para controle de perdas em processos prioritários.



Fonte: Autora (2024), adaptado de Koskela (2000), Sommer (2010) e Santos e Santos (2017).

Salienta-se que para a funcionalidade do mecanismo, é indispensável a quebra de algumas barreiras, como, a deficiência na atuação conjunta entre a academia e a indústria da construção, como apontado por Huaman-Orosco, Erazo-Rondinel e Herrera (2022). Ao aplicar o mesmo jogo adotado neste estudo com discentes de múltiplos períodos do curso de Engenharia Civil de uma instituição de ensino superior pública, constatou-se uma insuficiência quanto à alguns contextos, podendo colaborar com a deficiência apontada, como o baixo conhecimento acerca da construção enxuta, práticas enxutas e obras de paredes de concreto.

A aplicação também expôs por meio de aplicação de questionário que a maioria dos participantes até o presente momento nunca haviam participado de alguma atividade que envolvesse jogos para disseminação de práticas construtivas na universidade. Nesse sentido, o resultado da presente dissertação voltou-se a estabelecer um comparativo da visão de profissionais que atuam em campo e de discentes em formação na temática.



Fonte: Autora (2024).

Ao observar a Figura 49, deduz-se que alguns discentes alcançaram pontuação similar à do profissional, contudo ao fazer uma análise de forma detalhada, averiguou-se que o profissional não usufruiu da fase de bonificação, o que poderia ter aumentado a sua pontuação. Essa situação foi contrária ao assinalado por todos os discentes participantes que se aproximaram da pontuação dele.

Tendo em conta as constatações explanadas, acredita-se que a atuação entre a academia e a indústria da construção pode iniciar desde a formação de futuros profissionais. Uma maneira de fazê-los enxergar e tratar problemas reais, mesmo que de forma simulada, é por meio da aplicação de jogos, observado os atributos e as situações oportunizados pela aplicação destes.

Aspectos de ordem cultural apresentam-se como um dos obstáculos ao estabelecimento de novos padrões no âmbito construtivo (Santos, 2018). Nessa lógica, a difusão de conceitos enxutos, interligada a processos, está além de uma questão da reformulação de procedimentos, mas relaciona-se ao seu entendimento por parte da cultura existente (Jorgensen; Emmitt; Bonke, 2004).

Dessa forma, embora o estabelecimento do mecanismo proposto e de sua ferramenta auxiliar indicar uma possibilidade de melhoria no processo e de ganhos na produção, admite-se que o seu emprego pode gerar resistência pelas partes envolvidas. Outrossim, não se pode deixar de considerar e evidenciar que os resultados obtidos sofreram influência da cultura local. A vista disso, deve-se levar em conta que a realidade experienciada por outras regiões, poderiam retornar cenários distintos aos identificados.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho partiu do pressuposto de que é válido o estabelecimento de um mecanismo que identifique perdas, implemente práticas para evitar a sua ocorrência e leve os envolvidos no processo ao reconhecimento e ou seu conhecimento, por meio de investigação de campo, para que sejam capazes de evitar as atividades que não agreguem valor e assim reproduzam de forma satisfatória as vantagens do sistema PCML.

Mesmo em sistemas construtivos mais industrializados, como o de parede de concreto moldada no local, quando comparado com construção de edifício de modo tradicional, verifica-se a ocorrência de perdas em sua produção. Desse modo, é preciso estabelecer um procedimento para a adequada identificação das perdas e sua eliminação ou redução. Assim, ao final da pesquisa presume-se que o método estabelecido é útil, uma vez que além de evidenciar vulnerabilidades no processo que tendem a gerar atividades sem valor agregado, culminou na visualização de outros panoramas.

Antes de tudo, o mapeamento no município de Aracaju revelou que 80% das obras mapeadas faziam uso do sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, com maior predomínio nas zona sul (50%) e na zona de expansão (38%), indicando uma crescente de obras empregando o sistema. O estudo de caso múltiplos permitiu constatar que ao mesmo tempo que tem empresas que já vêm operando com o sistema a mais de 5 de anos, há àquelas que passaram a aplicá-lo recentemente.

O cruzamento dos dados dos questionários destinados a especialistas e a profissionais em campo revelaram um nível de maturidade alto de práticas enxutas no objeto analisado, ou seja, sistema construtivo de PCML, com uma maturidade de 91%, em transição para o maduro. Apesar disso, esse resultado presume que há pontos suscetíveis de melhoria. De maneira a contribuir com esse avanço, foram definidos três processos prioritários, montagem das fôrmas, concretagem e armação, para que, a partir disso, as empresas passem a dar mais atenção às interrupções identificadas.

Por meio da análise, atestou-se que a agilidade promovida pelo sistema construtivo em questão, tida como uma das principais características positivas, tem sido também um aspecto danoso em termos de perdas na produção. As visitas a campo evidenciaram que as perdas no processamento (49%) têm se destacado e a principal causa e impactos desses eventos são incorreções em equipamentos e ferramentas (55%), gerando retrabalhos (56%). De maneira análoga, a observação presente expôs a ocorrência de perdas detectadas em contextos semelhantes ao pesquisado já verificadas em estudos anteriores, como perdas provenientes das

fôrmass, o que indica a necessidade de correções, de modo a evitar que as mesmas continuem a ocorrer. Nesse sentido, como forma de intervenção foi constatado que a categoria de atividade facilitadora que mais poderia reduzir as perdas identificadas foi a de conferência das atividades (64%), seguida da preparação do trabalho (23%) e projeto (13%).

Como solução complementar, sugere-se atividades que possam ser implementadas nos processos de maior prioridade, de forma a evitar que as peculiaridades construtivas sejam barreiras para o avanço da industrialização no setor. Num total foram listadas 25 práticas enxutas distribuídas entre os processos prioritários e categorizadas de acordo com as atividades facilitadoras. A quantidade elencada indica a existência de muitas práticas simples, mas com potencial de aumentar a probabilidade de continuidade do fluxo de trabalho. As categorias relacionadas foram conferência do trabalho, preparação do trabalho, programação de obras, sequenciamento e projeto; essa relação alerta que as atividades precisam ser melhor preparadas e acompanhadas.

Uma outra solução considerada, para reduzir atividades que não agreguem valor no âmbito construtivo, foi a aplicação de um jogo. Embora tenha ficado evidente a dificuldade de participação de profissionais da indústria da construção quanto a essa prática, dada a baixa participação no mesmo, seu emprego se mostrou adequado à estrutura do mecanismo. Por meio da aplicação foi possível constatar o conhecimento do profissional acerca do *lean*, associar similaridades entre práticas identificadas em campo e na simulação, mas também notar a ausência destas no jogo, representando possíveis pontos frágeis no processo. A vista disso, considera-se que este recurso pode transformar-se em um modelo padrão, de modo a dar maior visibilidade aos gestores a etapas suscetíveis a interrupções, a fim de tornar melhor o seu nível operacional.

A consolidação dos objetivos desta pesquisa proporcionou a concepção de um meio para controle de perdas em processos prioritários, que pode ser complementar ao tratamento de outras perdas. Esse meio envolve em uma só ferramenta, etapas presentes no mecanismo, fazendo com que as atividades que não agreguem valor possam ser reconhecidas e tratadas pelas equipes de produção, de modo a evitar que a falta de disseminação ou tratamento das perdas diminua a real capacidade que o sistema construtivo é capaz de oferecer, como vem ocorrendo.

A concepção das etapas que compõem o mecanismo gerou ainda desfechos secundários. Revelou-se por meio da pesquisa bibliométrica, a escassez de publicações que una as temáticas abordadas, o que poderia ter melhor embasado a fundamentação teórica. Além disso, denotou-se que os benefícios na indústria podem ser melhor fomentados, quando há um envolvimento do setor com a academia.

Por fim, conclui-se que a reunião de trabalhos precedentes que tratam de contextos semelhantes, quando postos em prática, promovem ganhos esperados a tempos pela construção civil, como menos atrasos, menos retrabalho, menos perda de materiais, melhor produtividade e redução de problemas ambientais gerados pela indústria construtiva.

