



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC

**PROTOTIPAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO PARA ELABORAÇÃO DE SOFTWARE
DE USO DE ATIVIDADES FACILITADORAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**
**Identificação de informações necessárias para alimentar um software de jogo didático
de boas práticas enxutas**

Área do conhecimento: Engenharia Civil
Subárea do conhecimento: Construção Civil
Especialidade do conhecimento: Processos Construtivos

Relatório Final
Período da bolsa: de setembro de 2021 a agosto de 2022

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica
PIBIC/CNPQ

Orientador: Débora de Gois Santos
Autor: Amélia Gomes Nunes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	Revisão da literatura	4
1.1.1	Construção enxuta	4
1.1.2	Boas práticas enxutas e atividades facilitadoras	6
1.1.3	Jogos didáticos como metodologia de ensino na construção civil	7
1.1.4	Uso ferramentas digitais na construção civil	7
1.2	Atividades realizadas	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo geral	9
2.2	Objetivos específicos	9
3	METODOLOGIA	10
3.1	Pesquisa bibliométrica	10
3.1.1	Definição das palavras-chave	10
3.1.2	Seleção das bases de dados	11
3.1.3	Formulação das <i>strings</i> de busca	11
3.1.4	Seleção das publicações	11
3.1.5	Organização, extração e síntese dos dados	12
3.2	Seleção de jogos didáticos	12
3.3	Seleção de <i>softwares</i> e aplicativos	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
4.1	Dados das publicações selecionadas	13
4.2	Nuvem de palavras	16
4.3	Seleção de jogos didáticos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil	17

4.4	Seleção de <i>softwares</i> e aplicativos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil	18
4.5	Informações necessárias para elaborar um jogo didático digital de boas práticas enxutas	19
4.7	Conjunto de providências para alvenaria estrutural	24
5	CONCLUSÕES	26
6	PERSPECTIVAS DE FUTUROS TRABALHOS	26
7	REFERÊNCIAS	27
8	OUTRAS ATIVIDADES	31
8.1	RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA A OBRA DE ALVENARIA ESTRUTURAL	31
8.1.1	Introdução	31
8.1.2	Desenvolvimento	31
8.1.3	Conclusões	46
8.2	RELATÓRIO DA PRÁTICA DO “JOGO DIDÁTICO PARA USO DE BOAS PRÁTICAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO” (SOUZA, 2021)	47
8.2.1	Introdução	47
8.2.2	Materiais e métodos	47
8.2.3	Resultados e discussão	48
8.2.4	CONCLUSÕES	51
9	JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO PLANO DE TRABALHO	51
9.1	Simulação de Jogo proposto por Mesquita (2014)	51
	APÊNDICE A – Portfólio Bibliográfico	52

1 INTRODUÇÃO

Apesar de a construção enxuta datar dos anos 1990, período em que Koskela adaptou os conceitos da produção enxuta para a realidade da construção civil, ela ainda não se consolidou como uma prática no setor, e sofre dificuldades quanto a sua disseminação (COSTA, 2018). O princípio fundamental dessa filosofia é a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto final, ou seja, eliminação de perdas (KOSKELA, 1992).

Com o objetivo de eliminar perdas surgem as boas práticas enxutas. Para Mesquita (2014), boas práticas são atividades que favorecem a melhoria dos processos construtivos. Dentre essas boas práticas, as atividades facilitadoras foram descritas por Santos (2004), como atividades que reduzem ou impedem interrupções ao longo do processo construtivo. Explicitar o conhecimento contido no uso dessas boas práticas é crucial, uma vez que muitas destas ações não são disseminadas (SANTOS et al., 2012).

Para implementar a filosofia *lean* e difundir seus conceitos e boas práticas entre atuais e futuros profissionais são necessárias metodologias de ensino eficazes. Segundo Viana (2018), o uso de jogos didáticos aparece como uma forma eficiente de desenvolver esse aprendizado, além de favorecer o desenvolvimento de competências gerenciais importantes para o mercado de trabalho, pois envolvem resolução de problemas, integração dos discentes, estimulam a criatividade e desenvolvem uma postura de tomada de decisão.

Ademais, o uso de tecnologia através de ferramentas digitais também é uma alternativa viável para o armazenamento e disseminação de boas práticas enxutas. A digitalização do controle dos processos produtivos é uma realidade vista na indústria 4.0, em que o uso de ferramentas digitais é um elemento que auxilia na tomada de decisão dos gestores de obras. Associar os jogos de ensino de boas práticas enxutas a um ambiente digital, *software* ou aplicativo, contribui para os avanços nessa área de pesquisa.

1.1 Revisão da literatura

1.1.1 Construção enxuta

Segundo Ohno (1997), a necessidade foi a principal causa que levou à evolução do Sistema Toyota de Produção (STP). Em um período de recessão em empresas de todo o mundo, causado pela crise do petróleo em 1973, a empresa Toyota atravessou ilesa por essa fase, mantendo seu lucro. Conforme Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção está fundamentado no aumento da eficiência da produção através da eliminação de perdas, e tem

como seus dois pilares o *just-in-time* e o *jidoka* (autonomação). As perdas são atividades que não agregam valor ao produto final, contudo causam custos à organização.

Just-in-time significa na hora certa, e pode ser traduzido para o contexto da produção como o momento ideal para alimentar um processo com os seus requisitos necessários. Isso está diretamente relacionado com a ideia de executar o fluxo produtivo de forma integral, em um fluxo contínuo, culminando assim em estoque zero (SHINGO, 1996; OHNO, 1997; GHINATO, 1995).

Já o *jidoka* refere-se à autonomação, que corresponde a interrupção do processo produtivo pelo homem ou pela máquina quando um erro for notado. Esse pilar do STP, contribui para impossibilitar a propagação de erros e falhas ao longo do processo produtivo (OHNO, 1997; GHINATO, 1995).

Devido aos ganhos obtidos com os conceitos do STP na indústria automobilística japonesa, outras indústrias se interessaram por essa filosofia. Então, a partir dos estudos de Womack et al. (1992), surge a produção enxuta, que reúne os conceitos do STP com o objetivo de realizar a transição entre o sistema convencional de produção (em massa) e o sistema enxuto.

Contudo, a construção civil insere-se nesse contexto enxuto como uma indústria bastante diferenciada das demais, devido à característica única do seu produto final e à necessidade constante de movimentação de sua “fábrica”. Em 1992, Koskela adaptou os conceitos da produção enxuta para a construção civil, fazendo surgir a filosofia da construção enxuta. Ele elenca dois pilares, o *just-in-time*, usado também no STP, e o Controle da Qualidade Total (TQC).

O Controle da Qualidade Total (TQC) visa a expansão das inspeções de qualidade dos produtos para todos os departamentos, dos trabalhadores à gerência, de modo a abranger todas as operações da empresa. Dessa forma, o conceito de controle de qualidade deixaria de estar associado apenas a inspeções de produtos, para se tornar o controle estatístico de todo o processo, levando a melhoria contínua e finalmente a projeções da qualidade dos produtos e processos (KOSKELA, 1992).

Ademais, assim como na produção enxuta e no STP, a construção enxuta tem como princípio fundamental a eliminação de perdas. Além, das sete perdas mencionadas por Ohno (1997): Superprodução; Transporte; Processamento; Movimentação; Estoque; Defeitos; Espera; Koskela (2004) adicionou uma oitava categoria de perda, denominada *making-do*,

essa perda, característica do setor da construção, ocorre quando uma atividade é iniciada ou continuada sem os devidos requisitos necessários.

Para a implementação da construção enxuta, Koskela (1992) elencou onze princípios:

- Redução das perdas, das atividades que não agregam valor ao produto;
- Aumento do valor do produto;
- Redução da variabilidade;
- Redução do tempo de ciclo;
- Transparência do processo;
- Simplificação do processo pela redução do número de etapas;
- Flexibilidade de saída;
- Foco do controle no processo global;
- Melhoria contínua;
- Equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- *Benchmarking*.

1.1.2 Boas práticas enxutas e atividades facilitadoras

Segundo Mesquita (2014), para reduzir ou eliminar as perdas do processo construtivo é necessário aplicar técnicas enxutas, ou de outro modo, boas práticas. As boas práticas são atividades que auxiliam no melhoramento dos processos. Entre as boas práticas, inserem-se as atividades facilitadoras, que são responsáveis por reduzir ou impedir interrupções no decorrer do processo construtivo (SANTOS, 2004).

O uso dessas boas práticas enxutas liga-se diretamente à explicitação do conhecimento tácito. Muito do conhecimento internalizado devido à experiência de longos anos de alguns profissionais, como os gerentes de obra, acaba não saindo da esfera do próprio indivíduo, o que impede a disseminação das boas práticas por toda a empresa (SANTOS et al., 2012).

Devido a isso, o *making-do* configura-se como um dos principais tipos de perda no setor da construção, uma vez que a improvisação é uma de suas causas. Para contornar essa perda, as atividades facilitadoras quando incorporadas contribuem para a antecipação de necessidades de recursos de um processo, ou para remoção de restrições. As atividades facilitadoras minimizam descontinuidades e ajudam o gerente de obra a tomar decisões mais assertivas no canteiro de obras (SANTOS, 2004).

1.1.3 Jogos didáticos como metodologia de ensino na construção civil

A partir da necessidade de disseminar e consolidar o conhecimento enxuto entre profissionais da construção, surge o questionamento sobre quais seriam as metodologias mais eficientes para perpassar esse conhecimento. Tendo em vista que o modelo tradicional de ensino não contempla as competências gerenciais exigidas pelo mercado de trabalho (Moraes; Cardoso, 2017), as didáticas alternativas que envolvem resolução de problemas, integração e colaboração de discentes, uso de jogos e atividades lúdicas têm ganhado destaque no ensino de engenharia (SANTOS et al., 2013).

O aprendizado, muitas vezes, é impedido pelo medo de errar. Os funcionários, ou até mesmo estudantes e futuros gerentes, acomodam-se em determinado processo padronizado para não se submeterem ao risco de mudar e falhar (GRAMIGNA, 2007). Todavia, jogos de simulação são ferramentas muito vantajosas para o ensino e aprendizagem, pois simulam um ambiente em que o jogador é colocado em situações de tomada de decisão, porém sem a pressão e riscos reais. (YESILYURT et al., 2019).

Segundo Mesquita (2014), a prática de jogos possibilita a difusão do conhecimento e troca de experiências e informações entre os participantes. Dentre outras vantagens, pode-se citar o estímulo à liderança, capacidade de desenvolvimento de habilidades, trabalho em equipe, aprendizagem dinâmica, participação ativa, foco na tomada de decisões, aprendizagem vivencial, integração entre teoria e prática e visão sistêmica (OLIVEIRA, 2009 *apud* VIANA, 2018).

Como o gerenciamento é uma área do conhecimento em que há uma dificuldade de os discentes experimentarem a teoria, os jogos aparecem como uma ótima alternativa para sanar esse problema. No âmbito da construção civil, com o uso de jogos é possível simular atividades dos canteiros de obras em aulas, e também podem ser aplicados como treinamento para profissionais da indústria (ROMANEL, 2009). Conforme Viana (2018), destacam-se jogos com Lego® e papel, e os jogos digitais ainda não conseguiram substituir os jogos tradicionais.

1.1.4 Uso ferramentas digitais na construção civil

A quarta revolução industrial traz consigo o uso da digitalização na produção industrial em todos os setores, assim, as ferramentas digitais para produção serão cada vez mais utilizadas no futuro (YESILYURT et al., 2019).

O uso de ferramentas computacionais na construção enxuta contribui para a centralização do controle e redução de perdas durante os processos. Isso pode ser feito por meio da alimentação de *softwares* com os requisitos para início ou prosseguimento de atividades, utilizando o kit completo (KOSKELA, 2000).

O emprego de ferramentas digitais no gerenciamento das obras tem papel importante na tomada de decisão de gestores. Existem sistemas que atuam da etapa de projeto, modelagem, programação até o controle. Alguns *softwares* que utilizam da tecnologia são muito empregados, além disso, *softwares* de fácil acesso como MSProject®, Navisworks® e Excel® são amplamente usados. Outros aplicativos ou *softwares* desenvolvidos por *startups* da construção civil (*construtechs*) surgiram no mercado para tentar contribuir com as demandas específicas do setor.

1.2 Atividades realizadas

Foram realizadas as seguintes atividades:

- Pesquisa bibliográfica para embasamento teórico; Período: contínuo.
- Pesquisa bibliométrica e mapeamento sistemático da literatura para levantar os trabalhos mais relevantes acerca do tema; Período: 20/09/2021 – 17/12/2021.
- Leitura do material levantado; Período: 17/12/2021 – 28/01/2022.
- Confecção de um portfólio bibliográfico das publicações selecionadas a partir da leitura do material; Período: 28/01/2022 – 04/02/2022.
- Participação no XII Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC 2021), de forma remota; Período: 10/11/2021 – 12/11/2021.
- Elaboração de um fichamento sobre o trabalho de conclusão de curso “Jogos Didáticos e Aprendizagem de Conceitos Enxutos em Disciplinas do Ensino Superior” da autora Marina Ribeiro Viana; Período: 26/09/2021 – 05/10/2021.
- Participação em reuniões quinzenais com o grupo do projeto de pesquisa do PIBIC (de modo remoto); Período: contínuo.
- Participação de reuniões mensais (de modo remoto) do grupo acadêmico de pesquisa de construção civil; Período: contínuo.
- Participação de webinários *online* sobre gestão de obras; Período: contínuo.
- Busca de *softwares* e aplicativos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil. Período: 02/12/2021 a 23/12/2021.

- Tratamentos de dados coletados para análise e comparação com o referencial teórico; 10/01/2022 – 04/02/2022.
- Elaboração de relatório parcial sobre o tema do projeto de pesquisa em andamento; Período: 17/01/2021 – 11/02/2022.
- Leitura de material bibliográfico; Período: contínuo.
- Busca por jogos didáticos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil; Período: 24/01/2022 – 07/02/2022.
- Participação em dinâmica de aplicação do jogo didático digital proposto por Souza (2021); Período: 28/03/2022.
- Elaboração de relatório sobre a dinâmica do jogo proposto por Souza (2021); Período: 29/03/2022 – 07/04/2022.
- Levantamentos de requisitos, para a aplicação do jogo de modo computacional, para alimentar o game digital de boas práticas enxutas; Período: 14/08/2022 – 19/08/2022.
- Visita à campo e registro fotográfico em obra de alvenaria estrutural; Período: 11/08/2022.
- Elaboração de relatório sobre a visita à campo; Período: 11/08/2022 – 18/08/2022.
- Elaboração de relatório final; Período: 01/08/2022 – 20/08/2022.
- Elaboração de artigo técnico-científico; Período: 04/05/2022 – 03/06/2022.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar informações necessárias para alimentar um *game* digital de jogo didático de boas práticas enxutas.

2.2 Objetivos específicos

- Investigar, por meio de um mapeamento sistemático da literatura, jogos didáticos, de tabuleiro ou computacionais, que possam ser aplicados para a identificação e aplicação de boas práticas enxutas.
- Correlacionar quais ferramentas computacionais que apoiem a tomada de decisão de práticas gerenciais podem ser associadas a jogos didáticos, por meio de um mapeamento sistemático da literatura.