Como sugestão para trabalhos futuros apontam os estudos a seguir:

- Aplicação do método proposto neste estudo com uma amostra maior.
- Emprego do mecanismo e de sua ferramenta auxiliar em outras regiões para efeito de comparação quanto a interferência da cultura local.
- Workshop interno sobre perdas no sistema para os três níveis hierárquicos (engenheiros, mestres e operários), acompanhado da aplicação do mecanismo gerencial pelas próprias empresas construtoras.
- Realização de intervenção com a incorporação das boas práticas e ou atividades facilitadoras para verificar incrementos no nível de maturidade.
- Criação de um jogo para discentes do curso de Engenharia Civil, para reconhecimento de atividades sem valor agregado, associadas a práticas enxutas dispostas no banco de dados, ambas apresentadas neste estudo.
- Incorporação de jogos em treinamentos de gestores e equipe auxiliar de gerência, de modo a visualizar o processo como um todo (enxergando perdas e possibilidades de evitá-las) e permitindo-lhes simular cenários.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos. Primeira edição. Rio de Janeiro. 2012. 35 p.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos. Segunda edição. Rio de Janeiro. 2022.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Quinta edição. Rio de Janeiro. 2021.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15696**: Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto — Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Primeira edição. Rio de Janeiro. 2009.
- ABRECON. **A gestão dos resíduos da construção e demolição e o papel do engenheiro**. 2022. Disponível em: <https://abrecon.org.br/a-gestao-dos-residuos-da-construcao-e-demolicao-e-o-papel-do-engenheiro/>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- AMARAL, T. G.; BRAGA, P. B. D.; VIEIRA, S. V.; BARROS NETO, J. P. Relations Between Preconditions, Categories and Impacts of Making-Do Wastes. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 30, Edmonton, Canadá, 2022. **Proceedings [...]** Canadá: 2022.
- AYALEW, T.; DAKHLI, Z.; LAFHAJ, Z. Characterization of waste in Ethiopian building construction projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26th, 2018, Chennai, India. **Proceedings [...]** India: pp. 797–806. DOI: doi.org/10.24928/2018/0505.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Aplicando o pensamento enxuto na construção e na melhoria do desempenho. **Alexandria Engineering Journal**. v. 52, n. 4, pág. 679-695, 2013.
- BALLÉ, M.; BALLÉ, F. **O gerente lean**: uma transformação *lean* em romance. Porto Alegre: Bookman Editora, 2011.
- BARROS NETO, J. P.; FENSTERSEIFER, J. E.; FORMOSO, C. T. Os critérios competitivos da produção: um estudo exploratório na construção de edificações. **Revista de administração contemporânea**, v. 7, n. 1, p. 67-85, 2003.
- BHATNAGAR, S.; DEVKAR, G. Development and Testing of a Simulation Game on Waste Elimination using Lean Practices. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 29th, 2021, Lima, Peru. **Proceedings [...]** Peru: pp. 330–339, doi.org/10.24928/2021/0190.
- BHATNAGAR, S.; JACOB, G.; DEVKAR, G.; RYBKOWSKI, Z. K.; AREFAZAR, Y.; OBULAM, RAJESWARI. A systematic review of lean simulation games in the construction industry. **Architectural Engineering and Design Management**, p. 1-19, 2022. DOI: 10.1080/17452007.2022.2155604.
- BOGADO, J. G. M. **Aumento da produtividade e diminuição dos desperdícios na construção civil**: um estudo de caso-Paraguai. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

BROOKES, N.; BUTLER, M.; DEY, P.; CLARK, R. The use of maturity models in improving project management performance: An empirical investigation. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 7, n. 2, p. 231-246, 2014.

BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta**. 2009. Tese - Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A. Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações. **Ambiente Construído**, v. 11, p. 205-223, 2011.

CALADO, M. A. F. **Metodologia da pesquisa científica na prática**. 2. ed. Olinda: Livro Rápido, 2012.

CBIC. CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **CBIC reforça compromisso de reduzir o déficit habitacional no país**. [S.l.], 2023a. Disponível em: [https://cbic.org.br/en\\_US/cbic-reforca-compromisso-de-reduzir-o-deficit-habitacional-no-pais/?utm\\_campaign=cbic\\_hoje\\_21082023&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://cbic.org.br/en_US/cbic-reforca-compromisso-de-reduzir-o-deficit-habitacional-no-pais/?utm_campaign=cbic_hoje_21082023&utm_medium=email&utm_source=RD+Station). Acesso em: 23 ago. 2023.

\_\_\_\_\_. **Construção revisa projeção de crescimento e deve fechar 2023 com queda de 0,5%**. [S.l.], 2023b. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-revisa-projecao-de-crescimento-e-deve-fechar-2023-com-queda-de-05/>. Acesso em: 9 jan. 2024.

\_\_\_\_\_. **Indústria da construção prevê crescimento de 2,5% em 2023**. [S.l.], 2022a. Disponível em: [https://cbic.org.br/en\\_US/industria-da-construcao-preve-crescimento-de-25-em-2023/](https://cbic.org.br/en_US/industria-da-construcao-preve-crescimento-de-25-em-2023/). Acesso em: 12 abr. 2023.

\_\_\_\_\_. **Lean construction: redução dos desperdícios e perdas em obras de incorporação imobiliária**. [S.l.], 2022b. Disponível em: <https://cbic.org.br/artigo-lean-construction-reducao-dos-desperdicios-e-perdas-em-obras-deincorporacao-imobiliaria/>. Acesso em: 16 nov.

\_\_\_\_\_. **Revisão da Norma de Parede de Concreto consta em consulta nacional na ABNT**. [S.l.], 2022c. Disponível em: [https://cbic.org.br/en\\_US/revisao-da-norma-de-parede-de-concreto-consta-em-consulta-nacional-na-abnt](https://cbic.org.br/en_US/revisao-da-norma-de-parede-de-concreto-consta-em-consulta-nacional-na-abnt). Acesso em: 19 marc. 2023.

CLETO, F. R.; CARDOSO, F. F.; MITIDIERI FILHO, C. V.; AGOPYAN, V. Códigos de Práticas: uma proposta de documentos técnicos de referência de boas práticas para a construção de edifícios no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 2, p. 7-19, 2011. ISSN 1678-8621.

COLAGRANDE, E. A. **Desenvolvimento de um jogo didático virtual para o aprendizado do conceito de mol**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Bioquímica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CORSINI, R. Paredes normatizadas. **Techné**, v. 20, n. 183, p. 40-45, 2012.

COSTA, F. N.; BONIN L. C.; MASUERO, A. B.; FORMOSO, C. T. Boas práticas na execução de revestimento de fachada de argamassa. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO e I ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, Porto Alegre, 2005. **Proceedings [...]** Porto Alegre, 2005.

COSTA, G. S.; ROLA, E. S.; AZEVEDO, M. J. Uma discussão sobre critérios competitivos da produção em empresas que implantaram a construção enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 33º, 2009. **Anais [...]** ANPAD, 2009.

CRUZ, H. M. **Análise das causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

CRUZ, H. M.; SANTOS, D. G.; MENDES, L. A. Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. **Ambiente Construído**, v. 18, p. 49-65, 2018.

CUSTÓDIO, I. M.; DAVID, P. L. D.; BARATA, T. Q. F. Sustentabilidade a partir do uso de selos de certificação ambiental em empreendimentos de Habitação Social. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 14, n. 35, 2021.

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.

DRESH, A. *et al.* **Metodologia científica para engenharia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

**Educamundo, Última versão ISO 9001**: entenda por que a norma sofreu alterações. 2019. Disponível em: < <https://www.educamundo.com.br/blog/ultima-vers%C3%A3o-iso-9001#:~:text=A%20%C3%BAltima%20vers%C3%A3o%20ISO%209001,a%20transi%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20nova%20norma.>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

EROL, H.; DIKMEN, I.; BIRGONUL, M. T. Measuring the impact of lean construction practices on project duration and variability: A simulation-based study on residential buildings. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 23, n. 2, p. 241-251, 2017.

ETGES, B. Revisão de métodos e inovação: ousadia para mudar. **Revista Técnica**, 289 ed., out. 2022, PINI, São Paulo.

FARAH, M. F. S. Diagnóstico tecnológico da indústria da construção civil: caracterização geral do setor. **Tecnologia de edificações**, 1 ed. São Paulo: Pini, 1988. p. 685-690.

FILIPPI, G. A. **Método para planejamento da produção e gestão de prazos de empreendimentos imobiliários**. 2017. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

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

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FORMOSO, T. C. **Lean Construction**: Princípios Básicos e Exemplos. Relatório Técnico. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000, 12f.

FORMOSO, C.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. I. An exploratory study on the measurement and analysis of making-do in construction sites. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 19, Lima, Peru, 2011. **Proceedings [...]** Peru: 2011.

FRANCO, J. V. **Referencial para a aplicação do processo enxuto de desenvolvimento de projetos de edificações**. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

FREITAS, E. N. G. O. **O desperdício na construção civil: Caminhos para sua redução**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1995.

FJP. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil – 2016-2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GROSSKOPF, J. **Boas práticas e descontinuidades: do projeto à execução de um empreendimento complexo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

HERRERA, R. F.; SANZ, M. A.; MONTALBÁN-DOMINGO, L.; GARCÍA-SEGURA, T.; PELLICER, E. Impact of game-based learning on understanding lean construction principles. **Sustainability**, v. 11, n. 19, p. 5294, 2019.

HOSSAIN, M. A.; BISSENOVA, A.; KIM, J. R. Investigation of wasteful activities using lean methodology: In perspective of kazakhstan's construction industry. **Buildings**, v. 9, n. 5, p. 113, 2019.

HUAMAN-OROSCO, C.; ERAZO-RONDINEL, A. A.; HERRERA, R. F. Barriers to Adopting Lean Construction in Small and Medium-Sized Enterprises—The Case of Peru. **Buildings**, v. 12, n. 10, p. 1637, 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em números**. V. 28. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IGLC. INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. **Sobre**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://iglc.net/Home/About>. Acesso em: 28 fev. 2023.

IGWE, C.; HAMMAD, A.; NASIRI, F. Influence of lean construction wastes on the transformation-flow-value process of construction. **International Journal of Construction Management**, v. 22, n. 13, p. 2598-2604, 2022.

ISATTO, L. E. *et al.* **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. Volume 5. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

JORGENSEN, B.; EMMITT, S.; BONKE, S. Revealing cultures and sub-cultures during the implementation of lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, Helsingor, Dinamarca, 2004. **Proceedings [...]** Dinamarca: 2004.

KHODEIR, L. M.; OTHMAN, R. Examining the interaction between lean and sustainability principles in the management process of AEC industry. **Ain Shams Engineering Journal**. v. 9, n. 4, p. 1627-1634, 2018.

KLUTH, A.; JAGER, J.; SCHATZ, A.; BAUERNHANS, T. Evaluation of complexity management systems—systematical and maturity-based approach. **Procedia cirp**, v. 17, p. 224-229, 2014.

KO, C.-H., KUO, J.-D. Making formwork construction *lean*. **Journal of Civil Engineering and Management**, v.21, n. 4, pág. 444–458, 2015.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Thesis (Doctor) – Technical Research Centre of Finland. Espoo, Finlândia: VTT. 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction. Technical Report**. Universidade de Stanford. Finlândia, 1992.

KOSKELA, L. Making-Do: the eighth category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12th, Elsinore, Denmark, 2004. **Proceedings [...]** Denmark, 2004.

KOSKELA, L.; LAHDENPERA, P.; TANHUNPAA, V. Sounding the potential of lean construction: A case study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 4th, 1996, Birmingham, UK. **Proceedings [...]** UK.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. *Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção*. **Gestão & produção**, v. 20, p. 741-761, 2013.

LIKER, J. K.; MEIER, D. P. **O talento Toyota: o modelo Toyota aplicado ao desenvolvimento de pessoas**. Porto Alegre: Bookman, 2008, 296p.

LINDHARD, S. Learning by Experience: A Game Approach to Teaching Construction Scheduling. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION AND REAL ESTATE MANAGEMENT, 2014, Kunming, China **Proceedings [...]** China.

LUKKA, K. **The constructive research approach**. In: Case Study research in logistics (edited by Ojala, L.; Hilmola, O-P.). Series B1. P.83-101. Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003.

LYRA, R. A.; CRISPIM, G. M.; PRANGE, E. M.; SANTOS, R. B. P. dos. Proposta para redução dos resíduos na fase de acabamento de uma obra baseado na construção enxuta. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 1962–1971.

MACHADO, R. L. **A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil**. 2003. Tese - Programa de pós-graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

MESQUITA, V. F., SANTOS D. G. Desenvolvimento de lista de boas práticas para o processo de elevação da alvenaria. **Scientia Plena**, v. 11, n. 11, p. 113304, 2015. Doi: 10.14808/sci.plena.2015.113304.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Como construir paredes de concreto. **Revista Técnica**, 147 ed., Jun. 2009, PINI, São Paulo.

MORADI, S.; SORMUNEN, P. Implementing Lean Construction: A Literature Study of Barriers, Enablers, and Implications. **Buildings**, v. 13, n. 2, p. 556, 2023.

MOURA, C.; FORMOSO, C. T. Análise estatística do PPC e do índice de boas práticas de canteiros de obras da construção civil. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008. **Anais [...]** Fortaleza: ANTAC, 2008.

MOURÃO, C. A. M. A. **O desafio lean nas empresas de construção** - como atingir a excelência na maturidade e na implementação. 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa Doutoral em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2023.

NASSRI, S. et al. Labor waste in housing construction projects: an empirical study. **Smart and Sustainable Built Environment**, v. 12, n. 2, pág. 325-340, 2023.

NÚCLEO DE PAREDES DE CONCRETO. **Fluxo de produção da estrutura**. 2022a. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/ciclo-de-producao-na-execucao-de-paredes-de-concreto/>. Acesso em: 28 fev. 2024.

NÚCLEO DE PAREDES DE CONCRETO. **NBR 16055 Nova revisão: restrições e limites**. 2022b. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/revisao-da-nbr-16655-restricoes-e-limites/>. Acesso em: 28 abr. 2023.

NÚCLEO DE PAREDES DE CONCRETO. **Projeto**. 2023a. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/a-importancia-do-projeto/>. Acesso em: 19 març. 2023.

NÚCLEO DE PAREDES DE CONCRETO. **Sustentabilidade do Sistema Parede de Concreto**. 2023b. Disponível em: [https://nucleoparededeconcreto.com.br/wp-content/uploads/2023/03/Artigo-Sustentabilidade-e-paredes-de-concreto\\_mar23\\_v2.pdf](https://nucleoparededeconcreto.com.br/wp-content/uploads/2023/03/Artigo-Sustentabilidade-e-paredes-de-concreto_mar23_v2.pdf). Acesso em: 28 abr. 2023.

ODS. BRASIL. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br>. Acesso em: 22 ago 2023.

OLIVEIRA, C. B. **Avaliação de Indicadores de Planejamento e Controle da Produção na Construção**: boas práticas, eficácia e prazo. 2010. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

OLIVEIRA, C. A. C. **Desenvolvimento de ferramenta de gestão para a implantação do kit completo na alvenaria estrutural**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997. 149 p.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11..> Acesso em: 29 abr. 2023.

OYEGOKE, A. The constructive research approach in project management research. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 4, n. 4, p. 573-595, 2011.

PADILHA, F.; CARNEIRO, L. R. S.; POGGIALI, F. S. J. Análise de manifestações patológicas em sistemas de paredes de concreto moldadas *in loco*. In: CONGRESO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN e DE CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, 16<sup>th</sup>; 17<sup>th</sup>, 2021, Brasil. **Proceedings [...]** 2021.

POWER, W.; SINNOTT, D.; LYNCH, P. Evaluating the efficacy of a dedicated last planner system facilitator to enhance construction productivity. **Construction Economics and Building**, v. 21, n. 3, p. 142-158, 2021.

RANADEWA, K.A.T.O., SANDANAYAKE, Y.G., SIRIWARDENA, M. Enabling lean among small and medium enterprise (SME) contractors in Sri Lanka. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26<sup>th</sup>, 2018, Chennai, India. **Proceedings [...]** India, 201, pp. 392–401.

ROCHA, F. G.; NASCIMENTO, B. A. R.; NASCIMENTO, E. F. V. C. Um modelo de mapeamento sistemático para a Educação. **Cadernos da FUCAMP**, v. 17, n. 29, 2018.

ROMANEL, F. B.; FREITAS, M. C. D. Jogo “Desafiando a Produção”: ensinando a construção enxuta na construção civil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, n. 3, p. 11-21, 2011.

RYBKOWSKI, Z. K.; ALVES, T. C. L.; LIU, M. (2021). “The emergence and growth of the on-line serious games and participatory simulation group APLSO. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 29<sup>th</sup>, 2021, Lima, Peru. **Proceedings [...]** Peru: 2021, pp. 269–278.

RONEN, B. The complete kit concept. **The International Journal of Production Research**, v. 30, n. 10, p. 2457–2466, 1992.

SÁEZ, P. V.; BÁEZ, A. G.; NAVARRO, J. G.; MERINO, M. R. Redefining Construction and Demolition Waste Management Systems: Best Practices on Civil Engineering Works. **The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering**, v. 9, n. 3, p. 171-179, 2014.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco**: Avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

SANTOS, D. G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras**. 2004. Tese - Programa de pós-graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SANTOS, P. R. R. **Investigação da adaptação organizacional de construtoras de Aracaju à implantação da norma de desempenho**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

SANTOS, D. G.; GROSSKOPF, J.; SOUZA, A. M.; SANTOS NETO, A. T.; HEINECK, L. F. M. Utilization of Extra Planning Activities by Construction Companies in Sergipe, Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20, San Diego, California, USA, 2012. **Proceedings [...]** USA: 2012.

SANTOS, D. G.; HEINECK, L. F. M. Seleção de processos prioritários para a investigação de falhas nos processos produtivos da construção civil. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO e I ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, Porto Alegre, 2005. **Proceedings [...]** Porto Alegre, 2005.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. G. Identificação in loco de atividades facilitadoras no processo construtivo de alvenaria estrutural junto aos gerentes de obra. **Scientia Plena**, v. 11, n. 11, 2015.

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. ISSN 1678-8621.

SILVA, E. N.; MELLO, L. C. B. B.; PINTO, G. O. Challenges for lean construction adoption in the Brazilian industry: a study in construction companies, universities and class organizations. **Construction Innovation**, 2022. DOI 10.1108/CI-08-2021-0148.

SILVA, A. S.; SANTOS, C. M. S.; SOUZA FILHO, W. B. Mapeamento das perdas em obras de edificações residenciais: estudo realizado nos serviços de alvenaria, chapisco e revestimento em argamassa. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO e VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, São Carlos, 2015. **Proceedings [...]** São Carlos, 2015.

SOLAIMANI, S.; SEDIGHI, M. Toward a holistic view on lean sustainable construction: A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 248, p. 119213, 2020.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOUZA, L. de J. **Boas práticas enxutas na construção de paredes de concreto**: framework de jogo didático. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2021. (ACESSO RESTRITO).

TEODÓSIO, P. M.; TORRES, T. A. S.; SILVA, D. M.; SILVA, L. S.; SANTOS, D. G. Método de identificação de perda por improvisação e uso de atividades facilitadoras: estudo de caso no Município de Aracaju, Sergipe. **Revista Princípios - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, mar. 2024. ISSN 2447-9187. Doi: <http://dx.doi.org/10.18265/2447-9187a2024id8058>.

TOMMELEIN, I. D. Journey toward lean construction: pursuing a paradigm shift in the AEC industry. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 6, p. 04015005, 2015.

TOMMELEIN, I. D.; RILEY, D. R.; HOWELL, G. A. Parade game: Impact of work flow variability on trade performance. **Journal of construction engineering and management**, v. 125, n. 5, p. 304-310, 1999.