- Correlacionar etapas do jogo didático com os requisitos de entrada necessários para a elaboração de *software* de identificação e aplicação de atividades facilitadoras e boas práticas enxutas em vedação vertical.

3 METODOLOGIA

3.1 Pesquisa bibliométrica

“A bibliometria é uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico [...] tal como procede a demografia ao recensear a população” (FONSECA, 1986, p. 10 apud ARAUJO, 2006, p. 12). O objetivo é averiguar o panorama em que o tema escolhido se encontra dentro de seu campo de pesquisa. Este trabalho empregou a pesquisa bibliométrica como procedimento metodológico, seguindo o sequenciamento demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Sequenciamento da pesquisa bibliométrica.



Fonte: Adaptado de Melo et al. (2013).

3.1.1 Definição das palavras-chave

Inicialmente elencou-se dois eixos de conhecimento para melhor abranger o conteúdo pretendido. A partir disso, foram definidas palavras-chave relacionadas com o assunto tratado e que já estão difundidas em sua área de conhecimento para cada eixo, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Definição das palavras-chave.

Palavras-chaves	
Eixo 1 - Ensino	Eixo 2 - Produção
<i>Gamification</i>	<i>Lean construction</i>
<i>Simulation games</i>	<i>Lean production</i>
<i>Serious games</i>	<i>Production management</i>
<i>Didatic games</i>	

Fonte: Autora (2022).

3.1.2 Seleção das bases de dados

Foram utilizadas as bases de dados *Scopus*® e *Web of Science*™, acessadas por meio do Portal de Periódicos da Capes. Além disso, efetuou-se a busca no catálogo de teses e dissertações da Capes, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e em anais de importantes congressos nacionais, como SIBRAGEC (Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção) e ENTAC (Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído).

3.1.3 Formulação das *strings* de busca

Foi preciso relacionar as palavras-chave de modo que englobasse os eixos de conhecimento: ensino e produção. Para isso foram formuladas *strings* de busca associando os termos dos dois eixos com o uso dos operadores booleanos AND, OR, W/2 e NEAR/2. O operador AND foi utilizado para combinar as diversas palavras dos dois eixos, já o operador OR foi usado para abranger as várias possibilidades de palavras de um mesmo eixo. W/2 e NEAR/2 tiveram a mesma função, a de delimitar a distância entre dois termos em no máximo duas palavras, sendo o primeiro usado na base de dados *Scopus*® e o segundo na base *Web of Science*™. Para a busca nas demais fontes foi realizada as diversas combinações possíveis entre uma palavra do eixo 1 e outra do eixo 2.

Quadro 2 - *Strings* de busca.

Base de dados	<i>String</i>
<i>Scopus</i> ®	((Didactic OR simulation OR serious) AND gam*) AND (teach* OR learn*) AND (lean W/2 (construction OR production)) AND (system OR management) AND engineering
<i>Web of science</i> ™	((Didactic OR simulation OR serious) AND gam*) AND (teach* OR learn*) AND (lean NEAR/2 (construction OR production)) AND (system OR management) AND engineering

Fonte: Autora (2022).

3.1.4 Seleção das publicações

Para reduzir o número de trabalhos retornados, após a inserção das *strings* de busca nas bases de dados, foi realizado um refinamento das publicações segundo os critérios apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Refinamento utilizado para a seleção das publicações.

Critério de Refinamento	
Limite temporal	2001-2021
Idioma	Inglês/Português
Tipo de documento	Artigo e Artigo de conferência
Área	Engenharia
Acesso	Aberto

Fonte: Autora (2022).

O limite temporal aplicado foi de vinte anos, de modo a abranger as publicações das últimas duas décadas. A escolha do idioma inglês, foi realizada com objetivo de abranger as principais publicações internacionais, assim como o português para abranger os trabalhos nacionais relacionados aos termos de pesquisa. A área de interesse é a engenharia, e o acesso aberto foi utilizado para possibilitar uma melhor análise e leitura dos trabalhos obtidos. E após esse refinamento, foi realizada a leitura do título, resumo e palavras-chave dos trabalhos retornados, de modo a enxugar o portfólio bibliográfico apenas com as publicações cuja temática está relacionada ao tema de interesse desta pesquisa.

3.1.5 Organização, extração e síntese dos dados

Para organização dos dados das publicações foi utilizado o *software* Excel[®] da empresa Microsoft. Os dados foram organizados de forma a extrair informações pertinentes à pesquisa, e a partir desses dados foi elaborado um portfólio bibliográfico (ver Apêndice A).

3.2 Seleção de jogos didáticos

Para a seleção dos jogos didáticos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil, foi realizada a leitura dos trabalhos obtidos através da pesquisa bibliométrica, e então extraídos quais eram os jogos aplicados, tipologia, as temáticas abordadas por eles e quais vantagens trouxeram.

3.3 Seleção de *softwares* e aplicativos

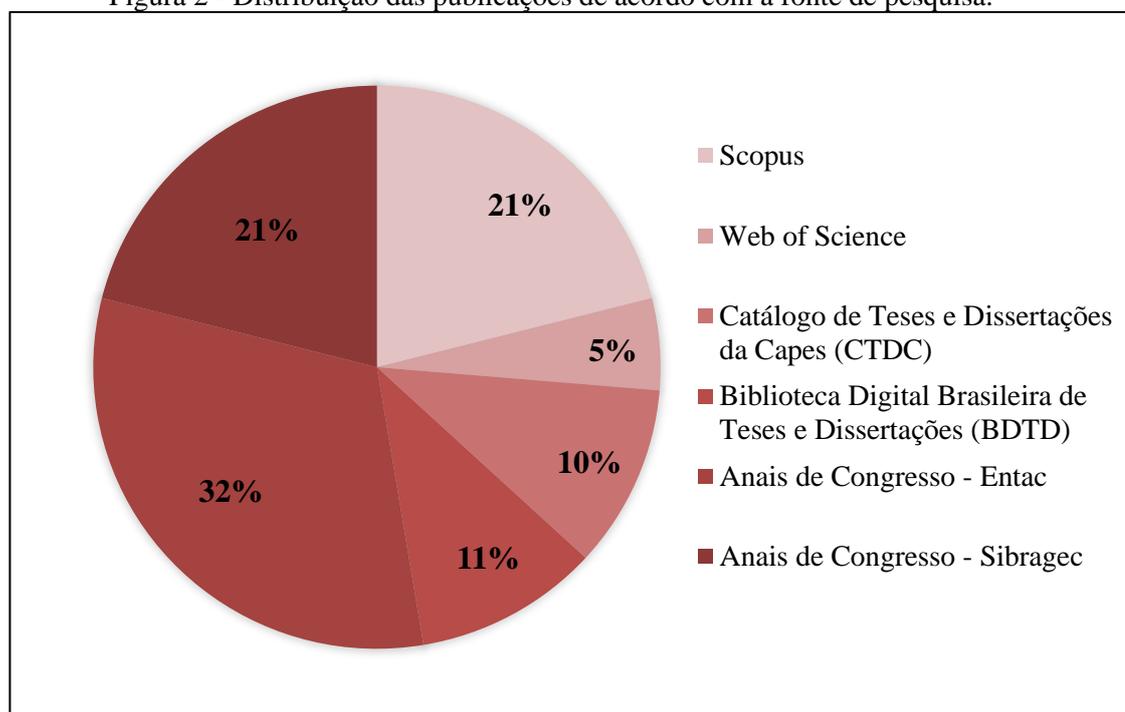
Para a seleção dos jogos didáticos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil, foi realizada pesquisa em endereços eletrônicos de *construtechs* desenvolvedoras de produtos voltados para a área de gestão na construção civil e também em sites de ferramentas comumente utilizadas para gerenciamento de processos. Então, com base na busca feita nos sites, foram listados alguns *softwares*/aplicativos e algumas de suas características básicas (ver Quadro 3).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Dados das publicações selecionadas

Foram selecionadas 19 publicações para compor o portfólio bibliográfico deste trabalho (ver Apêndice A). As publicações vieram de cinco fontes de pesquisa: as bases *Scopus*® e *Web of science*™, o catálogo de teses e dissertações da Capes, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), e anais de congressos nacionais (ENTAC e SIBRAGEC), conforme distribuição apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição das publicações de acordo com a fonte de pesquisa.



Fonte: Autora (2022).

A maioria das publicações são de anais de congressos brasileiros, com maior destaque para o ENTAC (6 publicações), seguido do SIBRAGEC (4 publicações) e *Scopus*® (4 publicações). O Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações renderam duas publicações cada, e por fim *Web of science*™, com apenas uma publicação. Os anais de congresso (ENTAC e SIBRAGEC) juntos correspondem a mais da metade das publicações, cerca de 53%, e quando somado às teses e dissertações selecionadas tem-se um percentual de cerca de 74% de publicações concentradas no Brasil, uma vez que todas essas fontes de pesquisa são nacionais. Esse resultado reflete na Figura 3, na qual é possível notar a grande concentração de trabalhos no território brasileiro.

Figura 3 - Distribuição geográfica das publicações.

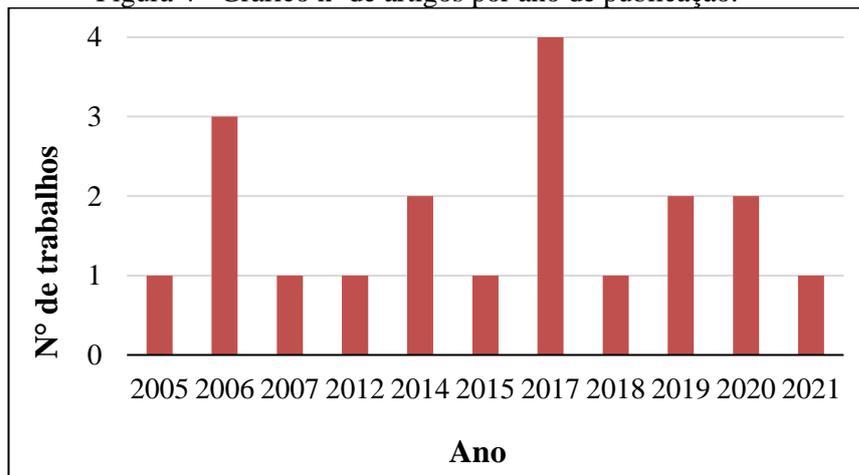


Fonte: Autora (2022).

O gráfico apresentado na Figura 3 representa que a maior parte das publicações (14) são originárias de instituições brasileiras, apenas outros três países aparecem com publicações sobre o tema em estudo, são eles: Alemanha (3); Suécia (1) e Itália (1).

Já com relação a análise sobre a relevância atual do tema, é possível notar por meio da Figura 4, que os estudos sobre jogos didáticos atrelados aos conhecimentos das práticas enxutas, permanecem em constante relevância ao longo dos anos.

Figura 4 - Gráfico nº de artigos por ano de publicação.

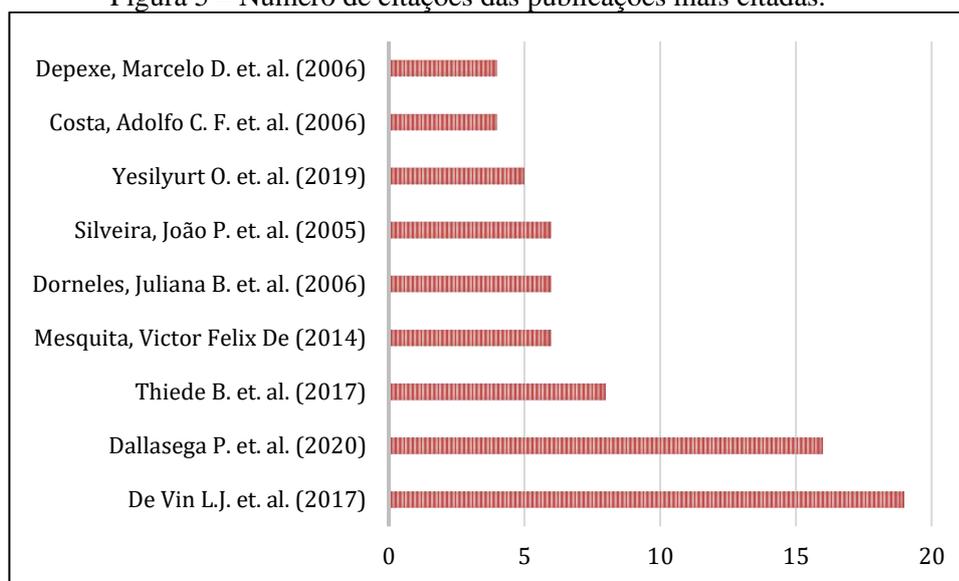


Fonte: Autora (2022).

Com picos nos anos de 2017 e 2006, o tema manteve-se pertinente durante todo o período entre 2005 a 2021, não manifestando tendência de crescimento ou decréscimo ao longo dos anos.

Além disso, também foi consultado o número de vezes que esses trabalhos foram citados em outras publicações, refletindo assim o nível de impacto dos trabalhos nas pesquisas acerca da temática de jogos didáticos para ensino de boas práticas enxutas. Para isso foi realizada uma consulta a partir dos títulos das publicações na ferramenta de busca *Google Scholar*, o que gerou o número de citações de cada trabalho. O resultado está apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Número de citações das publicações mais citadas.



Fonte: Autora (2022).

O trabalho mais citado é o artigo intitulado “*Karlstad lean factory: an instructional factory for game-based lean manufacturing training*” dos autores De Vin L.J. e Jacobsson L. publicado em 2017, a origem da publicação é na Suécia e possui dezenove citações. Os trabalhos de origem brasileira mais citados são: “Desenvolvimento de jogo didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo: elevação da alvenaria estrutural” de Mesquita (2014); “Montagem de carrinhos – aprendizado de conceitos da construção enxuta por meio de jogos didáticos” de Dorneles et. al. (2006); “Fábrica de canetas – aprendendo conceitos de produção a partir de jogos em equipe” de Silveira et. al. (2005); todos com seis citações.

4.2 Nuvem de palavras

Por meio do site *wordclouds.com* foram geradas nuvens de palavras, conforme Figura 6 e Figura 7. Essas figuras foram elaboradas com as palavras-chave utilizadas pelos autores em seus trabalhos e demonstram as palavras mais empregadas pelos autores e se elas estão de acordo com as palavras escolhidas para a realização da pesquisa.

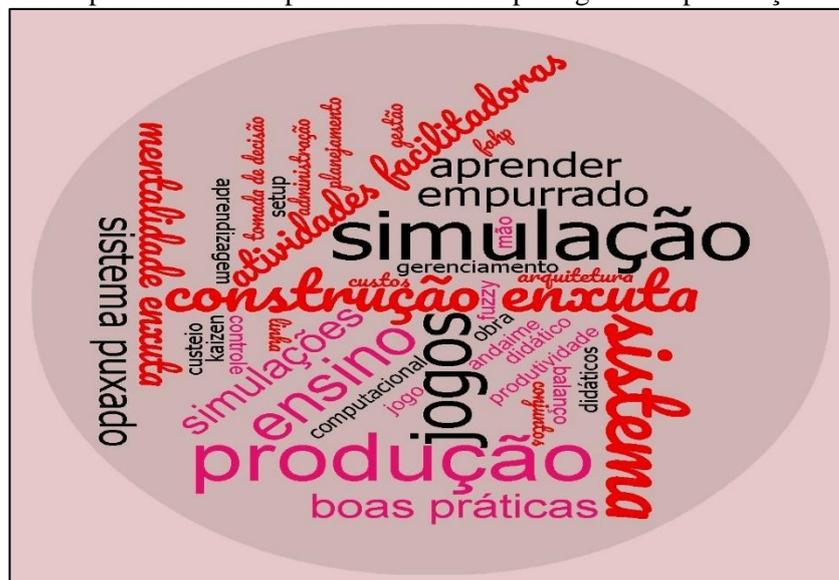
Figura 6 - Nuvem de palavras com as palavras-chave em inglês das publicações selecionadas.



Fonte: Autora (2022).

A Figura 6 contém as palavras-chave quando utilizadas no idioma inglês pelos autores. Destacaram-se as palavras: *Learning*; *serious game*; *simulation*; *lean factory*; *engineering*. A partir disso infere-se uma maior concentração de palavras do eixo ensino.

Figura 7 - Nuvem de palavras com as palavras-chave em português das publicações selecionadas



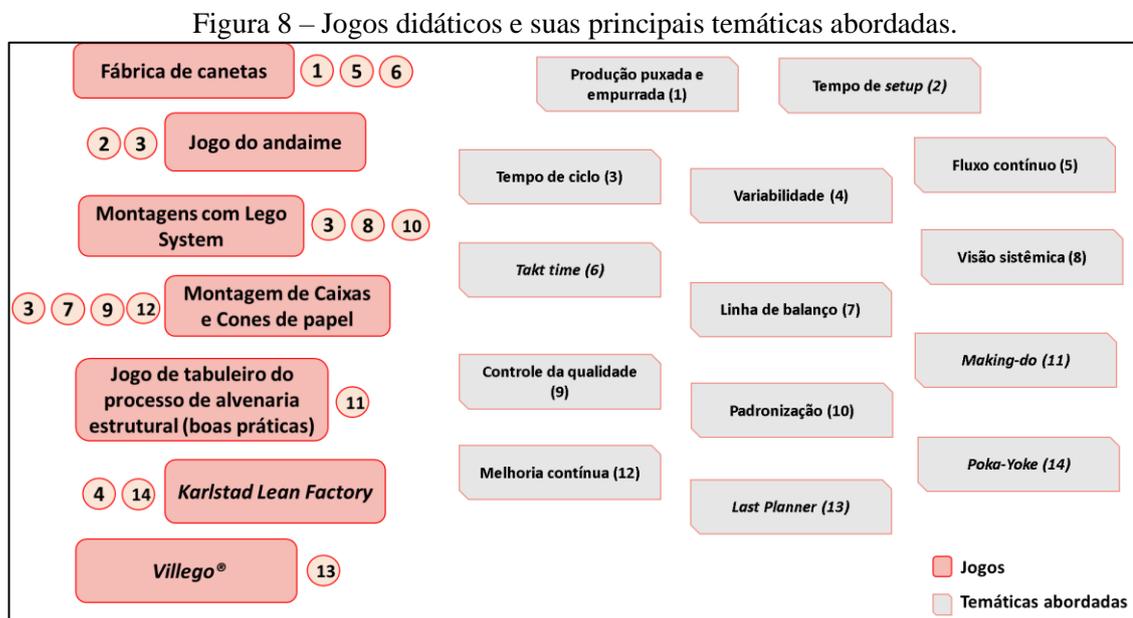
Fonte: Autora (2022).

Já a Figura 7 apresenta as palavras-chave usadas em português pelos autores. Destacaram-se as palavras: Construção enxuta; simulação; jogos; produção; atividades facilitadoras; ensino; boas práticas; sistema puxado; sistema empurrado. Assim, é possível perceber uma aderência entre as palavras-chave deste trabalho e dos trabalhos selecionados.

4.3 Seleção de jogos didáticos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil

Além das informações gerais obtidas na pesquisa bibliométrica, foi realizada uma breve leitura dos trabalhos selecionados com o intuito de encontrar jogos didáticos aplicados no gerenciamento de processos na construção. Foi percebido que a maior parte dos trabalhos se tratavam de validação de jogos/simulações, conforme o pretendido na fase de seleção das publicações.

A Figura 8 apresenta alguns tipos de jogos/simulações encontrados nos trabalhos e suas principais temáticas, relacionadas à construção enxuta e gestão de produção abordadas. Deve-se ressaltar que a aplicação da maioria dos jogos/simulações trabalha simultaneamente vários princípios e boas práticas enxutas, porém na Figura 8 estão elencadas apenas as principais temáticas trazidas pelos autores.



Fonte: Autora (2022).

Quanto à tipologia, os jogos eram, em sua maioria, realizados de forma manual, em uma simulação com ferramentas como papel ou peças de Lego®, por exemplo. Ainda foram obtidas as principais vantagens e ganhos com a aplicação dos jogos/simulações, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Vantagens da aplicação de jogos didáticos.



Fonte: Autora (2022).

Também através do endereço eletrônico *wordclouds.com*, foram reunidas as vantagens descritas pelos autores, Figura 9. As principais foram o estímulo à liderança e tomada de decisão, o fomento ao trabalho de grupo, a assimilação dos conceitos, o interesse na aprendizagem e a importância da realização de planejamento prévio das atividades.

4.4 Seleção de *softwares* e aplicativos aplicados no gerenciamento de processos da produção na construção civil

Ainda foi realizada uma pesquisa livre à procura de aplicativos ou *softwares* utilizados no gerenciamento de obras. Além de ferramentas digitais amplamente empregadas, foi feita uma busca por *construtechs* desenvolvedoras de ferramentas voltadas especificamente para a gestão de obras. Foi então elaborado o Quadro 3, que traz as ferramentas e suas principais características.

Quadro 3 – Ferramentas digitais para gestão e suas características.

Software/Aplicativo	Principais funções	Custo
Microsoft Excel e Planilhas eletrônicas	Edição de planilhas de dados; geração de gráficos	Há versão online livre
MSPProject	Planejamento e gerenciamento; organização de orçamentos	Pago
Navisworks	Análise de projetos; usa tecnologia BIM	Possui visualizador gratuito
Primavera	Planejamento e gerenciamento de obra; Integração com outros softwares	Pago
Sienge	Gerenciamento da produção; Orçamento de obras; Administração integrada	Pago
Constructweb	Consulta de funcionários; Requisição de materiais; Controle de estoque; Dashboard do Almoarifado	Pago

Agilean	Planejamento da produção; Indicadores de produção em tempo real; rastreamento das equipes de trabalho; indicadores de produção; integração com outras ferramentas;	Possui versão gratuita
Orçafascio	Acompanhamento e medições de obra; Gerenciamento de compras de materiais; Orçamento de obra; diário de obras	Pago
Obraprima	Gerenciamento de obras e projetos de forma online; Orçamento de obras; Gestão financeira; Planejamento e medição de obra; Comunicação com o cliente; Cotação online; Faturamento e apropriação de custos	Pago
Pevision	Cronograma; Centralização de informações; Gerenciamento de restrições; Análise de cenários; Integrações estratégicas	Pago
Fastbuilt	Acompanhamento de todas as fases da obra; Navegação e filtragem de conteúdo de projetos; Solicitação de assistência técnica; Contatos de fornecedores de materiais; Manual do proprietário; Documentos; Manutenções	Pago
Obrafit	Compartilhamento de informações com clientes; Importação de orçamentos; Dashboards; Relatórios; Controle financeiro; Medições; Cronogramas; Notificações; Compartilhamento de imagens e documentos	Pago
Tecza	Amparada pela tecnologia BIM; Gerenciamento e projetos; Otimização de processos construtivos; Acompanhamento e projeção de obra	Pago

Fonte: Autora (2022).

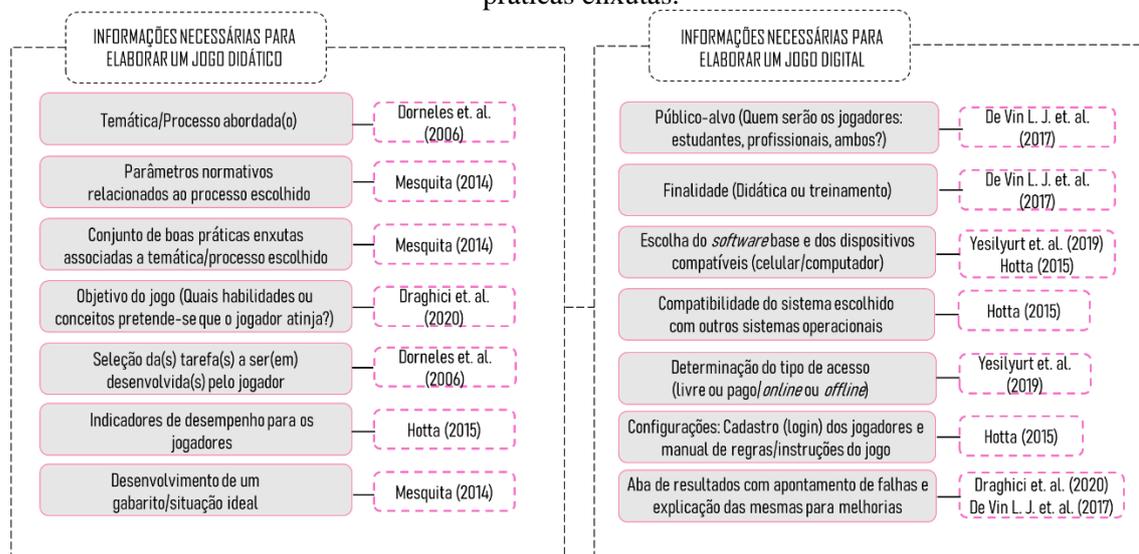
4.5 Informações necessárias para elaborar um jogo didático digital de boas práticas enxutas

A partir da leitura do material levantado foi realizada uma busca por informações que podem servir para elaborar um jogo didático digital de boas práticas enxutas. A partir das inferências da autora a respeito dos trabalhos lidos foi elaborada a Figura 10, cuja construção foi pensada de modo a fornecer um guia básico de pré-requisitos que devem ser respondidos ao se propor um jogo didático digital, o intuito é facilitar esse processo de elaboração.

No lado esquerdo da Figura 10 encontram-se questões gerais, que servem para quaisquer jogos didáticos, sejam eles, digitais ou não, pois tratam-se de quesitos relacionados aos conceitos e objetivos trabalhados pelos jogos. Já do lado direito da Figura 10, estão dispostas premissas básicas para a construção de jogos digitais, sendo estas informações mais atreladas ao modo de funcionamento do jogo e em como ele será operado de forma digital. Vale ressaltar que os requisitos “Público-alvo” e “Finalidade” também se enquadram em jogos didáticos não digitais, porém foram dispostos no lado direito da figura por se relacionarem

mais com a interação dos jogadores com o jogo que aos conceitos e objetivos de modo geral. Além disso, a Figura 10 também contempla, em caixas pontilhadas na cor rosa, a referência dos trabalhos que inspiraram cada um dos requisitos propostos.

Figura 10 – Lista de informações de entrada necessárias para elaborar um jogo didático digital de boas práticas enxutas.



Fonte: Autora (2022).

Conforme De Vin L. J. et. al. (2017), a validade de um jogo está diretamente relacionada com sua finalidade, quando para treinamento, por exemplo, se busca que os jogadores consigam desenvolver habilidades e aprendizados que serão usados posteriormente. Os autores também discorrem sobre a aprendizagem ser um processo cíclico, o que reforça a necessidade de se destacar os resultados obtidos pelos jogadores levando-os a um processo contínuo de aprendizagem.

Já Mesquita (2014) abordou sobre a elaboração de uma lista de boas práticas enxutas que estejam alinhadas com o processo adotado. Esse conjunto de boas práticas podem e devem ser reunidos através da verificação em normas correlatas ao processo construtivo escolhido.

Draghici et al. (2020) discorrem sobre a necessidade de realizar um projeto de avaliação adequado, que possa medir se o conhecimento pretendido foi alcançado. A partir disso, é possível inferir a necessidade de delimitar corretamente o objetivo buscado com o jogo criado, em termos de habilidades e conceitos a serem adquiridos pelos jogadores. Os autores também abordam a importância do feedback dos jogadores, com o intuito de promover constantes melhorias no processo de simulação. A melhoria contínua, conceito fundamental

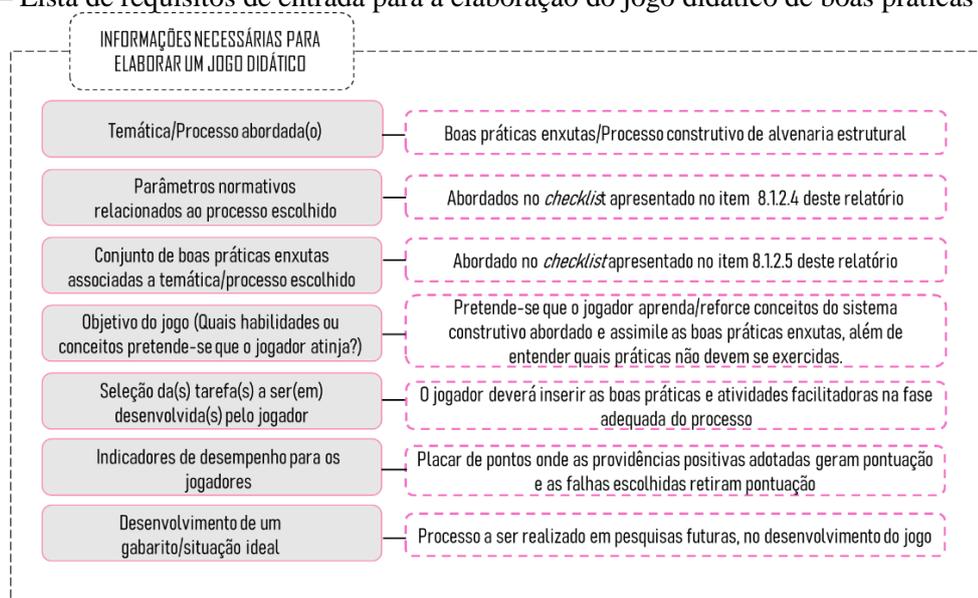
da construção enxuta, também pode ser pensada no sentido oposto, do feedback do jogo/simulação para o jogador.

Hotta (2015) desenvolveu um jogo utilizando o software Microsoft Excel como ferramenta base, devido à praticidade. É importante ressaltar que a escolha por um software já amplamente utilizado facilita o processo de aprendizagem, ao passo que o mesmo possui interface com outros sistemas, por isso avaliar a compatibilização entre sistemas antes de elaborar o jogo é uma boa opção. Além disso, o autor trouxe a necessidade de definir indicadores de desempenho para os jogadores.

Yesilyurt et al. (2019) abordam o uso de dispositivos móveis na produção, trazendo os *wearables* como um potencial para o futuro, por aproximar o usuário das informações e interações em qualquer hora ou lugar. Tendo isso em vista, a definição de qual dispositivo será escolhido para rodar o jogo ou até mesmo se outros dispositivos serão compatíveis, é uma característica que aproxima o usuário da ferramenta. Além disso, trabalhar a possibilidade de o jogo funcionar em modo *offline* pode trazer mais comodidade ao jogador, porém o modo online pode contribuir na interação desse jogador com os demais dentro do ambiente de jogo.