VIEIRA FILHO, L. C. **Jogo de empresas: caracterização e implementação computacional de um modelo para o ensino da logística empresarial**. 2003. (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2003. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

VIEIRA, R. O.; SILVA, U. C. N.; GOLIATH, B. K. Sistema Construtivo de Paredes de Concreto Moldadas “IN LOCO”. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 6, p. 499-522, 2021.

WEBER, L. E.; CARVALHO, M. C.; FRANCA, V. V.; SANTOS, D.G. Proposição de modelo de maturidade para serviços de fiscalização de obras públicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11, Londrina, 2019. **Anais [..]** Londrina, 2019.

WENDLER, A. Paredes de Concreto - um sistema normatizado. **Revista Concreto & construções IBRACON**, São Paulo 68 ed., dez. 2012.

WILLIS, C. J.; RANKIN, J. H. The construction industry macro maturity model (CIM3): theoretical underpinnings, **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 4, pp. 382-402, 2012. <https://doi.org/10.1108/17410401211212652>.

WILLIS, C. J.; RANKIN, J. H. Measuring the maturity of guyana’s construction industry using the construction industry macro maturity model (CIM3). **Journal of Construction in Developing Countries**, v. 15, n. 2, p. 87-116, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

## APÊNDICE A –PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO DE TRABALHOS DE MAIOR ADERÊNCIA COM O TEMA

| SCOPUS |                                                                                                              |                                                                                                                                               |                                                                         |                |      |                                             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|------|---------------------------------------------|
| Nº     | Título                                                                                                       | Palavras-chave                                                                                                                                | Autores                                                                 | País           | Ano  | Fonte                                       |
| 1      | Making formwork construction lean                                                                            | Andon; Cofragem; Kanban; Manufatura enxuta                                                                                                    | KO, C.-H.; KUO, J.-D.                                                   | China          | 2015 | Journal of Civil Engineering and Management |
| 2      | Development and testing of a simulation game on waste elimination using lean practices                       | Custo; Prazo de entrega; Magro; Jogo de simulação; Maximização de valor; Eliminação de resíduos                                               | BHATNAGAR, S.; DEVKAR, G.                                               | Peru           | 2021 | IGLC 2021 - 29th                            |
| 3      | Improving construction management practice in the gibraltar construction industry                            | Gibraltar; Sistema Last Planner; Atividades que não agregam valor; Resíduos; Fluxo de trabalho                                                | DANIEL, E.I.; GARCIA, D.; MARASINI, R.; KOLO, S.; OSHODI, O.            | Irlanda        | 2019 | IGLC 2019 - 27th                            |
| 4      | Enabling lean among small and medium enterprise (sme) contractors in Sri Lanka                               | Estudos de Caso; Construção Enxuta; PME Contratantes; Sri Lanka                                                                               | RANADEWA, K.A.T.O.; SANDANAYAKE, Y.G.; SIRIWARDENA, M.                  | Índia          | 2018 | IGLC 2018 - 26th                            |
| 5      | A nigerian cased-based study of non-value adding activities and their reduction in concrete paver production | Pavimentadores de concreto; Construção enxuta; Processo; Puxada de produção; Desperdício                                                      | AKA, A.; EMUZE, F.                                                      | Estados Unidos | 2020 | IGLC 2020 – 28th                            |
| 6      | Labor waste in housing construction projects: an empirical study                                             | Produtividade do trabalho; Desperdício de mão de obra; Construção enxuta; Identificação de resíduos; Medição de resíduos; Amostra de trabalho | NASSRI, S.; TALEBI, S.; ELGHAISH, F., (...); POSHDAR, M.; KAGIOGLOU, M. | Reino Unido    | 2023 | Smart and Sustainable Built Environment     |
| 7      | Toward a holistic view on lean sustainable construction: A literature review                                 | Construção enxuta; Sustentabilidade; Resultado triplo; Revisão sistemática da literatura                                                      | SOLAIMANI, S.; SEDIGHI, M.                                              | Holanda        | 2020 | Journal of Cleaner Production               |
| 8      | Characterization of waste in Ethiopian building construction projects                                        | Etiópia; Projetos de construção, Construção enxuta, Processo, Desperdício                                                                     | AYALEW, T.; DAKHLI, Z.; LAFHAJ, Z.                                      | India          | 2018 | IGLC 2018 - 26th                            |
| 9      | Understanding the effectiveness of visual management best practices in construction sites                    | Gestão Visual; Transparência; Lean Construction; Planejamento; Controle da Produção                                                           | BRANDALISE, F.M.P.; VALENTE, C.P.; VIANA, D.D.; FORMOSO, C.T.           | India          | 2018 | IGLC 2018 - 26th                            |

| Nº                                                                  | Título                                                                                                            | Palavras-chave                                                                                                                                                            | Autores                                                 | País        | Ano  | Fonte                                            |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|------|--------------------------------------------------|
| 10                                                                  | Mapping Waste in the Structural Design Process in South African projects                                          | Construção; Projeto; Mapeamento do fluxo de valor; Perda                                                                                                                  | AKA, A; EMUZE, F.; DAS, D.                              | Grécia      | 2017 | IGLC 2017 - 25th                                 |
| 11                                                                  | Influence of lean construction wastes on the transformation-flow-value process of construction                    | Construção enxuta; Desperdício magro; Valor do fluxo de transformação; Índice de importância relativa                                                                     | IGWE, C.; HAMMAD, A.; NASIRI, F.                        | Canadá      | 2020 | International Journal of Construction Management |
| 12                                                                  | Performance measurement in lean production systems: an exploration on requirements and taxonomies                 | Medição de desempenho; Construção enxuta, Gestão da produção, Melhoria contínua, Kaizen                                                                                   | BARTH, K. B.; FORMOSO, C. T.; STERZI M. P.              | Irlanda     | 2019 | IGLC 2019 - 27th                                 |
| 13                                                                  | Lean and Industry 4.0 mitigating common losses in Engineer-to-Order theory and practice: an exploratory stud      | Indústria 4.0; Engineer-to-Order (ETO); Lean; Perdas; Implementação; Fabricação de projetos                                                                               | SCHULZE, F.; DALLASEGA P.                               | Itália      | 2023 | Flexible Services and Manufacturing Journal      |
| <b>WEB OF SCIENCE</b>                                               |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                           |                                                         |             |      |                                                  |
| 14                                                                  | Redefining construction and demolition waste management systems: best practices on civil engineering works        | Resíduos de construção e demolição; Gestão de resíduos; Melhores Práticas; Minimização de resíduos; Engenharia Civil; Obras ferroviárias; Sistemas de gestão da qualidade | SÁEZ, P. V.; BÁEZ, A. G.; NAVARRO, J. G.; MERINO, M. R. | Espanha     | 2014 | Baltic Journal of Road and Bridge Engineering    |
| 15                                                                  | Evaluating the Efficacy of a Dedicated Last Planner® System Facilitator to Enhance Construction Productivity      | Construção Enxuta; Sistema Last Planner; Facilitador; Colaboração; Mentalidade                                                                                            | POWER, W.; SINNOTT, D.; LYNCH P.                        | Irlanda     | 2021 | Construction Economics and Building              |
| 16                                                                  | Investigation of Wasteful Activities Using Lean Methodology: In Perspective of Kazakhstan's Construction Industry | Processo de construção; Métodos enxutos; Atividades que não agregam valor; Melhoria da produtividade; Atividades de agregação de valor                                    | HOSSAIN, M.A.; BISSENOVA, A.; KIM, J.R.                 | Cazaquistão | 2019 | Buildings                                        |
| <b>BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES - BDTD</b> |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                           |                                                         |             |      |                                                  |
| 17                                                                  | Avaliação de indicadores de planejamento e controle de produção na construção: Boas práticas, eficácia e prazo    | Boas práticas, Planejamento e controle da produção, Indicadores de desempenho, Construção civil, Construção enxuta                                                        | OLIVEIRA, C. B.                                         | Brasil      | 2010 | Universidade Federal de São Carlos               |
| 18                                                                  | Referencial para a aplicação do processo enxuto de desenvolvimento de projetos de edificações                     | Processo enxuto de desenvolvimento de projetos, Gestão do processo de projeto; mentalidade enxuta na construção                                                           | FRANCO, J. V.                                           | Brasil      | 2016 | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS                |