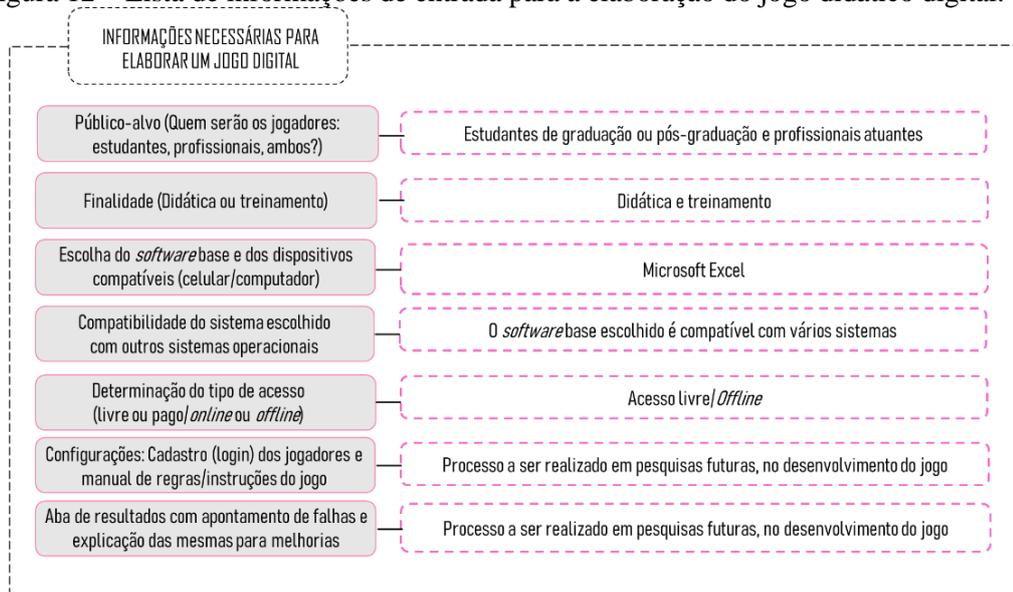
A partir disso, é possível responder aos pré-requisitos propostos na Figura 10, de modo a melhor planejar a construção do *game* de boas práticas enxutas desta pesquisa. As Figuras 11 e 12 apresentam as respostas aos pré-requisitos, trazendo informações importantes para a elaboração do jogo.

Figura 11 – Lista de requisitos de entrada para a elaboração do jogo didático de boas práticas enxutas.



Fonte: Autora (2022).

Figura 12 – Lista de informações de entrada para a elaboração do jogo didático digital.

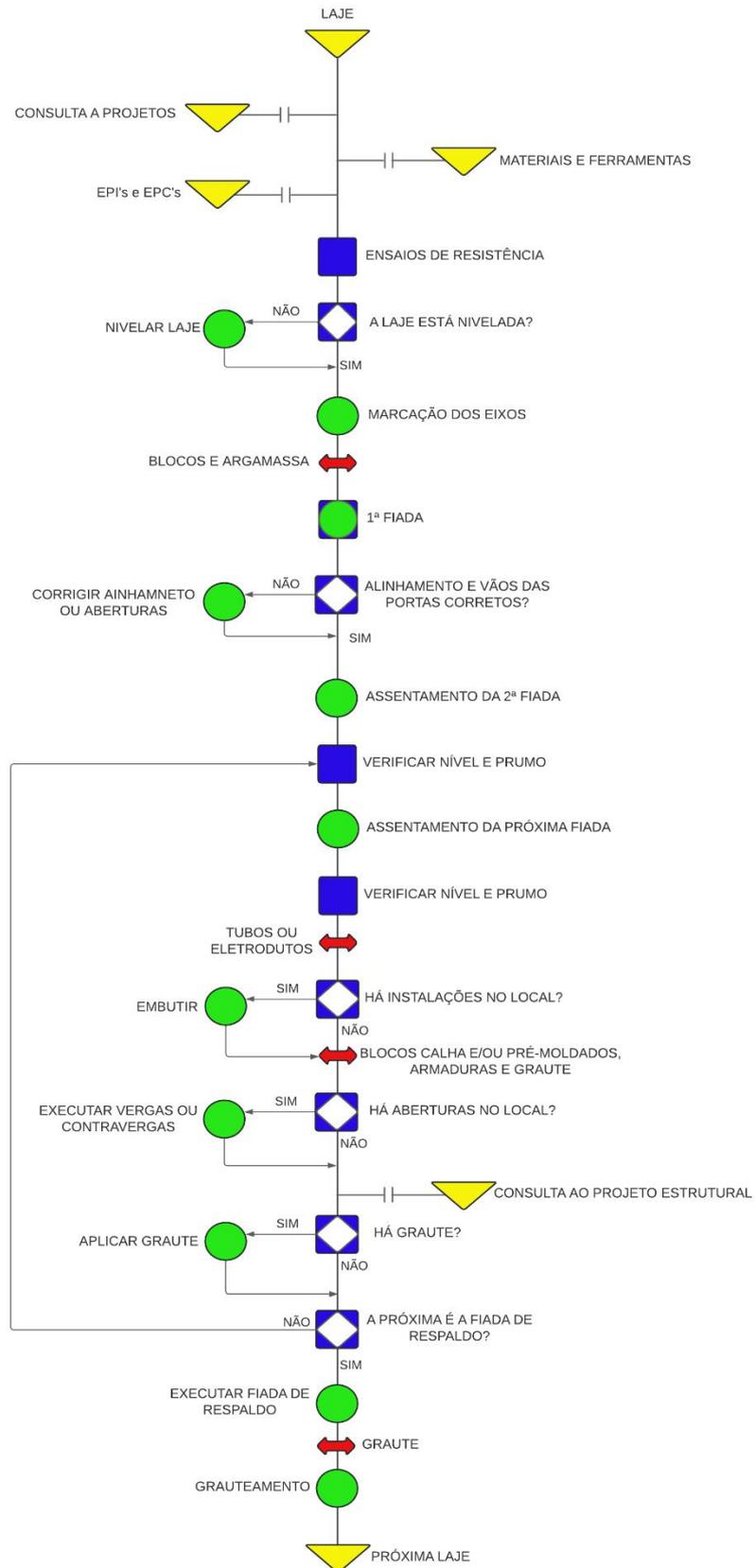


Fonte: Autora (2022).

4.6 Fluxograma para o processo executivo de alvenaria estrutural

Mesquita (2014) traz em sua dissertação um fluxograma com todas as etapas do processo executivo de alvenaria estrutural. Para montar o jogo digital é necessário conhecer todos os passos desse processo construtivo, sendo assim, foi aproveitada a maior parte da distribuição de etapas propostas por Mesquita (2014), conforme apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Fluxograma do processo executivo de alvenaria estrutural.



Fonte: Adaptado de Mesquita (2014).

No fluxograma há etapas de execução, armazenagem, inspeção, insumos e decisão, conforme apresentado na legenda da Figura 14.

Figura 14 – Legenda da simbologia utilizada no fluxograma.



Fonte: Mesquita (2014).

4.7 Conjunto de providências para alvenaria estrutural

Mesquita (2014) propõe providências a serem inseridas no fluxograma apresentado no item na Figura 11. Essas providências podem ser de quatro tipos diferentes, as boas práticas e atividades facilitadoras, cujo uso é positivo para a produção, e as falhas leves e graves, ações que devem ser evitadas pois trazem prejuízos.

As boas práticas são contribuições para a melhoria dos processos. Já as atividades facilitadoras, conforme Santos (2004), configuram-se como atividades que reduzem ou impedem interrupções ao longo do processo construtivo. Ambas contribuem para a redução das perdas nos processos, finalidade fundamental da construção enxuta.

Por sua vez, as falhas leves representam o inverso das boas práticas. Quando uma atividade falha do tipo leve é empregada significa que uma boa prática não foi adotada ou até mesmo adiada. Quanto às atividades falhas do tipo grave, as mesmas representam o oposto das atividades facilitadoras, e também podem representar o não cumprimento de um item normativo.

Com o conjunto de providências disposto no Quadro 4, pretende-se que o jogador tome decisões sobre quais dessas atividades ele adicionará ao fluxograma, ou seja, na prática, quais dessas atitudes esse gerente escolheria para implementar ao processo executivo de alvenaria estrutural.

Quadro 4 – Lista de providências para alvenaria estrutural.

BOAS PRÁTICAS	Criar acesso para circulação de equipamentos
	Utilizar transporte vertical (elevador, foguetinho, etc.)
	Usar reservatório com sistema de bombeamento para cada pavimento
	Disponibilizar misturador de argamassa no pavimento
	Consultar projeto de layout de canteiro
	Disponibilizar ferramentas e peças de apoio
	Usar blocos paletizados

	Usar andaime metálico regulável
	Fazer o recebimento e armazenagem adequada dos insumos
	Usar gabaritos para portas e janelas
	Disponibilizar EPI's
	Disponibilizar equipes polivalentes
	Executar o contrapiso antes da elevação de alvenaria
	Usar manipulador telescópico
ATIVIDADES FACILITADORAS	Disponibilizar variações de blocos da mesma família
	Consultar projetos de modulação (1ª e 2ª fiadas)
	Consultar projetos de instalações elétricas e hidráulicas
	Disponibilizar blocos calha e/ou pré-moldados (vergas e contravergas)
	Consultar projeto estrutural
	Preparar a argamassa com antecedência
	Usar telas em serviços próximos às fachadas para evitar respingos de materiais
	Instalar EPC's
	Posicionar as betoneiras em locais estratégicos
	Se faltarem blocos ou argamassa, retomar o serviço assim que estiverem disponíveis
FALHAS LEVES	Aplicar argamassa com colher de pedreiro
	Caso seja identificada alguma passagem elétrica não executada, realizar a quebra dos blocos para passagem dos eletrodutos
	Usar blocos-calha como vergas/contravergas se faltarem pré-moldados
	Apenas retornar aos serviços quando os projetos estiverem compatibilizados
	Começar o serviço pela região central da laje quando não houver proteção periférica
	Quando faltar meio bloco, quebrar cuidadosamente o bloco inteiro
	Instalar bandeja de proteção se não houver guarda-corpo ou linha de vida
FALHAS GRAVES	Caso a laje não esteja nivelada, usar o ponto mais alto como referência.
	Armazenar os blocos na parte central da laje
	Quando houver pontos fora de nível e/ou prumo, refazer a parede
	Se faltarem EPI's ou ferramentas, retomar o serviço assim que estes estejam disponíveis
	Caso não existam vias de circulação para os equipamentos, retomar o serviço assim que estas forem criadas
	Manter as ferramentas sempre no local de trabalho
	Tentar sempre que possível manter os materiais em locais protegidos, caso não tenha espaço no canteiro, armazená-los sobre o solo

Fonte: Adaptado de Mesquita (2014).

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, percebe-se que o uso de jogos para ensino de conceitos didáticos tem sido trabalhado ao longo dos anos. Todavia, o emprego de *softwares* e ferramentas digitais ainda não foi consolidado, configurando-se como uma lacuna do tema no Brasil. Além disso, por meio do mapeamento sistemático da literatura foi possível identificar jogos empregados para o ensino de boas práticas enxutas e também inferir requisitos básicos necessários para a elaboração de um jogo didático em ferramenta digital.

A partir do guia básico de requisitos elaborado, foi possível elencar os requisitos desejados para o jogo didático, de modo a planejar de forma direcionada as características buscadas com a construção do *game*. Ainda, por meio de levantamento realizado em trabalhos com temáticas semelhantes, foram obtidas não apenas boas práticas referentes ao processo construtivo trabalhado, nesse caso, alvenaria estrutural.

Ademais, através da prática obtida na dinâmica de jogo didático em ferramenta digital, conclui-se pela viabilidade do software Microsoft Excel®, pela boa adesão de participantes observada e facilidade de operação no modo *offline*. Ajustes, que tornem possível a operação do jogo também em planilhas eletrônicas *online*, se mostram relevantes.

Ainda, por meio da experiência vivenciada com a visita técnica, observou-se práticas, boas e falhas, no processo construtivo de alvenaria estrutural, e desse modo enriquecer o conteúdo trabalhado, compreender o ambiente vivenciado em canteiros de obras, para então construir um jogo que possa ser utilizado não apenas para ensino nas universidades, mas também para o treinamento em obras.

6 PERSPECTIVAS DE FUTUROS TRABALHOS

Com este trabalho, espera-se conseguir elaborar um *game* digital de boas práticas enxutas para o processo construtivo de alvenaria estrutural, utilizando como base o *software* Microsoft Excel®. Seguindo o modelo proposto por Mesquita (2014) e Souza (2021), por meio do uso das informações aqui contidas, pretende-se então realizar um jogo que contribua tanto na formação acadêmica dos discentes de engenharia civil, como no treinamento de gestores de obra.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1. Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005^a
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2. Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-3. Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-1. Alvenaria Estrutural - Blocos cerâmicos – Projetos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010a.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-2. Alvenaria Estrutural - Blocos cerâmicos – Execução e Controle de Obras**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010b.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-2. Alvenaria estrutural - Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro. 2012
- AGILEAN. **Agilean**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://agilean.com.br/>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.
- ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.
- CONSTRUCTWEB. **Constructweb**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://constructweb.com.br/>>. Acesso em: 10 de dez. de 2021.
- COSTA, M. Z. **Estudo de dificuldades para a implantação da filosofia lean em empresas construtoras**. 2018. 99p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2018.
- E VIN, L.J.; JACOBSSON, L. Karlstad lean factory: an instructional factory for game-based lean manufacturing training. **Production & Manufacturing Research**, 5:1, 268-283, out. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/21693277.2017.1374886>
- DORNELES, J.B.; DEPEXE, M.D.; SILVEIRA, J.P.; GASPARETTO, F.C.; SANTOS, D.G.; HEINECK, L.F.M. **Montagem de carrinhos: aprendizado de conceitos da construção enxuta por meio de jogos didáticos**. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído – ENTAC, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis-SC, 2006, 10 p.
- DRAGHICI, V.P.; YESILYURT, O.; BAUER, D.; KÖRTING, L. Evaluation of a Game-Based Learning Approach to Support the Digitalisation of Production. In: 14TH EUROPEAN CONFERENCE ON GAME BASED LEARNING, ECGBL, Brighton, England, 2020. **Proceedings [...]** Brighton: ECGBL, 2020. DOI: 10.34190/GBL.20.103
- FACILITAT Tecnologia. **Facilitat**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://facilitat.com.br/>>. Acesso em: 11 de dez. de 2021.