| Nº                                                  | Título                                                                                                                                                 | Palavras-chave                                                                                                                                                                                                                                     | Autores           | País   | Ano  | Fonte                                                      |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|------|------------------------------------------------------------|
| 19                                                  | Avaliação do impacto do sistema last planner no desempenho de empreendimentos da construção civil                                                      | Planejamento e controle da produção; Last Planner; medição de desempenho                                                                                                                                                                           | MOURA, C. B.      | Brasil | 2008 | Universidade Federal do Rio Grande do Sul                  |
| 20                                                  | Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras                                                       | Interrupção no fluxo de produção, Redes operacionais, Atividades facilitadoras.                                                                                                                                                                    | SANTOS, D. G.     | Brasil | 2004 | Universidade Federal de Santa Catarina                     |
| 21                                                  | Desenvolvimento de jogo didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo: elevação da alvenaria estrutural | Boas práticas; Atividades facilitadoras; Construção enxuta; Jogos e simulações                                                                                                                                                                     | MESQUITA, V. F.   | Brasil | 2014 | Universidade Federal de Sergipe                            |
| 22                                                  | A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras                                   | Gestão da qualidade; Planejamento e controle da produção; Melhoria; integração                                                                                                                                                                     | SUKSTER, R.       | Brasil | 2005 | Universidade Federal do Rio Grande do Sul                  |
| 23                                                  | Método para planejamento da produção e gestão de prazos de empreendimentos imobiliários                                                                | Atraso, Planejamento, Projetos de construção, Gestão de prazo                                                                                                                                                                                      | FILIPPI, G. A.    | Brasil | 2017 | Escola Politécnica da Universidade de São Paulo            |
| <b>CATÁLOGO DE TESES &amp; DISSERTAÇÕES - CAPES</b> |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |        |      |                                                            |
| 24                                                  | Práticas racionalizadas de execução de alvenaria estrutural de blocos de concreto.                                                                     | Alvenaria estrutural; Bloco de concreto estrutural; Racionalização; Boas práticas; Processo construtivo                                                                                                                                            | MANTUANO NETTO R. | Brasil | 2016 | Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo |
| 25                                                  | Diretrizes para planejamento e implementação de sistema de gestão integrada em empresas da construção civil                                            | Sistema de gestão da qualidade; ISO 9001; Sistema de gestão de meio ambiente; ISO 14001; Sistema de gestão de saúde e segurança no trabalho; OHSAS 18001; Sistema de gestão integrada; Gestão de operações, Construção; Diretrizes e Boas práticas | RANZANI C.        | Brasil | 2011 | Universidade Estadual Paulista                             |
| 26                                                  | Planejamento da implantação de sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco segundo a visão da construção enxuta                        | Construção enxuta; Last Planner System; Engenharia de sistemas; logística; Kanban                                                                                                                                                                  | SOUZA, B. A.      | Brasil | 2016 | Universidade Federal de Sergipe                            |

| Nº                          | Título                                                                                                                                                             | Palavras-chave                                                                                  | Autores                                                                                                          | País   | Ano  | Fonte                           |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|---------------------------------|
| 27                          | Análise das causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos                                                         | Causas da variabilidade; Sistemas construtivos; Construção enxuta                               | CRUZ, H. M.                                                                                                      | Brasil | 2017 | Universidade Federal de Sergipe |
| 28                          | Desenvolvimento de ferramenta de gestão para a implantação do kit completo na alvenaria estrutural                                                                 | Redução da variabilidade; Padronização; Kit completo                                            | OLIVEIRA, C. A. C.                                                                                               | Brasil | 2016 | Universidade Federal de Sergipe |
| 29                          | Antecipações gerenciais para a inserção de atividades facilitadoras na execução de alvenaria de tijolos cerâmicos: Análise dos relatórios de agentes do processo   | Construção civil, Alvenaria cerâmica; Fluxos; Antecipações gerenciais; Atividades facilitadoras | COELHO, C. B. T.                                                                                                 | Brasil | 2009 | Universidade Federal do Paraná  |
| 30                          | Boas práticas e discontinuidades: do projeto à execução de um empreendimento complexo                                                                              | Boas práticas; Descontinuidades; Perdas                                                         | GROSSKOPF, J.                                                                                                    | Brasil | 2013 | Universidade Federal de Sergipe |
| <b>ARTIGOS DE CONGRESSO</b> |                                                                                                                                                                    |                                                                                                 |                                                                                                                  |        |      |                                 |
| 31                          | Identificação de boas práticas que contribuem para a diminuição da variabilidade dos processos                                                                     | Boas práticas; Causas, Variabilidade                                                            | CRUZ, H; SANTOS, D. G.                                                                                           | Brasil | 2018 | ENTAC 2018                      |
| 32                          | Levantamento de melhores práticas de construtoras cearenses                                                                                                        | Cooperação; Competitividade; Inovação; Produtividade. Construção civil.                         | BOES, J. S.; ROCHA, P. H.; CÂNDIDO, L. F.; BARROS NETO, J. P.                                                    | Brasil | 2018 | ENTAC 2018                      |
| 33                          | Proposta para redução dos resíduos na fase de acabamento de uma obra baseado na construção enxuta                                                                  | Construção Enxuta; Sustentabilidade; Desperdício                                                | LYRA, R. A.; CRISPIM, G. M.; PRANGE, E. M.; SANTOS, R. B. P.                                                     | Brasil | 2018 | ENTAC 2018                      |
| 34                          | Requisitos para a construção de um software sobre boas práticas e atividades facilitadoras na construção civil: um mapeamento das teses e dissertações brasileiras | Construção Enxuta; Boas Práticas Enxutas; Tomada de Decisão.                                    | SOUZA, L. J.; NUNES, A. G.; FERREIRA, F. B.; VIANA, M. R.; CARVALHO, M. C.; SANTOS, D. G.; MICHELAN, D. C. G. S. | Brasil | 2021 | XII Sibragec                    |

| Nº | Título                                                                                                                                                            | Palavras-chave                                                                                     | Autores                                                                                                        | País   | Ano  | Fonte                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|---------------------------|
| 35 | Aplicação do kit completo para minimizar a interrupção do fluxo de trabalho: making-do e trabalho inacabado                                                       | Construção Enxuta; Kit Completo; Boas Práticas; Making-do; Trabalho inacabado                      | SOARES, K. M. A.; PINTO, M. G. A.; SANTOS, T. B.; SANTOS, D. G.; MICHELAN, D. C. G. S.; SANTOS, P. R. R.       | Brasil | 2019 | XI Sibragec e VIII Elagec |
| 36 | Análise dos aspectos que impactam o planejamento vertical: estudo de casos múltiplos                                                                              | Níveis de planejamento; Edifícios de vários andares; Aspectos positivos; Aspectos negativos        | LIMA, A. L. R. S. R.; CRUZ, H. M.; SANTOS, D. G.                                                               | Brasil | 2019 | XI Sibragec e VIII Elagec |
| 37 | Técnicas e ferramentas para aplicação dos 11 princípios da construção enxuta: estudo de caso                                                                      | Lean Construction; Canteiro de Obras; Gerenciamento de Obras                                       | AMORIM, L. V. TAVARES, I. C. P. ANGELIM, V. L.                                                                 | Brasil | 2021 | XI ISibragec              |
| 38 | Indicadores de desempenho para benchmarking em empresas construtoras na cidade de Maceió – AL                                                                     | Benchmarking; Indicadores de produtividade; Medição de desempenho; Construção civil                | WEBER, A. O. S.; LIMA, B. S.; SILVA, N. E. G.; SANTOS, I. A.; WEBER, I.; PHILIPPSEN JUNIOR, L. A.              | Brasil | 2021 | XI ISibragec              |
| 39 | Informações necessárias para elaborar um jogo didático digital de boas práticas enxutas: Um mapeamento sistemático da literatura                                  | Jogos didáticos; boas práticas enxutas; Construção enxuta; Construção civil; Software              | NUNES, A. G.; SOUZA, L.J.; VIANA, M. R.; CARVALHO, M. C.; SANTOS, D.G.; MICHELAN, D. C. G. S.; FERREIRA, F. B. | Brasil | 2022 | XIX ENTAC                 |
| 40 | Gestão de projetos na indústria da construção civil: estudo e análise dos processos de gerenciamento de tempo e custos                                            | Gestão de projetos; Gerenciamento de Tempo; Gerenciamento de Custos; Indústria da Construção Civil | RIBEIRO NETO, A. B.; RANIERI, J. R.                                                                            | Brasil | 2018 | XXXVIII Enegep            |
| 41 | Análise da melhoria dos processos com a adoção de inovações tecnológicas utilizadas na construção civil cearense                                                  | Inovação; Modularização; Padronização, Construção Civil; Mapeamento de Processos                   | FREITAS FILHO, A. E. G.; MOREIRA, A. B.; SOUSA, D. S. V.                                                       | Brasil | 2018 | XXXVIII Enegep            |
| 42 | (Diagnóstico da gestão da produção em canteiros de obras de Curitiba) Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis | Planejamento; Controle e Acompanhamento; Produção; Construção Civil; Canteiro de Obras             | SCHAURICH, G. F. S.; IAROZINSKI NETO, A.                                                                       | Brasil | 2020 | XL Enegep                 |