- FASTBUILT. **Fastbuilt**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.fastbuilt.com.br/>>. Acesso em: 11 de dez. de 2021.
- GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. **Production**, v. 05, n. 02, 1995. 21 p.
- GRAMIGNA, M. R. **Jogos de Empresa**. São Paulo: Pearson, 2007, 2ª ed., 180p.
- HOTTA, G. F. Construção de um sistema de gestão de materiais – MRP – integrado ao jogo de empresas “Mercado Virtual”. 2015. 118p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru – SP. 2015.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report no 72**. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992, 87p.
- KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction**. 2000. 296p. Thesis (Doctor). Espoo, Finlândia: VTT. 2000.
- KOSKELA, L. Making-do – The eighth category of waste. IN: 12TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, Helsingør, Denmark, 2004. **Proceedings** [...] Helsingør: IGLC, 2004.
- MELO, L. de. Casos de covid-19 em janeiro voltam a atingir patamares de 2021 em Aracaju. **F5 News**, 2022. Disponível em: <<https://www.f5news.com.br/cotidiano/casos-de-covid-19-em-janeiro-voltam-a-atingir-patamares-de-2021-em-aracaju.html>> Acesso em 12 de fevereiro de 2022.
- MELO, R. S. S.; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to extend target costing to non-multiparty contracted projects: evidence from literature. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21, Fortaleza, 2013. **Proceedings** [...] Fortaleza: IGLC, 2013.
- 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. 168p. Dissertação (Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2014.
- MICROSOFT EXCEL. **Microsoft**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>>. Acesso em: 12 de dez. de 2021.
- MICROSOFT PROJECT. **Microsoft**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/project/project-management-software>>. Acesso em: 12 de dez. de 2021.
- MORAES, M. N.; CARDOSO, P. A. Jogos para ensino em engenharia e desenvolvimento de habilidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XLV, 2017, Joinville. **Anais...** Joinville – SC, 2017, 11 p.
- NAVISWORKS. **Autodesk**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 12 de dez. de 2021.
- OBRAFIT. **Obrafit**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.obrafit.com.br/>>. Acesso em: 11 de dez. de 2021.
- OBRAPRIMA. **Obraprimaweb**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.obraprimaweb.com.br/>>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, M. A. **Implantando o laboratório de gestão**: um programa integrado de educação gerencial e pesquisa em administração. 2009, Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PREDIALIZE. **Predialize**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://predialize.com.br/>>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.

PREVISION. **Prevision**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.prevision.com.br/>>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.

PRIMAVERA P6 EPPM. **Oracle**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/industries/construction-engineering/primavera-p6/>>. Acesso em: 12 de dez. de 2021.

ROMANEL, F. B. **Jogo “Desafiando a Produção”**: Uma Estratégia para a Disseminação dos Conceitos da Construção Enxuta entre Operários da Construção Civil. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

SANTOS, D. G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras**, 2004. p. 219. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

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 IGLC, 20, 2012, San Diego. **Proceedings...** San Diego, 2012. 11p.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; VIEIRA JUNIOR, M. Robocano: uma dinâmica alternativa para ensinar e aprender gestão da produção. **Revista Gestão Industrial**, v. 09, n. 01, 2013, 24p.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 291p.

SIENGE. Sienge, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/>>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.

SOUZA, L de J. **Boas práticas enxutas na construção de paredes de concreto: framework de jogo didático**. 2021. 20p. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2021.

TECZA. **Gotecza**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://gotecza.com/>>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.

VIANA, M. R. **Jogos Didáticos e Aprendizagem de Conceitos Enxutos em Disciplinas do Ensino Superior**. 2018. 109p. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347 p.

WORDCLOUDS. **WordClouds**, 2022. Página inicial. Disponível em: <<https://www.wordclouds.com/>>. Acesso em: 04 de fev. de 2022.

YESILYURT, O.; DRAGHICI, V. P.; BAUER, D.; KÖRTING, L.; BILDSTEIN, A.; BAUERNHANSL, T.; Game-based learning to support the development from lean production

to digitalised production. IN: 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAME BASED LEARNING, ECGBL, Odense, Denmark, 2019. **Proceedings** [...] Odense: ECGBL, 2019.

7 OUTRAS ATIVIDADES

7.1 RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA A OBRA DE ALVENARIA ESTRUTURAL

7.1.1 Introdução

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo que elimina etapas, uma vez que além de vedar também possui função estrutural. Conforme Mesquita (2014), a etapa de alvenaria é considerada um gargalo para a produção, a partir disso depreende-se a importância desse processo construtivo. A fim de vislumbrar de forma prática as boas práticas aplicadas ou até mesmo as falhas no processo, foi realizada uma visita técnica a uma obra que utiliza alvenaria estrutural como sistema construtivo.

A visita foi realizada às 08:30h do dia 11 de agosto de 2022, à obra X de uma importante construtora local. A obra foi escolhida com base no sistema adotado, alvenaria estrutural, na fase em que se encontravam os serviços, uma vez que era necessário estar na etapa de elevação de alvenaria para que fosse possível visualizar o modo de execução do sistema. Já para selecionar a empresa preocupou-se que a mesma tivesse procedimentos de execução de serviço e controles de gestão e qualidade. Participaram da visita técnica a orientadora PIBIC e a bolsista PIBIC. A visita foi conduzida pela engenheira civil responsável pela obra.

Dentre os objetivos da visita, estavam: verificar a aplicação das normas técnicas e das boas práticas de alvenaria estrutural na execução e na gestão da obra; fazer registros fotográficos; enriquecer os conhecimentos acerca do processo construtivo para a presente pesquisa.

Vale salientar que os as fotografias aqui apresentadas foram realizadas pela autora com autorização da representante da empresa, neste caso, a responsável técnica pela obra.

7.1.2 Desenvolvimento

7.1.2.1 Características da Obra

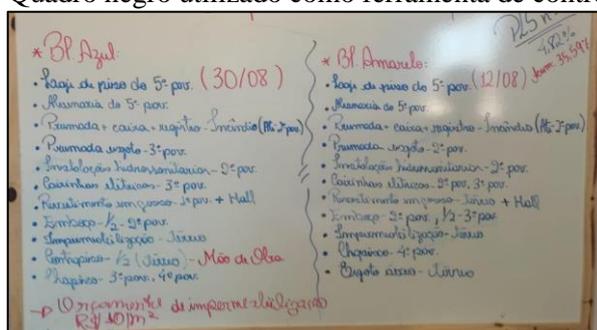
O empreendimento será um condomínio residencial fechado composto por três torres, com 8 pavimentos cada. Cada pavimento terá 8 apartamentos, totalizando 192 unidades residenciais. O condomínio possuirá vagas de garagem e área de lazer completa, com salão de festas, piscina, área fitness, parque, espaço *kids*, quadra poliesportiva, churrasqueira e salão de jogos.

A obra possui um quadro de 66 funcionários, sendo 20 terceirizados. O sistema executivo empregado é o de alvenaria estrutural, e são utilizados tanto blocos de concreto como cerâmicos, os primeiros até o 4º pavimento por conferir maior resistência, e os cerâmicos nos demais pavimentos, conforme é possível ver na foto 1 do registro fotográfico em apêndice. Inicialmente estão sendo construídas 2 torres, não havendo sido iniciada a construção da terceira. A obra se encontra na etapa de alvenaria, no 5º pavimento.

7.1.2.2 Gerenciamento da Obra

A obra é gerenciada por um engenheiro, havendo contribuição de estagiário e auxiliar de engenharia, além de técnico de segurança. Há na sala de engenharia várias ferramentas visuais de controle, uma boa prática que contribui nas tomadas de decisões diárias do gestor acerca da produção. Uma dessas ferramentas é um quadro negro, onde são anotadas atividades urgentes ou programadas para a semana, além de demais observações importantes, conforme apresentado na Figura 01. Vale salientar que essa mesma ferramenta é utilizada em outros ambientes, como sala de estagiários e sala de segurança no trabalho.

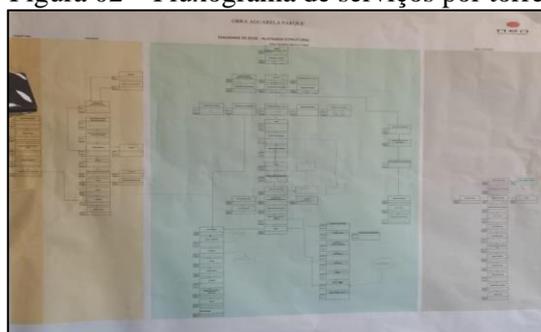
Figura 01 – Quadro negro utilizado como ferramenta de controle gerencial.



Fonte: Registro fotográfico realizado pela autora (2022).

Além disso, também há um fluxograma com a sequência dos serviços para cada prédio, onde são sinalizadas as etapas já concluídas, de forma fornecer uma visão geral do andamento da obra para o gestor, conforme apresentado na Figura 02.

Figura 02 – Fluxograma de serviços por torre.



Fonte: Registro fotográfico realizado pela autora (2022).

Quanto aos projetos, a obra possui projeto de modulação, para as 1ª e 2ª fiadas, as demais são feitas livremente pela equipe executora da alvenaria. Isso não configura uma boa prática, uma vez que podem haver conflitos, devido a presença de aberturas de vãos que mudam a configuração pensada inicialmente para as duas primeiras fiadas, que não poderão ser reproduzidas nas demais. As Figuras 03 apresenta o projeto de modulação da 1ª fiada.

Figura 03 – Projeto de modulação.



Fonte: Registro fotográfico realizado pela autora (2022).

A obra também realiza procedimentos de qualidade dos materiais, como ensaios de resistência para os blocos, ensaios de prisma cheio e prisma oco, para controle de qualidade dos materiais. Na Figura 04 é possível perceber um documento com o resultado do ensaio de resistência de bloco de concreto simples.

Figura 04 – Resultados de ensaio de resistência de bloco de concreto simples.

techserv
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALURGIA

ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE BLOCO DE CONCRETO SIMPLES Certificado nº 052/22
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO - NBR 636:2014

RAZÃO DE FUND: 107870177-01 DATA DE EMISSÃO DO LAUDO: 14/03/22
TIPO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO NO ENSAIO: PRISMA SUPORTADORA 150x150 Nº DE EQUIPAMENTO DE CALIBRAÇÃO: 0280-002-02
SÍMBOLO DE EQUIPAMENTO UTILIZADO NO ENSAIO: FUNDAMENTO DIGITAL 150x150 - CAPACIDADE 800kg

DADOS DAS ANÁLISES: DATA DE RECEBIMENTO: 07/03/22

SOLICITANTE: [REDACTED]

OBRA: [REDACTED]

ENDEREÇO: [REDACTED]

LOTE: 93 - BLOC 1404 LTDA. DATA DE RECEBIMENTO: 07/03/22
NOTA FISCAL: 4876.4895.4896.4900.4902 DIMENSÕES DOS BLOCOS: 140x190x219 cm

RESULTADOS						
Nº	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Área do Bloco (mm²)	Carga (N)	Tensão (Mpa)
01	293,29	141,29	190,14	42.438	391.282	9,2
02	293,77	141,29	190,48	42.486	390.028	9,2
03	294,45	140,89	190,11	42.535	384.420	9,2
04	294,27	141,28	189,84	42.514	380.714	9,0
05	293,88	141,59	190,22	42.488	389.716	9,2
06	292,77	141,66	190,55	42.473	394.227	9,5
07	292,89	141,15	189,71	42.341	381.520	9,0
08	294,47	141,16	189,79	42.367	421.959	9,9
09	294,59	140,84	190,22	42.490	411.252	9,7
10	294,85	141,90	189,98	42.562	421.800	9,9
11	293,16	141,70	189,24	42.540	442.370	10,4
12	294,84	141,17	191,20	42.636	442.808	10,4

DATA DE ENSAIO: 11/04/2022

UNIDADE RELATIVA MÉDIA DOS BLOCOS: 10%

ACEITAÇÃO DO LOTE: SIM NÃO

POSIÇÃO DOS FUROS: A B

OBSERVAÇÕES: Rompimento com 07 dias
Quantidade de bloco: 7.100 blocos
Fabricação: 08/03/22
Nº de bloco: 8-0509
FOLHA 01/02 DE 01

Fonte: Registro fotográfico realizado pela autora (2022).

7.1.2.3 Registros fotográficos da Obra

<p style="text-align: center;">Foto 1</p> 	<p style="text-align: center;">Foto 2</p> 
<p style="text-align: center;">Vista geral do canteiro de obras.</p>	<p style="text-align: center;">Uso de bandeja de proteção.</p>
<p style="text-align: center;">Foto 3</p> 	<p style="text-align: center;">Foto 4</p> 
<p style="text-align: center;">Baías para armazenamento de agregados.</p>	<p style="text-align: center;">Blocos paletizados com placa indicando a tipologia e a liberação do lote.</p>
<p style="text-align: center;">Foto 5</p> 	<p style="text-align: center;">Foto 6</p> 
<p style="text-align: center;">Blocos paletizados com placa indicando não liberação do lote.</p>	<p style="text-align: center;">Vista da área da betoneira.</p>
<p style="text-align: center;">Foto 7</p> 	<p style="text-align: center;">Foto 8</p> 

<p>Tabela de traços disponibilizada na área da betoneira.</p>	<p>Placas padronizadas para a retirada de agregados de acordo com a quantidade prevista na tabela de traços.</p>
<p>Foto 9</p>	<p>Foto 10</p>
	
<p>Manipulador telescópico para transporte de material.</p>	<p>Armazenamento de blocos sobre o solo.</p>
<p>Foto 11</p>	<p>Foto 12</p>
	
<p>Armazenamento de armaduras sobre pallets.</p>	<p>Armazenamento de cimento sobre pallets.</p>
<p>Foto 13</p>	<p>Foto 14</p>
	
<p>Detalhe da linha de vida no último pavimento.</p>	<p>Placa de segurança na área de betoneira.</p>
<p>Foto 15</p>	<p>Foto 16</p>
	
<p>Grua disponível para transporte de material.</p>	<p>Detalhe dos guarda-corpos nas periferias.</p>

<p style="text-align: center;">Foto 17</p> 	<p style="text-align: center;">Foto 18</p> 
<p style="text-align: center;">Variações de blocos disponíveis para o assentamento.</p>	<p style="text-align: center;">Execução de alvenaria.</p>
<p style="text-align: center;">Foto 19</p>	<p style="text-align: center;">Foto 20</p>
	
<p style="text-align: center;">Caixa de entulho da obra.</p>	<p style="text-align: center;">Elevador cremalheira em manutenção.</p>
<p style="text-align: center;">Foto 21</p>	<p style="text-align: center;">Foto 22</p>
	
<p style="text-align: center;">Áreas de vivência.</p>	<p style="text-align: center;">Blocos canaleta disponíveis.</p>
<p style="text-align: center;">Foto 23</p>	<p style="text-align: center;">Foto 24</p>
	
<p style="text-align: center;">Detalhe passagem de instalações e armaduras.</p>	<p style="text-align: center;">Detalhe junta de movimentação da laje em poliestireno expandido.</p>

<p align="center">Foto 25</p>	<p align="center">Foto 26</p>
	
<p>Área de manobra de veículos para descarga de material.</p>	<p>Detalhe emenda do transpasse da armadura.</p>
<p align="center">Foto 27</p>	<p align="center">Foto 28</p>
	
<p>Material utilizado para o embutimento de instalações.</p>	<p>Acesso à torre em construção.</p>
<p align="center">Foto 29</p>	<p align="center">Foto 30</p>
	
<p>Área de manobra para transporte de material pela grua.</p>	<p>Caixas elétricas padronizadas.</p>
<p align="center">Foto 31</p>	<p align="center">Foto 32</p>
	
<p>Execução de alvenaria estrutural utilizando bloco cerâmico.</p>	<p>Detalhe de guarda-corpo com tela de proteção.</p>

Fonte: Autora (2022).

7.1.2.4 Checklist das normas técnicas (MESQUITA, 2014)

O *checklist* completo preenchido está apresentado no Quadro 01. Esse *checklist*, proposto por Mesquita (2014), contempla itens das normas: ABNT NBR 15270-1 (Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação); ABNT NBR 15270-2 (Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural); ABNT NBR 15270-3 (Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio); ABNT NBR 15812-1 (Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos: projetos); ABNT NBR 15812-2 (Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos: execução e controle de obras); ABNT NBR 15961-2 (Alvenaria estrutural – Blocos de concreto: execução e controle de obras).

Quadro 01 – Checklist das normas técnicas para a obra visitada.

1.0	IMPLANTAÇÃO (NBR 15270-2; NBR 15961-2; NBR 15812-1)	S	N
1.1	A base para assentamento deve ser plana e em nível, com variação < 2,5%.	x	
1.2	A marcação horizontal deve ser executada de acordo com o especificado em projeto, com fiadas assentadas com fios flexíveis.	x	
1.3	Na marcação horizontal os ângulos são determinados com instrumentos óticos e as curvas marcadas por prego ou serradas com triangulação do local.	x	
1.4	As projeções das medidas e a espessura da parede devem ser marcadas com pequenos cortes.	x	
1.5	A marcação vertical deve ser obtida com fio de prumo ou gabarito modular.	x	
1.6	Para a marcação vertical é indicado o uso de instrumentos como referência de nível, com as informações importantes fixadas em altura conveniente.	x	
1.7	Indica-se a proteção das aberturas com concreto.	x	
1.8	As alturas das aberturas devem ser marcadas com cortes no topo da unidade de referência.	x	
2.0	ARMAZENAGEM (NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N
2.1	Todos os materiais devem ser protegidos em locais: longe do solo, da umidade e de intempéries; separados por tipo ou ordem de chegada para evitar a contaminação; para possibilitar a inspeção, devem ser utilizados em ordem cronológica de recebimento.		x
2.2	Os blocos devem ser armazenados em pilhas, assim como o cimento e a cal hidratada.	x	
2.3	Os blocos devem ser armazenados em pilhas de até 2m de altura e 5m de comprimento.	x	
2.4	As pilhas ou pallets devem ser estáveis. Para pallets, deve-se empilhar até duas unidades de movimentação.	x	
2.5	Só de deve colocar as pilhas sobre as lajes quando esta já tenha resistência suficiente para suportar o peso dos blocos.	x	
2.6	As pilhas devem ser distribuídas nos pavimentos de forma a não sobrecarregar a estrutura.	x	
2.7	Os agregados devem ser estocados em baias.	x	

3.0	PREPARO, MISTURA E USO DE ARGAMASSA (NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N
3.1	O transporte das argamassas e grautes deve ser realizado de forma que os materiais não sofram evaporação, perda de constituintes ou segregação dos materiais.	x	
3.2	Em dias quentes é recomendado o uso de panos e/ou sacos úmidos sobre as caixas.		x
3.3	Deve haver cuidados especiais com o graute utilizado.	x	
3.4	Usar barras de aço segundo a qualidade e quantidade determinada pelo projetista.	x	
3.5	As barras de aço devem ser limpas de substâncias prejudiciais à sua aderência, conforme projeto.	x	
3.6	As barras de aço classe B devem ser sempre dobradas a frio e não podem ser soldadas.	x	
3.7	As emendas nas barras de aço devem ser feitas de acordo com o especificado, aquelas feitas com soda devem ser por pressão ou com eletrodo.	x	
4.0	EXECUÇÃO DE ALVENARIA (NBR 15270-2; NBR 15270-3; NBR 15961-2; NBR 15812-2)	S	N
4.1	Na elevação da alvenaria as fiadas devem ser regulares, com juntas na horizontal em distâncias não inferiores a 1/4 do comprimento (ou 75mm do bloco).	x	
4.2	À medida que a alvenaria vai sendo elevada, deve ser verificado o seu alinhamento.	x	
4.3	A argamassa deve ser assentada em local limpo e livre de agregados, graxa ou pó.	x	
4.4	Nos dias quentes, a superfície de assentamento dos blocos deve ser levemente umedecida antes da aplicação.	x	
4.5	O excesso de argamassa retirado das juntas pode ser remisturado com a argamassa fresca.	x	
4.6	A espessura das juntas na horizontal e na vertical deve ter 10mm. As normas brasileiras permitem uma tolerância dimensiona de 3mm.	x	
4.7	Os blocos de concreto ou cerâmicos devem ser assentados sobre fiadas já compostas, com um mínimo de movimentação para ajuste de posição, principalmente com relação ao cisalhamento da alvenaria.	x	
4.8	Os ajustes para alinhamento, prumo e nivelamento devem ser feitos com martelo durante o período de boa trabalhabilidade da argamassa.	x	
4.9	Nos locais secos, as camadas de argamassa devem ser colocadas em comprimentos curtos para evitar evaporação da água.	x	
5.0	FIXADORES E EMBUTIMENTOS (NBR 15270-1; NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N
5.1	Não é permitido o uso de aberturas e canalizações embutidas horizontalmente nos pilares e nas paredes resistentes.	x	
6.0	ENSAIOS (NBR 15270-2; NBR 15961-2)	S	N
6.1	A resistência à compressão deve ser comprovada, no caso da argamassa e do graute, por ensaio de cilindros moldados e rompidos de acordo com a norma.	x	

6.2	Para os componentes, a comprovação dá-se por ensaio de prismas cheios ou ocos (NBR 8215; NBR 15270).	x	
7.0	DETALHES CONSTRUTIVOS (NBR 15270-1; NBR 15270-2)	S	N
7.1	As juntas de movimentação devem estar limpas, secas e com sua superfície livre de material solto.	x	
7.2	A aplicação de selante deve seguir instruções do fabricante.	x	
7.3	As juntas de dilatação são utilizadas quando a deformação for efeito da temperatura, e são colocadas a cada 20 metros em planta; já as juntas de controle vertical são as que permitem os deslocamentos devidos à retração e variações da temperatura.	x	
7.4	As juntas de controle devem ser colocadas em locais onde as alturas ou espessuras das paredes variam bruscamente.	x	
7.5	As peças angulares, soleiras, vergas, arcos, e conexões entre paredes, são construídas de forma a manter a medida e verticalidade do trabalho.	x	
7.6	A verga deve ter apoio na parede nas laterais das aberturas, devendo ser forrada com argamassa.	x	
7.7	Quando a verga for de concreto pré-fabricado, é colocada na parede seca, de forma a evitar quebras. Caso moldada no local, deve ter fôrma que forneça apoio à peça em tempo suficiente para desenvolver a resistência adequada.	x	

Fonte: Mesquita (2014).

A maior parte dos quesitos da norma foram atendidos, com exceção de dois deles. Um deles foi sobre a proteção dos materiais, haviam alguns blocos armazenados sobre o solo, como é possível ver na foto 10 do registro fotográfico. Além disso, na foto 11 é possível notar que as armaduras estão dispostas em ambiente desprotegido do sol e de intempéries, como também muitas pilhas de blocos ali dispostas. Cabe citar que a maior parte dos blocos estavam sobre pallets e foram encontradas placas identificando os lotes e sua liberação para uso, como demonstrado pelas fotos 04 e 05 do registro fotográfico. Quanto ao uso de panos úmidos sobre as caixas de argamassa em dias quentes, não foi reatado e nem visualizado em campo nenhuma medida nesse sentido.

7.1.2.5 Checklist da aplicação de boas práticas (MESQUITA, 2014)

Dentre algumas boas práticas observadas durante a visita, pode-se destacar o *layout* de canteiro desenvolvido por eles. Não será preciso desmobilizar o canteiro por todo o período da obra, pois as áreas de vivência estão localizadas fora da obra, configurando-se como um *layout* fixo, uma boa prática. Outra boa prática a se destacar é o uso de manipulador telescópico, aliado ao fato de a obra receber seus blocos de forma paletizada do fornecedor, o que facilita o transporte de material até os pavimentos, facilitando e agilizando o processo de elevação de alvenaria. Ainda foram observadas outras boas práticas, o Quadro 02, adaptado

do checklist proposto por Mesquita (2014) em sua dissertação, traz diversas categorias de boas práticas junto ao seu objetivo e se essa atividade foi observada ou não durante a visita, além disso algumas possuem uma observação referente ao que é praticado na obra visitada.

Quadro 02 – Checklist das boas práticas observadas na obra visitada.

1 ACESSO				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
1.1	Observar as condições de transporte para levar a argamassa e as fôrmas até o local de trabalho.	x		Além de a obra possuir bastante espaço físico em seu canteiro, há uma preocupação em diversificar as opções de transporte vertical e horizontal, sendo utilizada principalmente a grua para transportar a argamassa até o pavimento. Ainda há disponível o manipulador telescópico.
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa realiza, sem barreiras físicas, o transporte da argamassa e das fôrmas até o local de execução dos serviços de elevação de alvenaria.			
1.2	Criar vias de acesso para a circulação do manipulador telescópico e de outros equipamentos utilizados para o transporte de insumos (blocos, cimento, argamassa, etc.).	x		Como já mencionado, a obra possui uma área grande disponível para transporte. Cada prédio possui todo o seu entorno livre, assim o manipulador telescópico pode circular livremente.
	Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa se preocupa em criar condições de circulação segura e eficiente que facilitem a movimentação e o acesso dos equipamentos utilizados para o transporte dos insumos.			
1.3	Utilizar equipamento de transporte vertical (foguetinho, elevador, etc.)	x		A obra possui elevador cremalheira, porém no momento da visita o mesmo encontrava-se em manutenção para começar a ser utilizado. Contudo, a obra possui duas gruas na obra, uma para cada torre, posicionadas nos cantos externos das torres, e dentro das mesmas, o que favorece o fluxo de materiais e aproveita melhor o espaço do canteiro.
	Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação em utilizar equipamentos de apoio para içar materiais diretamente para o pavimento desejado, se ele é fornecido em quantidade suficiente e se está estrategicamente posicionado na laje, de forma a favorecer o fluxo de materiais e pessoas durante o processo de elevação dos blocos.			
2 PROJETO				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
2.1	Consultar o projeto que contém o layout do canteiro antes e durante a obra, caso sejam necessárias modificações físicas das suas instalações.	x		Segundo relato da engenheira da obra não haverá modificações no layout do canteiro, pois as áreas de vivência, escritórios de apoio e almoxarifado foram alocados fora do terreno da obra, em um terreno em frente, pertencente a construtora. Todavia nenhum layout de canteiro foi apresentado.
	Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa se preocupa em obter uma visão geral da obra e em estar ciente das condições que venham a intervir nas atividades de elevação de alvenaria desenvolvidas nos pavimentos, já que o layout auxilia na análise para redução das distâncias a serem percorridas, no cruzamento entre os fluxos e na locação das instalações do canteiro, antes da obra ou caso sejam necessárias modificações físicas das instalações do canteiro.			
2.2	Dispor, no local da obra, de todas as variações de blocos necessárias da mesma família, conforme exigência de projeto.	x		Na foto 17 do registro fotográfico é possível verificar que a empresa dispõe de variações de blocos, como também de compensadores. Os últimos se fazem necessários uma vez que não há projeto de modulação para todas as fiadas.
	Objetivo da boa prática: Analisar se a construtora atende às orientações para a execução do projeto de modulação, evitando quebras de blocos ou enchimentos. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.			

2.3	Consultar todos os projetos referentes à modulação das paredes (1ª e 2ª fiadas e paginação detalhada de paredes) antes e durante o assentamento dos blocos.		x	Segundo relatos dos gerentes da obra, e mesma equipe de trabalho têm realizado o mesmo apartamento desde o 1º pavimento, assim, eles possuem o conhecimento do projeto. Todavia, não foi visualizado no pavimento em que está sendo realizada a elevação de alvenaria, a disponibilização do projeto para eventuais conferências.
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa disponibiliza os projetos de modulação no local de execução dos serviços e se eles são consultados antes e durante o processo de elevação da alvenaria estrutural. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.			
2.4	Consultar, pelos projetos, os detalhes referentes aos reforços estruturais e de amarração das paredes (tela galvanizada e emendas de barras de aço), antes e durante o assentamento dos blocos.		x	Segundo relatos dos gerentes da obra, e mesma equipe de trabalho têm realizado o mesmo apartamento desde o 1º pavimento, assim, eles possuem o conhecimento do projeto. Todavia, não foi visualizado no pavimento em que está sendo realizada a elevação de alvenaria, a disponibilização do projeto para eventuais conferências.
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa disponibiliza os projetos de modulação que contém os detalhes referentes aos reforços estruturais e de amarração no local de execução dos serviços e se eles são consultados antes e durante o processo de elevação da alvenaria estrutural. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.			
2.5	Consultar os projetos de instalações elétricas e hidráulicas, devidamente compatibilizados com os projetos de modulação e estrutural, antes e durante o serviço de assentamento dos blocos.		x	Segundo relatos dos gerentes da obra, e mesma equipe de trabalho têm realizado o mesmo apartamento desde o 1º pavimento, assim, eles possuem o conhecimento do projeto. Todavia, não foi visualizado no pavimento em que está sendo realizada a elevação de alvenaria, a disponibilização do projeto para eventuais conferências.
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa disponibiliza os projetos de instalações compatibilizados com os demais e se eles são consultados antes e durante o processo de elevação da alvenaria estrutural. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.			
3 PREPARAÇÃO DO TRABALHO				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
3.1	Disponibilizar todas as peças e as ferramentas de apoio antes do início do serviço e exigir limpeza e armazenagem adequada após a sua utilização.	x		-
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa proporciona aos operários condições adequadas para execução dos serviços de elevação da alvenaria, favorecendo o aumento da produtividade, a durabilidade das ferramentas de apoio e a qualidade do produto final.			
3.2	Quando as condições climáticas não permitirem a execução dos serviços, tomar providências no sentido de interromper o serviço e deslocar a equipe.	x		-
	Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa aproveita a equipe em outras frentes de serviço quando as condições climáticas não permitem a elevação da alvenaria estrutural, verificando, ainda, se a equipe responsável pelo planejamento de curto prazo está preparada para, sempre que possível, consultar condições de tempo e preparar processos reservas.			