| Nº | Título                                                                                                                                       | Palavras-chave                                                                       | Autores                                                                        | País   | Ano  | Fonte           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------|------|-----------------|
| 43 | Mapeamento das perdas em obras de edificações residenciais: estudo realizado nos serviços de alvenaria, chapisco e revestimento em argamassa | Mapeamento; Classificação; Perdas; Obras; Serviços                                   | SILVA, A. S.; SANTOS, C. M. S.; SOUZA FILHO, W. B.                             | Brasil | 2015 | Sibragec/Elagec |
| 44 | Aplicação de atividades facilitadoras no processo construtivo de estruturas: estudo de caso                                                  | Interrupções; Processos construtivos; Atividades facilitadoras; Estruturas           | SANTOS, D. G.; OLIVEIRA, F. M.; SANTOS NETO, A. T.                             | Brasil | 2011 | 7º Sibragec     |
| 45 | Aplicação de ferramentas da lean construction em obras pequenas e de curto prazo                                                             | Gerenciamento; Construção enxuta; Obras Pequenas; Obras de curto prazo               | WIGINESCKI, B. B.; KRÜGER, J. A.                                               | Brasil | 2009 | VI Sibragec     |
| 46 | Análise estatística do PPC e do índice de boas práticas de canteiros de obras da construção civil                                            | Last Planner; PPC; Performance indicadores                                           | MOURA C. B.; FORMOSO C. T.                                                     | Brasil | 2008 | Entac 2008      |
| 47 | Avaliação da aplicação do índice de boas práticas de planejamento em empresas construtoras da região metropolitana de Porto Alegre           | Last Planner; Indicadores; Índice de boas práticas do planejamento                   | RECK R. Hoffmann; FORMOSO Carlos Torres                                        | Brasil | 2010 | Entac 2010      |
| 48 | Avaliação de índices de boas práticas de canteiro de obras em empresas construtoras no Brasil                                                | Planejamento do canteiro; boas práticas; Indicadores de desempenho; Canteiro de obra | DIAS, G. A. G.; SERRA, S. M. B.; SOUZA, J. S.; CAMBRAIA, F. B.; FORMOSO, C. T. | Brasil | 2011 | IVElagec        |
| 49 | Análise de um modelo de planejamento e acompanhamento de obras verticais: estudo de caso de uma empresa de consultoria em Fortaleza/CE       | Gerenciamento da Construção; Gestão de Projetos; PCP                                 | QUEIROZ, P. H. P.; CANDIDO, L. F.; BARROS NETO, J. P.                          | Brasil | 2015 | XXXV Enegep     |
| 50 | Gerenciamento de tempo, custos, recursos humanos e aquisições na construção civil: estudo de caso                                            | Gerenciamento de Projetos; PMBOK; Construção Civil; Planejamento; Controle           | SOUZA, A. M.                                                                   | Brasil | 2009 | XXIX Enegep     |
| 51 | Avaliação de Boas Práticas do Processo de Coordenação de Projetos em Construtoras                                                            | Coordenação de Projetos, Boas Práticas, Construção de Edifícios                      | LORDSLEEM JÚNIOR A. C.; FIALHO M. T. V.                                        | Brasil | 2011 | 2º Sbqp         |

| Nº | Título                                                                                                                               | Palavras-chave                                                                                         | Autores                                                   | País   | Ano  | Fonte                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|------|----------------------|
| 52 | Boas práticas na execução de revestimento de fachada de argamassa                                                                    | Revestimento de fachada de argamassa, gestão de processos, qualidade, redução de perdas, boas práticas | COSTA, F. N.; BONIN, L. C.; MASUERO, A. B.; FORMOSO C. T. | Brasil | 2005 | IV Sibragec/I Elagec |
| 53 | Programação do pacote de trabalho das atividades da estrutura: estudo de caso em edificação em paredes de concreto moldadas no local | Paredes de Concreto; Pacote de trabalho; Planejamento; Técnicas de programação                         | SOARES, E. E. S.; CRUZ H. M.                              | Brasil | 2023 | XIII Sibragec        |
| 54 | Investigação de perdas do Sistema Toyota de Produção em obras de paredes de concreto moldadas no local                               | Perdas; Sistema Toyota de Produção; Paredes de concreto                                                | RIBEIRO, L. C.; TORRES, T. A. S.; CRUZ H. M.              | Brasil | 2023 | XIII Sibragec        |

## APÊNDICE B – SÍNTESE DAS ATIVIDADES METODOLÓGICAS

| CONTEXTO                                                                                                                                                                                                                                                           | PROBLEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OBJETIVO PRINCIPAL                                                                                                                                                                                                                                                | OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                          | QUESTÕES DE PESQUISA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | MÉTODO                                           | INSTRUMENTO                                                                                                            | RESULTADOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Busca pelo desenvolvimento da indústria construtiva</p> <p>Perdas significativas</p> <p>Competitividade entre empresas construtoras</p> <p>Facilitação no crédito imobiliário</p> <p>Demanda habitacional</p> <p>Industrialização</p> <p>Agregação de valor</p> | <p>Cultura tradicional enraizada; necessidade de vencer as falhas nos processos construtivos, que provocam atrasos, retrabalhos, perdas de materiais; grande quantidade de atividades que não agregam valor dentro do ambiente construtivo; ausência de uma solução gerencial protocolada</p> | <p>Estabelecer um mecanismo gerencial para a explicitação de boas práticas enxutas e ou de atividades facilitadoras aplicadas em canteiros de obras de modo a reduzir atividades que consomem recursos, mas não agregam valor em obras de paredes de concreto</p> | Identificar o grau de maturidade de gerentes de obras no uso de boas práticas enxutas e ou atividades facilitadoras.                           | <p>Pesquisas têm sido realizadas acerca das perdas que envolvem o sistema racionalizado de paredes de concreto? É possível por meio do emprego de práticas enxutas eliminar ou reduzir as atividades que não agregam valor? Os profissionais envolvidos na construção têm conhecimento de práticas que podem contribuir com a continuidade dos processos? É possível, o estabelecimento de um mecanismo protocolado dentro da gestão da construção que contribua com a redução de atividades que não agregam valor por meio do emprego de boas práticas e ou atividades facilitadoras?</p> | Realizar um mapeamento sistemático da literatura | <p>Consulta a sites, documentos e profissionais da área</p> <p>Aplicação de questionários</p> <p>Observação direta</p> | <p>Lista de artigos para auxiliar na revisão de literatura</p> <p>Visibilidade da distribuição dos sistemas construtivos no município de Aracaju</p> <p>Verificação do avanço da racionalização do setor da construção</p> <p>Implementação de boas práticas/atividades facilitadoras</p> <p>Reconhecimento por parte dos envolvidos no processo construtivo de práticas que contribuem ou facilitem a continuidade dos processos</p> <p>Redução de atividades que não agregam valor</p> <p>Ferramenta para controle de perdas em processos prioritários</p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   | Apontar processos prioritários no sistema construtivo de paredes de concreto                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Realizar pesquisa bibliográfica                  |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   | Indicar momentos a serem empregados boas práticas e ou atividades facilitadoras nas etapas construtivas da parede de concreto                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Mapeamento dos sistemas construtivos             |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   | Categorizar as práticas enxutas por processo prioritário                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Realizar matriz de maturidade                    |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   | Confrontar o cenário real (canteiro de obras das obras analisadas) com o fictício (aplicação do jogo) observando o emprego de práticas enxutas |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Definir processo prioritário                     |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Agrupar práticas enxutas (banco de dados)        |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Realizar visitas às obras selecionadas           |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Aplicar jogo                                     |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS ESPECIALISTAS**

## Pesquisa de Mestrado - Gestão da Construção

O presente questionário é parte dos recursos de coleta de dados de uma pesquisa de dissertação de mestrado, integrado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe. A finalidade do estudo é reduzir atividades que não estejam agregando valor no âmbito do sistema construtivo das paredes de concreto moldadas no local.

### Identificação do respondente

Nome completo \*

\_\_\_\_\_

E-mail \*

\_\_\_\_\_

Formação profissional \*

\_\_\_\_\_

Nível de escolaridade \*

\_\_\_\_\_

Experiência na área (anos) \*

\_\_\_\_\_

Cargo ocupado atualmente \*

\_\_\_\_\_

Setor atuante \*

☐ Público

☐ Privado

☐ Outro

Locais de atuação (estado e ou município) \*

\_\_\_\_\_

### Sobre a pesquisa

Antes de mais nada, faz-se necessário entender um pouco do contexto que levou a investigação em questão.

O âmbito construtivo está cercado de processos que corriqueiramente são interrompidos, como também de tarefas que são efetuadas de forma mais complexas, conjuntura que tende a contribuir com atividades que não agregam valor. Diante disso, Santos (2004), criou nove categorias de atividades que quando tem seus requisitos cumpridos, são capazes evitar interrupções e facilitar o serviço. Estas são identificadas ainda na literatura como uma boa prática. Abaixo segue a descrição de cada uma.

1. **ACESSO** - Relaciona-se com o acesso de recursos humanos e materiais a locais de trabalho. Compreende o posto de trabalho ou o canteiro de obras. Ele é observado em termos de abastecimentos internos e de alcance da mão-de-obra à superfície a ser trabalhada.
2. **PROJETO** - São as características do projeto que possibilitam a sua construtibilidade, como detalhamentos, simplificações, padronizações, compatibilização e conclusões, além de alterações após o início da construção.
3. **PREPARAÇÃO DO TRABALHO** - É a disponibilização no posto de trabalho dos recursos de produção, necessários ao início dos processos, em termos de materiais, mão-de-obra, equipamentos e ferramentas, instruções de trabalho, qualidade da superfície a ser trabalhada e conclusão de processos antecedentes
4. **CONFERÊNCIA DO TRABALHO** - Está relacionada com as medidas de desempenho do processo, como tolerâncias dimensionais permitidas, qualidade do produto elaborado e verificação de nivelamentos

5. **CONFLITO ESPACIAL** - Relaciona-se com o confronto no espaço de elementos de construção ou de categorias de mão-de-obra, para a realização de processos diferentes, em um mesmo ambiente de trabalho. Esta categoria pode ser provocada por restrições, que podem ser evitadas com o estudo das movimentações em canteiro e da sequência de execução
6. **SEQUENCIAMENTO** - Está relacionada com a ordem de produção de determinado processo. No caso de uma inversão, observa-se se esta é permitida e quais as providências que devem ser tomadas para evitar a descontinuidade dos processos. Muitas vezes, uma inversão de sequenciamento leva ao aumento no número de visitas ao posto de trabalho, para a conclusão do processo
7. **PROTEÇÃO DOS OPERÁRIOS** - Trata-se da preocupação com a disponibilização em canteiro de equipamentos de proteção coletivos e individuais. Quanto aos primeiros, deve-se verificar a disponibilidade do local adequado para a sua fixação, em termos de tempo e de condições físicas. O trabalho em condição insegura gera risco de acidentes e interrupção das atividades para a devida correção
8. **PROTEÇÃO DOS PROCESSOS** - Observa-se a proteção do serviço de construção já concluído em relação a outros a serem executados no mesmo ambiente e que podem lhe causar danos, como quebras e respingos de materiais
9. **PROGRAMAÇÃO DE OBRA** - Esta categoria está relacionada com exigências de clientes fora de hora, desrespeito a planos, definição de pacotes de trabalho, pedido de material, relação com fornecedores e interferência do cliente.