	Preparar antecipadamente a argamassa e as fôrmas (quando necessárias).	x		
3.3	<p>Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa garante o fornecimento da argamassa e das fôrmas, de forma que elas estejam disponíveis quando solicitadas durante o processo de elevação da alvenaria estrutural.</p> <p>Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.</p>			
3.4	<p>Verificar a disponibilidade dos elementos especiais (blocos calha) e/ou pré-moldados (vergas e contravergas) no estoque, tomando medidas caso seja necessário produzir mais unidades.</p> <p>Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa tem em estoque blocos calha e/ou elementos pré-moldados em quantidade suficiente para iniciar a produção, evitando paradas e reprogramações de atividades.</p> <p>Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.</p>	x		A foto 22 do registro fotográfico exhibe os blocos calhas disponíveis no pavimento de execução da alvenaria.
3.5	<p>Utilizar um reservatório de água com sistema de bombeamento para cada edificação.</p> <p>Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa utiliza o sistema de armazenagem e bombeamento de água diretamente para o pavimento em que está havendo elevação da alvenaria, proporcionando maior rapidez e permitindo o preparo da argamassa no próprio pavimento, evitando interferências no fluxo de trabalho, a perda de material quando transportado a longas distâncias e de suas propriedades caso demore a ser aplicado.</p>		x	A argamassa é preparada fora do pavimento em que está sendo elevada a alvenaria, e então transportada para o mesmo.
3.6	<p>Disponibilizar misturador (es) de argamassa no pavimento em que está havendo o serviço de elevação.</p> <p>Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa dispõe de, no mínimo, um misturador de argamassa por pavimento em que está se realizando o serviço de elevação de alvenaria, de forma que a argamassa seja preparada no pavimento.</p>		x	A argamassa utilizada é preparada nas betoneiras, que ficam no térreo, e então é transportada pelo manipulador telescópico para o pavimento em que está sendo realizado o serviço de elevação de alvenaria.
3.7	<p>Utilizar blocos "paletizados" de fábrica.</p> <p>Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa solicita ao fornecedor o recebimento dos blocos em pilhas padronizadas sobre estrados de madeira para facilitar a armazenagem e o transporte dos mesmos, principalmente se a obra dispuser de manipulador telescópico.</p>	x		As fotos 4 e 5 do registro fotográfico mostram tantos os blocos cerâmicos, como os blocos de concreto paletizados.
3.8	<p>Fornecer os blocos tipo canaleta prontos para assentamento.</p> <p>Objetivo da boa prática: Analisar se há quebra de blocos tipo canaleta com possibilidade de perda de material, já que esse tipo de bloco vem normalmente com as plaquetas marcadas para remoção antes do assentamento, o que pode causar a inutilização do bloco.</p>	x		A foto 22 do registro fotográfico exhibe os blocos canaleta disponíveis no pavimento de execução da alvenaria.
3.9	Utilizar andaime metálico regulável para possibilitar o alcance pelos operários de toda a parede a ser elevada.	x		

	<p>Objetivo da boa prática: Verificar se durante o processo de elevação da alvenaria há preocupação com a rapidez e qualidade da execução dos serviços através da utilização de andaime metálico, caracterizado pela agilidade e praticidade na montagem e utilização.</p>			
3.10	Durante o assentamento da alvenaria, aplicar a argamassa com ferramenta apropriada, diferente da colher de pedreiro.		x	<p>Foi relatado durante a visita que os operários utilizam as ferramentas de sua preferência para a aplicação de argamassa, e os mesmos preferem fazer uso da colher de pedreiro.</p>
	<p>Objetivo da boa prática: Analisar se durante o processo de assentamento dos blocos é levada em consideração a fácil e correta aplicação da argamassa, contribuindo para a limpeza da obra, eliminação de perdas de material, e consequente ganho de qualidade e produtividade, que seria mais difícil com a utilização de colher de pedreiro. As ferramentas podem ser bisnaga, régua, colher meia calha, entre outras.</p>			
3.11	Realizar o recebimento e a armazenagem dos insumos considerando os seguintes critérios: qualidade do material recebido, conferência com relação à quantidade e tipo solicitados, estado de conservação do material e seu armazenamento adequado.	x		<p>Através das fotos 4 e 5 do registro fotográfico, é possível perceber que os lotes são separados de acordo com a qualidade e sua aprovação.</p>
	<p>Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação no correto recebimento e adequada armazenagem do material a ser utilizado no processo de elevação da alvenaria (blocos, areia, sacos de cimento, sacos de argamassa industrializada, entre outros), de forma que sejam preservadas as características e propriedades dos materiais desde o recebimento e armazenagem até a sua aplicação final.</p>			
4 CONFERÊNCIA DO TRABALHO				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
4.1	Ao executar cada fiada, conferir constantemente o alinhamento e prumo.	x		-
	<p>Objetivo da boa prática: Verificar se, durante o processo de elevação da alvenaria, há preocupação constante em manter a conformidade da parede, evitando retrabalhos por erros construtivos.</p>			
4.2	Usar gabaritos para portas e janelas.		x	<p>Não são utilizados gabaritos para portas e janelas, no momento da execução é deixado uma folga já considerando os espaçamentos necessários.</p>
	<p>Objetivo da boa prática: Analisar a preocupação da construtora em utilizar meios práticos para assegurar as dimensões dos vãos destinados à instalação de esquadrias para que sejam executados de acordo com o projeto, ao garantir vãos com reenquadramento correto, evitar quebras ou ajustes com argamassa, facilitar a identificação dos locais em que serão instaladas vergas e contravergas, auxiliar no nivelamento e alinhamento da alvenaria e evitar diversas consultas ao projeto ou mesmo a espera pela informação para a continuidade do trabalho.</p>			
5 CONFLITO ESPACIAL				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
5.1	Manter o local de trabalho limpo de maneira que fique visível somente o serviço a ser executado e seus materiais.	x		-

<p>Objetivo da boa prática: Verificar se é realizada limpeza no local de execução dos serviços de elevação da alvenaria durante e após o processo de produção, evitando conflitos e, conseqüentemente, proporcionando maior transparência ao processo e bem estar aos operários.</p>				
6 SEQUENCIAMENTO				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
6.1	Definir bem os pacotes de trabalho e apresentar de forma clara os locais por onde os serviços vão iniciar.	x		
	<p>Objetivo da boa prática: Analisar se há preocupação da empresa em evitar interrupções com perda da qualidade do produto executado. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.</p>			
6.2	Antes do assentamento, preparar previamente os blocos que apresentam passagem elétrica (blocos cortados e caixas chumbadas).		x	A obra possui um perfurador padronizado para as caixas elétricas.
	<p>Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação em reduzir a produção de resíduos, agilizar a execução das paredes e evitar quebras de blocos já assentados e retrabalhos, assegurando ganho de qualidade.</p>			
7 PROTEÇÃO DOS OPERÁRIOS				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
7.1	Disponibilizar todos os equipamentos de proteção individual necessários.	x		No momento da visita foi verificado que todos os funcionários utilizavam EPI's, inclusive cinto de segurança.
	<p>Objetivo da boa prática: Verificar se os EPI's fornecidos e utilizados nos serviços de elevação de alvenaria, reduzindo a possibilidade de afastamentos de funcionários devido a acidentes de trabalho. O que poderia causar descontinuidade no fluxo.</p>			
7.2	Instalar os equipamentos de proteção coletiva (conforme NR-18) em toda a edificação.	x		As fotos 16, 13 e 2 do registro fotográfico, exibem respectivamente, os guarda-corpo das periferias, a linha de vida e a bandeja, todos elementos de proteção coletiva dos trabalhadores.
	<p>Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa atende às normas de segurança do Ministério do Trabalho e Emprego, utilizando guarda-corpo, bandejas de segurança, linha de vida, etc., prevendo ainda a ocorrência de afastamentos de funcionários devido a acidentes de trabalho, que poderiam causar descontinuidades no fluxo. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.</p>			
8 PROTEÇÃO DOS PROCESSOS				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO
8.1	Proteger os serviços próximos às fachadas com telas para evitar respingo de materiais durante o assentamento.	x		Como é possível ver na foto 32 do registro fotográfico, a obra possui telas de proteção em diversos locais.
	<p>Objetivo da boa prática: Analisar se a empresa adota medidas no sentido de evitar deslocamentos de operários para limpeza de veículos ou imóveis vizinhos, ou no sentido contrário, da fachada para o pavimento. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.</p>			
9 PROGRAMAÇÃO DE OBRA				
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO	OBSERVAÇÃO

9.1	Executar o contrapiso antecipadamente à elevação das paredes.		x	Conforme nota-se na foto 18 do registro fotográfico, o contrapiso não está sendo realizado antecipadamente à elevação.
	Objetivo da boa prática: Verificar se há preocupação em executar o contrapiso antecipadamente, assim, é possível facilitar a movimentação dos operários e o transporte de materiais na laje, permitir o nivelamento para o início da elevação da alvenaria e proporcionar menos contato direto da alvenaria com a laje, evitando fissuras e descontinuidades.			
9.2	Disponer de equipe de pedreiros polivalentes.	x		Cada pedreiro é responsável por um apartamento no pavimento. Como são 8 apartamentos por andar, são 8 equipes por pavimento.
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa dispõe de equipes em que um mesmo pedreiro executa os serviços de marcação, elevação de alvenaria e embutimento de instalações, o que gera garantia da execução dos serviços conforme projeto (ganho de qualidade) e economia de mão de obra.			
9.3	Disponibilizar betoneiras/misturadores em quantidade suficiente e estrategicamente posicionadas.	x		A obra possui duas betoneiras posicionadas em diferentes locais para facilitar o transporte até as torres.
	Objetivo da boa prática: Verificar se a empresa a quantidade e o posicionamento de betoneiras/misturadores são suficientes para atender à demanda nos locais de elevação da alvenaria e execução do contrapiso. Obs.: Boa prática classificada como atividade facilitadora.			
9.4	Utilizar manipulador telescópico ou alguma outra forma de transporte eficiente dos insumos.	x		A obra possui um manipulador telescópico.
	Objetivo da boa prática: Analisar os quesitos rapidez e eficiência do transporte dos blocos e dos demais materiais utilizados no serviço de elevação da alvenaria. Com a utilização do manipulador telescópico, caracterizado por agilidade de movimentos verticais e horizontais, é possível a distribuição dos materiais diretamente ou próximo aos postos de trabalho, havendo redução dos fluxos de pessoas e materiais e garantindo maior produtividade e continuidade do fluxo, já que a falta de blocos para o serviço de elevação da alvenaria é um dos gargalos do processo.			

Fonte: Adaptado de Mesquita (2014).

7.1.3 Conclusões

Diante das exposições aqui apresentadas, foi possível alcançar os objetivos pretendidos com a visita técnica a uma obra de alvenaria estrutural. Foi possível enriquecer os conhecimentos da pesquisadora a respeito do processo construtivo específico, e adquirir experiência sobre práticas realizadas em um canteiro de obras. Além disso, pode-se verificar na prática o uso de boas práticas vistas na literatura, ver a aplicação de itens referentes a normas técnicas, e também observar falhas no processo realizado pela empresa visitada. Com isso, amadurece-se a presente pesquisa e abre-se caminho para a construção de um jogo didático para uso de boas práticas enxutas, a partir não somente de constatações teóricas, mas também da observância da literatura no funcionamento de um canteiro de obras.

7.2 RELATÓRIO DA PRÁTICA DO “JOGO DIDÁTICO PARA USO DE BOAS PRÁTICAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO” (SOUZA, 2021)

7.2.1 Introdução

Souza (2021) desenvolveu um jogo de simulação a fim de difundir conhecimento sobre o uso de boas práticas e atividades facilitadoras no processo construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*. O jogo é baseado na construção enxuta com foco na eliminação de perdas e é destinado a profissionais e estudantes da construção civil. Com o diferencial do formato digital, planilha eletrônica no *software* Excel®, o jogo retoma a ideia trazida por Mesquita (2014), que propôs um jogo para simular a execução do processo construtivo de alvenaria estrutural.

A prática do jogo foi realizada na noite do dia 28 de março de 2022 no laboratório de informática do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe. O objetivo da dinâmica proposta foi avaliar que decisões seriam tomadas frente ao desafio proposto, quais atividades seriam escolhidas para o processo, assim como a capacidade do jogador de diferenciação dos elementos, organização, esquematização lógica e a assimilação do entendimento do jogador de construção enxuta quando aplicada na prática.

Tendo em vista o objetivo estabelecido na pesquisa de identificar informações necessárias para alimentar um *game* digital de jogo didático de boas práticas enxutas, a aplicação do jogo proposto por Souza (2021) contribui para a experiência enquanto jogador, e concomitantemente, para a identificação de características importantes para elaboração de um jogo didático, além do fomento de ideias sobre pontos de melhorias. Ainda a partir da experiência da dinâmica é possível extrair correlações entre as etapas do *game* jogado e os requisitos para a aplicação de boas práticas enxutas e atividades facilitadoras no processo de parede de concreto moldada *in loco*.

7.2.2 Materiais e métodos

O material necessário para a execução do jogo resume-se a um notebook ou computador com acesso ao *software* Excel, e o próprio arquivo do jogo, disponibilizado pela autora. Na própria tela inicial da planilha existem algumas informações básicas a respeito do jogo, como objetivo, proposta, dinâmica do jogo, orientações e pontuação. Todavia, foi explanado pela autora uma breve explicação sobre a realização do jogo.

O tempo máximo de jogo é quarenta e cinco minutos, no qual o jogador deve escolher e posicionar entre 42 providências disponíveis, quais se encaixam no fluxograma disponibilizado. Ao final, o jogo disponibiliza a pontuação obtida e a chance de conseguir pontuação extra ao reposicionar atividades no lugar correto e indicar as boas práticas, como forma de fixar os conceitos aprendidos.

O jogo é formado por um fluxograma padrão para paredes de concreto moldadas *in loco*, realizado com base na NBR 16055 (ABNT, 2012), e ao lado existem algumas células que devem ser preenchidas com o número da providência a ser tomada naquela posição do fluxograma. As providências disponíveis são boas práticas, atividades facilitadoras, falha leve e falha grave, além do bônus ao final. A pontuação para cada uma dessas providências está indicada na Figura 01.

Figura 01 – Pontuação do jogo.



A tabela apresenta a pontuação atribuída a diferentes tipos de providências. O título 'Pontuação' está em um cabeçalho azul escuro com letras amarelas. O conteúdo da tabela é o seguinte:

Pontuação	
Boas Práticas	= +1,0
Atividades Facilitadoras	= +2,0
Bônus	= +0,5
Falha Leve	= -1,0
Falha Grave	= -2,0

Fonte: Souza (2021).