Observando o contexto descrito acima. De 1 à 5, atribua pesos de acordo com o grau de importância na sua opinião \*

|                            | 1-Sem<br>importância  | 2 – Pouco<br>importante | 3 -<br>Importante     | 4 – Muito<br>importante | 5 -<br>Extremamente<br>importante |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| ACESSO                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| PROJETO                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| PREPARAÇÃO DO<br>TRABALHO  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| CONFERÊNCIA DO<br>TRABALHO | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| CONFLITO<br>ESPACIAL       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| SEQUENCIAMENTO             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| PROTEÇÃO DOS<br>OPERÁRIOS  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| PROTEÇÃO DOS<br>PROCESSOS  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |
| PROGRAMAÇÃO<br>DE OBRAS    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/>             |

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DESTINADO À EQUIPE DE CAMPO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**Título do Trabalho:** Mecanismo gerencial para redução de atividades que consomem recursos, mas não agregam valor em obras de paredes de concreto.

**Mestranda:** Taiane Aparecida Santos Torres

**Orientadora:** Débora de Gois Santos

O presente questionário é parte dos recursos de coleta de dados de uma pesquisa de dissertação de mestrado, integrada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe. A finalidade do estudo é reduzir atividades que não estejam agregando valor no âmbito do sistema construtivo das paredes de concreto.

### Identificação da Empresa

Razão social da empresa: \_\_\_\_\_

Ano de início no mercado: \_\_\_\_\_

Local de atuação: \_\_\_\_\_

Tempo de transição do sistema construtivo: \_\_\_\_\_

| DADOS GERAIS DA OBRA |                      |                      |                           |                |                     |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------|---------------------|
| Área total           | Quantidade de torres | Torres por pavimento | Apartamento por pavimento | Início da obra | Previsão de término |
|                      |                      |                      |                           |                |                     |

### Identificação do respondente – Equipe técnica

Nome: \_\_\_\_\_

Função na empresa: \_\_\_\_\_

Nível de escolaridade: \_\_\_\_\_

Experiência na área (anos): \_\_\_\_\_

| ESCALA<br>LIKERT | EQUIVALÊNCIA |                         |               |                         |            |
|------------------|--------------|-------------------------|---------------|-------------------------|------------|
|                  | 1-Nunca      | 2 – Pouca<br>frequência | 3 - Frequente | 4 – Muita<br>frequência | 5 - Sempre |

| CATEGORIA | RECOMENDAÇÕES                                                                          | ESCALA |   |   |   |   |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|---|
|           |                                                                                        | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| C1.1      | Manter o ambiente de trabalho organizado                                               |        |   |   |   |   |
| C1.2      | Possuir materiais e ferramentas a disposição                                           |        |   |   |   |   |
| C2.1      | Certificar que o projeto comporta todas as informações necessárias à execução          |        |   |   |   |   |
| C2.2      | Compatibilizar projetos                                                                |        |   |   |   |   |
| C3.1      | Verificar se todos os recursos (ferramentas, materiais, informações) estão disponíveis |        |   |   |   |   |
| C4.1      | Destinar responsável para conferência e validação após a realização de uma tarefa      |        |   |   |   |   |
| C5.1      | Desobstruir passagens antes de iniciar o trabalho                                      |        |   |   |   |   |
| C5.2      | Dispor de local adequado para armazenamento de material                                |        |   |   |   |   |
| C6.1      | Garantir a continuidade do serviço                                                     |        |   |   |   |   |
| C7.1      | Disponibilizar equipamentos de proteção                                                |        |   |   |   |   |
| C8.1      | Seguir uma sequência de maneira a não danificar etapas já executadas                   |        |   |   |   |   |
| C8.2      | Cobrir com algum utensílio algum processo já realizado                                 |        |   |   |   |   |
| C9.1      | Cumprir planos de trabalho                                                             |        |   |   |   |   |

## APÊNDICE E – SELEÇÃO DOS PROCESSOS PRIORITÁRIOS

| ESCALA<br>LIKERT | EQUIVALÊNCIA  |                          |                                  |                         |                              |
|------------------|---------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|
|                  | 1-Indiferente | 2 – Pouca<br>importância | 3 – Importância<br>intermediária | 4 – Alta<br>importância | 5 – Altíssima<br>Importância |

| Nº | Subprocessos                                                                                                  | Membros da equipe |   |   |   |   |   | Total | Ordem |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|-------|-------|
|    |                                                                                                               | A                 | B | C | D | E | F |       |       |
| 1  | Locação das paredes (transferência de eixos)                                                                  |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 2  | Marcação das paredes + furos traspasse                                                                        |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 3  | Conferência níveis para assentamento formas de alumínio                                                       |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 4  | Armações                                                                                                      |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 5  | Montagem do kit chicote                                                                                       |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 6  | Instalação do kit chicote                                                                                     |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 7  | Marcação nas paredes dos pontos de passagem das tubulações e os pontos de saída para as torneiras e chuveiros |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 8  | Perfuração da parede para passagem do tubo PEX                                                                |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 9  | Instalação do tubo PEX                                                                                        |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 10 | Conexão dos tubos                                                                                             |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 11 | Montagem das fôrmas                                                                                           |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 12 | Concretagem                                                                                                   |                   |   |   |   |   |   |       |       |
| 13 | Desfôrma                                                                                                      |                   |   |   |   |   |   |       |       |

## APÊNDICE F – BANCO DE PRÁTICAS ENXUTAS

Práticas inerentes ao processo PCML

Práticas enxutas

|                                 |                                                                                                                                             |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ATIVIDADES FACILITADORAS</b> | Verificar as condições e o posicionamento de escoramentos, aprumadores e alinhadores horizontais                                            |
|                                 | Observar preparação antecipada de argamassas e meios de transporte para levá-la ao local de trabalho                                        |
|                                 | Verificar se o nivelamento das formas respeita o limite de 10mm                                                                             |
|                                 | Verificar travamento das fôrmas                                                                                                             |
|                                 | Realizar a concretagem das paredes do mesmo ciclo construtivo                                                                               |
|                                 | Os insumos devem ser distribuídos com antecedência ao local de trabalho                                                                     |
|                                 | Prever áreas de preparação e formação de kits com esses materiais, para otimizar o transporte e uso no local de aplicação.                  |
|                                 | Possuir equipamentos que agilizem a descarga e a movimentação até as áreas de estoque.                                                      |
|                                 | Verificar prumo e travamento das fôrmas                                                                                                     |
|                                 | Conferir nivelamento da laje                                                                                                                |
|                                 | Dispor de todos os projetos na obra (projeto de fôrma, concretagem, hidrossanitário, elétrico)                                              |
|                                 | Fazer uso de equipamentos de proteção                                                                                                       |
|                                 | Conferência da geometria da estrutura antes de cada concretagem                                                                             |
|                                 | Ao executar cada tarefa, realizar o controle segundo o procedimento da qualidade                                                            |
|                                 | Disponibilizar todos os equipamentos de proteção individual necessários                                                                     |
|                                 | Criar vias de acesso para a circulação dos equipamentos utilizados para o transporte de insumos                                             |
|                                 | Manter o local de trabalho limpo de maneira que fique visível somente o serviço a ser executado e seus materiais                            |
|                                 | Definir bem e os pacotes de trabalho e apresentar de forma clara os locais por onde os serviços vão iniciar.                                |
|                                 | Determinar onde vai iniciar o serviço                                                                                                       |
|                                 | Disponibilizar todas as peças e as ferramentas de apoio antes do início do serviço                                                          |
|                                 | Estocar os materiais em local adequado                                                                                                      |
|                                 | Iniciar a desforma pelos painéis designados e com os equipamentos indicados e/ou fornecidos pelo fornecedor das fôrmas                      |
|                                 | A cada montagem das fôrmas, utilizar todos os travamentos, alinhadores, esquadros etc., definidos pelo fornecedor;                          |
|                                 | Posicionar as telas, vergalhões e eletrodutos com o número suficiente de espaçadores para garantir o posicionamento determinado em projeto; |