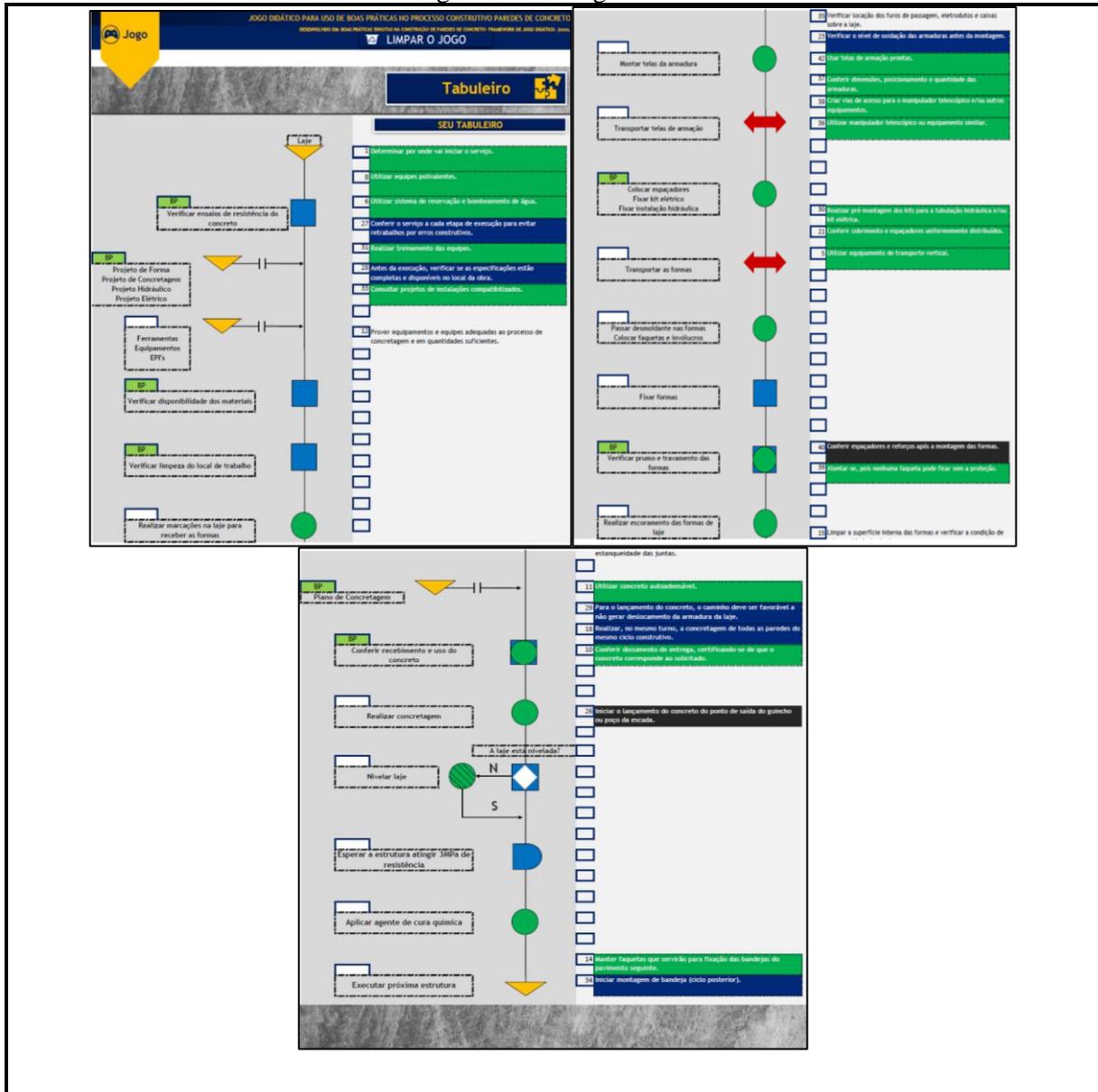
As falhas leves e graves representam atividades que não agregam valor ou que negligenciam condições normativas, por isso não devem ser escolhidas. Já as boas práticas e atividades facilitadoras ajudam a impedir a interrupção do fluxo do processo e eliminar perdas, por isso devem ser escolhidas. Não é perda pontuação por posicionar uma boa prática ou atividade facilitadora no lugar incorreto, porém é possível ganhar bônus ao posicioná-las corretamente. A pontuação máxima do jogo é 42,5 pontos e a mínima é -28 pontos. Além da aplicação do jogo, uma etapa importante foi participar da discussão do jogo com os outros integrantes.

7.2.3 Resultados e discussão

No início do jogo, foi percebido uma certa dificuldade para escolher as atividades e já posicioná-las nas posições corretas, tendo em vista que não é possível visualizar o fluxograma completo e o conjunto de providências, sendo necessário arrastar a planilha. Por essa razão, inicialmente foram selecionadas as providências que se acreditava ser ou boa prática ou

atividade facilitadora, e posteriormente buscou-se posicionar essas providências escolhidas. A Figura 2 apresenta o fluxograma final com suas respectivas providências posicionadas.

Figura 2 – Fluxograma final.



Fonte: Souza (2021).

Assim, com todas as atividades escolhidas e posicionadas, o jogo foi finalizado com um tempo médio de 25 minutos. Ao finalizar a jogada, surge uma tela com o fluxograma final montado, e as células onde as providências foram posicionadas corretamente ganham cores de acordo com seu tipo, atividades facilitadoras (azul), boas práticas enxutas (verde), falhas leves (amarelo) e falhas graves (preto).

Além disso, fica disponível uma etapa de bonificação na qual é possível obter mais pontos ao reposicionar as atividades para as posições corretas, e também ao definir quais das

atividades dispostas no fluxograma base são boas práticas. Como integrante do jogo, após realizada a fase

de bonificação, foi obtida uma pontuação final de 28 pontos, conforme apresentado na Figura 03.

Figura 03 – Pontuação obtida.

PLACAR FINAL	
PROVIDÊNCIAS	PONTUAÇÃO
Boas Práticas	16 Pontos
Atividades Facilitadoras	12 Pontos
Falhas Leves	0 Pontos
Falhas Graves	-4 Pontos
Bonificação	4 Pontos
Total	28 Pontos

Fonte: Souza (2021).

Infere-se do placar final, Figura 03, que foram escolhidas duas falhas graves, dezesseis boas práticas, seis atividades facilitadoras e nenhuma falha leve, tendo em vista os critérios de pontuação apresentados na Figura 01. Como pesquisadora, pode-se perceber que o jogo trouxe uma forma de simular a experiência de tomar decisões gerenciais em um ambiente digital, percebeu-se ainda que a relação teoria e prática com relação à temática foi satisfatória, tendo em vista que o jogo didático em questão propiciou a difusão de conhecimento acerca da construção enxuta, favorecendo a identificação de perdas em um dado processo e a utilização de boas práticas enxutas.

Quanto à visualização do processo, nesse caso, o de paredes de concreto moldadas *in loco*, não foi possível enxergá-lo de modo global, devido à grande quantidade de providências e até mesmo devido à grande estrutura do fluxograma. Isso leva a uma reflexão quanto à divisão do processo em etapas, de modo a facilitar não apenas o jogo em si, mas o entendimento do jogador sobre o processo.

O jogo proporcionou uma experiência de simulação de tomadas de decisões gerenciais, que é de suma importância para qualquer acadêmico ou profissional de engenharia civil. Além disso, por ser um jogo específico para paredes de concreto moldadas *in loco*, o jogo propicia a revisão e aprendizagem de conhecimentos a respeito desse sistema construtivo. Acima de tudo, através do jogo foi possível aplicar conhecimentos de construção enxuta, o que resulta no entendimento de perdas em um processo e de atividades facilitadoras.

Ainda foi possível verificar a viabilidade do uso do software Microsoft Excel para aplicação de um jogo, pois trata-se de uma ferramenta amplamente conhecida e utilizada, além de fornecer a vantagem do funcionamento *offline*. Contudo, por possuir linguagem de programação, o jogo desenvolvido por Souza (2021) não consegue ser aplicado em planilhas *online*.

7.2.4 CONCLUSÕES

Desse modo, a participação na dinâmica contribuiu no amadurecimento da pesquisa em busca de informações/requisitos para elaborar um jogo didático digital de boas práticas enxutas, pois o jogo possui características semelhantes ao pretendido, utilizando o sistema de parede de concreto moldado *in loco*. Também, foi possível notar a vantagem de se trabalhar com um *software* já conhecido.

Quanto ao funcionamento do jogo em si, uma das dificuldades encontradas foi a de visualização global do fluxograma. Contudo, uma possível alteração do jogo com a criação de etapas/fases ajudaria ao jogador manter o foco em uma só tela, contribuindo com um melhor desempenho por parte deles.

Desse modo, as experiências adquiridas, tanto como jogadora quanto como observadora da dinâmica, servem como base para a presente pesquisa, de modo a proporcionar informações relevantes para os requisitos de entrada de um *game* digital de jogo didático de boas práticas enxutas.

8 JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO PLANO DE TRABALHO

8.1 Simulação de Jogo proposto por Mesquita (2014)

Foi realizada a prática do jogo didático proposto por Souza (2021), que usa como base o jogo proposto por Mesquita (2014), porém para o sistema construtivo de parede de concreto e com uso de *software*, o que se assemelha à proposta da presente pesquisa tendo em vista o formato digital. Como a pesquisadora em questão foi convidada para a participação da simulação, apenas os dados obtidos pela experiência individual foram registrados, não abrangendo a percepção de outros participantes, entre eles gerentes de obra, presentes na dinâmica.

APÊNDICE A – Portfólio Bibliográfico

Portfólio Bibliográfico									
<i>Scopus</i>									
#	Título	Autores	Ano	Fonte	Instituição	País	Tipo	Citado por	Palavras-chave
1	Evaluation of a game-based learning approach to support the digitalisation of production	Draghici V.P.	2020	14th European Conference on Game Based Learning, ECGBL 2020	Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation IPA	Germany	Conference Paper	0	Digital transformation; Digitalised production; Evaluation; Game-based simulation; Lean production; Simulation game
		Yesilyurt O.							
		Bauer D.							
		Körting L.							
2	BIM, augmented and virtual reality empowering lean construction management: A project simulation game	Dallasega P.	2020	10th Conference on Learning Factories, CLF 2020	Free University of Bozen-Bolzano	Italy	Conference Paper	16	Augmented Reality; Building Information Modeling; Business simulation game; Learning factory; Virtual Reality
		Revolti A.							
		Sauer P.C.							
		Schulze F.							
		Rauch E.							
3	Game-based learning to support the development from lean production to digitalised production	Yesilyurt O.	2019	13th International Conference on Game Based Learning, ECGBL 2019	Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation IPA	Germany	Conference Paper	5	Digital transformation; Digitalised production; Game-based simulation; Lean production; Simulation game
		Draghici V.P.							
		Bauer D.							
		Körting L.							
		Bildstein A.							
		Bauernhansl T.							
4	Karlstad lean factory: an instructional factory for game-based lean manufacturing training	De Vin L.J.	2017	Production & Manufacturing Research, 2017	Department of Engineering and Physics, Karlstad University	Sweden	Article	19	Experiential learning; industrial training; Lean manufacturing; serious gaming
		Jacobsson L.							
<i>Web of Science</i>									
5	Enhancing Learning Experience in Physical Action-orientated	Thiede B.	2017	7th Conference on Learning Factories,	Technische Universität	Germany	Article	8	Cyber-physical systems; engineering didactics;
		Posselt G.							

	Learning Factories Using a Virtually Extended Environment and Serious Gaming Approaches	Kauffeld S. Herrmann C.		CLF 2017	Braunschweig				experience-based learning; learning factory; production; serious gaming
<i>Catálogo de Teses e Dissertações da Capes</i>									
6	Desenvolvimento de jogo didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo: elevação da alvenaria estrutural	Mesquita, Victor Felix De	2014	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes	Universidade Federal de Sergipe	Brasil	Dissertação	6	Boas práticas; Atividades facilitadoras; Construção enxuta; Jogos e simulações
7	Construção de um sistema de gestão de materiais - MRP - Integrado ao Jogo de Empresas Mercado Virtual	Hotta, Gustavo Funayama	2015	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Brasil	Dissertação	2	Jogos (Administração); Planejamento; Controle de produção; Ensino; Aprendizagem; Management games
<i>Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)</i>									
8	Diretrizes baseadas no custeio Kaizen para melhoria do ciclo produtivo das habitações por meio de simulação computacional	Bueno, Raquel Franco	2017	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)	Universidade Federal de Goiás	Brasil	Dissertação	0	Gestão de custos na construção; Custeio Kaizen; Mentalidade Enxuta; Produtividade da mão de obra; Simulação computacional
9	O uso da abordagem Fuzzy-ahp e Fuzzy sets para facilitar a utilização da filosofia lean manufacturing em indústrias	Bueno, Wagner Pietrobelli	2017	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)	Universidade Federal de Santa Maria	Brasil	Dissertação	2	Conjuntos Fuzzy; FAHP; Produção; Tomada de decisão; Lean manufacturing
<i>Anais de Congresso (Entac)</i>									
10	Apresentação dos resultados da simulação de uma fábrica de montagem de canetas a luz dos conceitos da mentalidade enxuta	Adolfo Cesar Figueiredo Costa	2006	Entac 2006	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil	Artigo de Congresso	4	Jogos, mentalidade enxuta, simulação
		Jorge G. M. Bogado							
		Antônio Edésio Jungles							
	Luiz Fernando M. Heineck								
11	Aprendizado da técnica de programação da linha de balanço por meio de jogos didáticos	Marcelo D. Depexe	2006	Entac 2006	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil	Artigo de Congresso	4	Simulação; linha de balanço; aprendizado
		Juliana Bonacorso Dorneles							

		Sérgio L. Kemmer							
		João Paulo Silveira							
		Débora de Gois Santos			Universidade Federal de Sergipe				
		Luiz Fernando M. Heineck			Universidade Federal de Santa Catarina				
12	Montagem de carrinhos – aprendizado de conceitos da construção enxuta por meio de jogos didáticos	Juliana Bonacorso Dorneles	2006	Entac 2006	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil	Artigo de Coongresso	6	simulação; construção enxuta; aprendizado
		Marcelo D. Depexe							
		João Paulo Silveira							
		Fabio Corrêa Gasparetto							
		Luiz Fernando M. Heineck							
		Débora de Gois Santos							
13	Jogos didáticos utilizados como instrumentos no ensino de gestão da construção	Patricia Moreira Moura	2012	Entac 2012	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Brasil	Artigo de Congresso	1	Jogos Didáticos, Gerenciamento da Construção, Ensino de Arquitetura
		Luciana Ines Gomes Miron							
		Juliana Brito							
14	Jogo didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo: elevação da alvenaria estrutural	Mesquita, Victor Felix de	2014	Entac 2014	Universidade Federal de Sergipe	Brasil	Artigo de Congresso	1	Boas práticas, Atividades facilitadoras, Construção enxuta, Jogos e simulações
		Ramos Santos, Paulo Ricardo							
		Luduvise Neto, Pedro							
		Nascimento, Rafael da Silva							
		Santos, Débora de Gois							
15	Comparação entre sistema de produção puxado e Empurrado: jogo de montagem de casas com	Viana, M. R.	2018	Entac 2018	Universidade Federal de Sergipe	Brasil	Artigo de Congresso	1	Production system. Didactic games. Simulations.
		Tavares, J. M. A.							
		Carvalho, K. S.							

	blocos lego	Carvalho, I. A.							
		Santos Júnior, J. L. D.							
		Santos, P. R. R.							
		Santos, D. G.							
Anais de Congresso (Sibragec)									
16	Fábrica de canetas - aprendendo conceitos de produção a partir de jogos em equipe	João Paulo Silveira	2005	Sibragec 2005	Universidade de Santa Catarina	Brasil	Artigo de Congresso	6	Jogos, sistema de produção puxado, sistema de produção empurrado
		Marcelo D. Depexe							
		Fabio Corrêa Gasparetto							
		Juliana Bonacorso Dorneles							
		Luiz Fernando M. Heineck							
Débora de Gois Santos	Universidade Federal de Sergipe								
17	Jogo do andaime: discussões sobre o tempo de setup	Rafael Fernandes Silveira	2007	Sibragec 2007	Universidade Federal de Santa Catarina	Brasil	Artigo de Congresso	0	Jogo didático, setup, andaime
		Luiz Fernando Mählmann Heineck			Universidade Federal do Ceará				
18	Jogos e simulações para ensino de conceitos enxutos: mapeamento sistemático da literatura	Viana, Marina Ribeiro	2019	Sibragec 2019	Universidade Federal de Sergipe	Brasil	Artigo de Congresso	0	Lean construction, Engineering teaching, Games and simulations
		Santos, Paulo Ricardo Ramos							
		Santos, Débora de Gois							
		Lima, Renan Tenório de Araújo							
19	Uso de jogo para ensino de conceitos lean: percepção dos discentes	Viana, Marina Ribeiro	2021	Sibragec 2021	Universidade Federal de Sergipe	Brasil	Artigo de Congresso	0	Construção Enxuta, Sistema puxado, Sistema empurrado, Ensino, Jogos
		Santos, Débora de Gois							
		Santos, Paulo Ricardo Ramos							

Fonte: Autora (2022).