|                      |                                                                                                                                                                          |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BOAS PRÁTICAS</b> | Aplicar agente de cura química adequado ao sistema nas paredes e lajes, logo após a desforma;                                                                            |
|                      | Limpar todos os painéis a cada desforma, removendo qualquer resíduo de concreto e aplicando desmoldante vegetal em todas as superfícies de contato                       |
|                      | Ter montadores, armadores e instaladores em quantidade suficiente para atender aos ciclos definidos.                                                                     |
|                      | Contar com fornecedores que disponham de engenharia adequada ao sistema                                                                                                  |
|                      | Verificar ensaios de resistência do concreto                                                                                                                             |
|                      | Realizar marcações na laje para receber fôrmas                                                                                                                           |
|                      | Treinar equipes                                                                                                                                                          |
|                      | Conferir recebimento do uso do concreto                                                                                                                                  |
|                      | Definir local no pavimento onde serão estocados os materiais, levando em conta: o peso sobre a laje, a movimentação dos operários e a distância do elevador cremalheira. |
|                      | Verificar a qualidade do material recebido                                                                                                                               |
|                      | Validar as instalações embutidas e aberturas nas paredes, de acordo com o projeto estrutural                                                                             |
|                      | Estocar a armadura sem contato direto com o solo                                                                                                                         |
|                      | Verificar armaduras nível de oxidação antes da montagem                                                                                                                  |
|                      | Conferir documento de entrega ou nota fiscal, certificando que o concreto corresponde ao solicitado                                                                      |
|                      | Realizar cura do concreto                                                                                                                                                |
|                      | Fazer controle tecnológico do concreto                                                                                                                                   |
|                      | Analisar previamente a aplicação de juntas verticais para prevenir fissurações                                                                                           |
|                      | Verificar se o limite de resistência à compressão do concreto atende à norma                                                                                             |
|                      | Colocar faquetas e invólucros                                                                                                                                            |
|                      | Utilizar equipamentos de transporte verticais                                                                                                                            |
|                      | Elaborar planos de concretagem                                                                                                                                           |
|                      | Uso de fôrmas que utilizem menor quantidade de faquetas                                                                                                                  |
|                      | Utilização de nível a laser para nivelamento das fôrmas                                                                                                                  |
|                      | Antes da montagem de fôrmas, analisar e eliminar quaisquer dúvidas ou discordâncias em relação ao projeto                                                                |

## APÊNDICE G – QUESTIONAMENTO ANTES E PÓS JOGO

### IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE

|                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Experiência com parede de concreto (anos)?                                                                                                                                             |
| Já participou de alguma atividade que envolvesse jogos para disseminação de práticas construtivas pela universidade/empresa? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> |

### QUESTIONAMENTO ANTES DO JOGO

Considere a escala para assinalar o seu conhecimento sobre paredes de concreto

| POUCO |   |   | MÉDIO |   |   |   |   | MUITO |   |    |
|-------|---|---|-------|---|---|---|---|-------|---|----|
| 0     | 1 | 2 | 3     | 4 | 5 | 6 | 7 | 8     | 9 | 10 |

| Assinale em uma escala de 0 à 10 seu conhecimento sobre: | ESCALA |
|----------------------------------------------------------|--------|
| Seu conhecimento de obras de paredes de concreto         |        |
| Seu conhecimento acerca da construção enxuta             |        |
| Seu conhecimento de práticas enxutas                     |        |
| Você aplica práticas enxutas na parede de concreto?      |        |

### QUESTIONAMENTO PÓS JOGO

Considere a escala para assinalar o seu conhecimento sobre paredes de concreto

| POUCO |   |   | MÉDIO |   |   |   |   | MUITO |   |    |
|-------|---|---|-------|---|---|---|---|-------|---|----|
| 0     | 1 | 2 | 3     | 4 | 5 | 6 | 7 | 8     | 9 | 10 |

| Assinale em uma escala de 0 à 10 seu conhecimento sobre: | ESCALA |
|----------------------------------------------------------|--------|
| Seu conhecimento de obras de paredes de concreto         |        |
| Seu conhecimento acerca da construção enxuta             |        |
| Seu conhecimento de práticas enxutas                     |        |
| Você aplica práticas enxutas na parede de concreto?      |        |

### AVALIAÇÃO DO PARTICIPANTE

|                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dificuldades:                                                                                                         |
| Sugestões de melhorias para o jogo:                                                                                   |
| Conseguiu associar o cenário real, com etapas da simulação? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> |
| Indicaria a aplicação do jogo para outras pessoas? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>          |

## APÊNDICE H – LISTA DE BOAS PRÁTICAS ENXUTAS IDENTIFICADAS

|                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                             |                                                         |
| <p><b>Descrição:</b> Utilização de guarda corpo metálico, mão francesa metálica para bandeja de segurança</p> <p><b>Categoria de AF:</b> Proteção dos operários</p> <p><b>Empresa:</b> X</p> | <p><b>Descrição:</b> Utilização de gesso acartonado</p> <p><b>Categoria de AF:</b> Projeto</p> <p><b>Empresa:</b> X</p>                   |
|                                                                                                            |                                                        |
| <p><b>Descrição:</b> Utilização de proteção das caixinhas</p> <p><b>Categoria de AF:</b> Proteção dos processos</p> <p><b>Empresa:</b> Z</p>                                                 | <p><b>Descrição:</b> Painéis numerados e com setas indicativas</p> <p><b>Categoria de AF:</b> Sequenciamento</p> <p><b>Empresa:</b> Y</p> |



**Descrição:** Utilização de Kits prontos  
**Categoria de AF:** Preparação do trabalho  
**Empresa:** Y



**Descrição:** Utilização de telas prontas  
**Categoria de AF:** Preparação do trabalho  
**Empresa:** Z



**Descrição:** Identificação de barras de aço  
**Categoria de AF:** Preparação do trabalho  
**Empresa:** Z



**Descrição:** Utilização de grua para transporte de material  
**Categoria de AF:** Preparação do trabalho  
**Empresa:** Z



**Descrição:** Utilização de transporte vertical  
**Categoria de AF:** Preparação do trabalho  
**Empresa:** Y



**Descrição:** Material estocado próximo ao local de uso  
**Categoria de AF:** Preparação do trabalho  
**Empresa:** X

## ANEXO A – PRINCIPAIS INFORMAÇÕES DO JOGO

Para melhor entendimento dos aspectos do jogo adotado no trabalho, foi realizada uma síntese das principais informações, extraídas de forma adaptada de Souza (2021).

| VISÃO GERAL                       |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objetivo geral do jogo            | Disseminar o uso de boas práticas enxutas no processo construtivo paredes de concreto moldadas in loco                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Objetivos específicos do jogo     | <p>Propagar conhecimento;<br/>Contribuir para o aprendizado no meio acadêmico;<br/>Auxiliar gerentes de obras no uso de boas práticas na construção de paredes de concreto.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Foco                              | Desenvolvimento de competências gerenciais                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Escopo do jogo                    | Jogo digital - Software Microsoft Excel®                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Palavras-chave                    | Construção enxuta. Paredes de concreto. Boas práticas. Atividades facilitadoras. Jogos e Simulações                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Aplicabilidade                    | Treinamento/Ferramenta lúdica no processo de ensino aprendizagem                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Público alvo                      | Profissionais e estudantes de engenharia civil                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Condições necessárias             | Facilitador (facultativo) e ambiente com acesso à computadores                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| PROCESSAMENTO                     |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Etapas                            | Tempo                                                                                                                                                                           | Ação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Explicação inicial                | 10 min                                                                                                                                                                          | O facilitador apresenta de forma breve a motivação do jogo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Apresentação da interface do jogo | 15 min                                                                                                                                                                          | <p>O facilitador apresenta a interface do jogo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Interface principal - um fluxograma, que corresponde ao seu tabuleiro, no qual está disposto estágios executivos do sistema construtivo das paredes de concreto moldadas no local, estágios este baseado na NBR 16055 (ABNT, 2012).</li> <li>❖ Telas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tela inicial - fornece informações essenciais, tais como o objetivo do jogo, sua proposta, a dinâmica envolvida, além de fornecer orientações básicas sobre o tempo de execução e a forma de pontuação adotada;</li> <li>- Tela de desenvolvimento do jogo – onde se encontra, etapas construtivas do processo de PCML, providências a serem inseridas a cada etapa;</li> <li>- Tela dos resultados – é possível obter o placar e a classificação das respectivas providências;</li> <li>- Tela ajuda – disponíveis dúvidas que podem surgir no decorrer do jogo, junto à sua respectiva solução;</li> <li>- Tela de fixação de conceito – é possível a obtenção de bonificação, por meio do reconhecimento por parte do jogador de boas práticas inseridas no processo.</li> </ul> </li> </ul> |

|                                     |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                      | <p>❖ Lista de providências – 40 ações são disponíveis no tabuleiro, sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Boas práticas (BP): 19</li> <li>- Atividades facilitadoras (AF): 7</li> <li>- Falhas graves: 10</li> <li>- Falhas leves: 4</li> </ul> <p>❖ Símbolos e cores -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Processamento;</li> <li> Verificação;</li> <li> Processamento seguido de verificação;</li> <li> Decisão seguida de verificação;</li> <li> Armazenagem;</li> <li> Espera;</li> <li> Transporte;</li> <li> Insumos.</li> </ul> |
| Apresentação das orientações        | 5 min                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma mesma providência não poderá ser inserida mais de uma vez;</li> <li>- Não é necessário que todos os quadrados sejam preenchidos;</li> <li>- A qualquer momento da execução do jogo ou da dinâmica de fixação de conceitos, pode-se ter acesso às abas “Ajuda”</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Efetivação do jogo</b>           | <b>Máximo 45 min</b> | <b>- Os jogadores devem relacionar a lista de providências às etapas do processo de PCML</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Análise dos resultados e discussões | 10 min               | Os participantes são convidados a relatar brevemente a experiência de ser inserido em um ambiente simulado, onde o mesmo é responsável por tomar as próprias decisões, evidenciar práticas enxutas reconhecidas e estabelecer um comparativo entre o cenário real e fictício                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Contribuições                       | 10 min               | Os participantes são estimulados a indicarem pontos a serem melhorados no jogo, como forma de ajustes futuros no arranjo do jogo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |