# IRREAL, EXTENUANTE OU INTRINCADO – 3 CONSIDERAÇÕES PARA UMA VISÃO CRÍTICA DE JOGOS NO ENSINO DE LEAN CONSTRUCTION E PLANEJAMENTO DE OBRAS

## Unreal, exhausting, or complex – 3 considerations for a critical view of games in teaching lean construction and project planning

**Luana de Jesus Souza**
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, Sergipe | luanaegcivil@gmail.com

**Amélia Gomes Nunes**
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, Sergipe | ameliaengenharia@gmail.com

**Pamella Menezes Teodósio**
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, Sergipe | pamellateodosio@gmail.com

**Taiane Aparecida Santos Torres**
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, Sergipe | taianeast@gmail.com

**Mayana Chagas Carvalho**
Hospital Universitário de Lagarto | Lagarto, Sergipe | mayanacc@gmail.com

**Henrique Rodrigues Santos**
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, Sergipe | rodrigues.euqirneh@gmail.com

**Débora de Gois Santos**
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, Sergipe | deboragois@academico.ufs.br

**Luiz Fernando Mahlmann Heineck**
Universidade Estadual do Ceará | Fortaleza, Ceará | luiz.heineck@uece.br

## RESUMO

Este trabalho faz uma revisão crítica da literatura sobre jogos voltados ao ensino de Planejamento de obras/*Lean Construction*, em específico usando os blocos do tipo Lego®. O problema investigado é que tais jogos, apesar de promoverem engajamento, podem apresentar baixo realismo em relação às práticas reais da construção, atividades manuais extenuantes e processos produtivos excessivamente simplificados, o que limita sua efetividade como ferramenta didática. Para abordar essa lacuna, foram definidos três critérios de análise – realismo das simulações, exaustividade das atividades manuais e complexidade das sequências produtivas – a partir de revisão sistemática e entrevistas com participantes de jogos anteriormente aplicados. O objetivo é identificar e analisar aspectos relevantes a serem considerados na proposição de novos jogos didáticos que representem melhor a realidade dos canteiros. Os resultados apontam que embora os jogos com Lego® promovam engajamento e favoreçam o aprendizado de conceitos fundamentais da construção enxuta, frequentemente apresentam modelos físicos simplificados e atividades repetitivas, o que pode comprometer a fidelidade às práticas reais do setor.

**Palavras-chave:** Jogos didáticos; Construção enxuta; Lego®; Planejamento de obra.

## ABSTRACT

*This study presents a critical literature review on educational games aimed at teaching Construction Planning and Lean Construction, with a specific focus on games that use Lego®-type blocks. The issue investigated is that, although such games promote engagement, they may exhibit low realism in relation to actual construction practices, involve strenuous manual activities, and feature overly simplified production processes, which limits their effectiveness as didactic tools. To address this gap, three analysis criteria were defined — realism of simulations, exhaustiveness of manual activities, and complexity of production sequences — based on a systematic literature review and interviews with participants of previously implemented games. The objective is to identify and analyze relevant aspects to be considered in the development of new educational games that more accurately represent real construction site conditions. The findings indicate that, although Lego®-based games foster engagement and support the learning of fundamental lean construction principles, they often rely on simplified physical models and repetitive tasks, which may compromise their fidelity to actual industry practices.*

**Keywords:** Serious games; Lean construction; Lego®; Construction planning.

# 1 INTRODUÇÃO

O descontentamento com o cenário da indústria construtiva, que ostenta, ao longo dos anos, baixos níveis de produtividade, custos excessivos e comprometimento do cronograma, força a uma reestruturação em seu modelo de produção (Erol; Dikmen; Birgonul, 2017). Derivada dos ideais que regem o Sistema Toyota de Produção (STP), despontou a construção enxuta sob a ótica de Lauri Koskela (1992) ao sugerir em "*Application of the new production philosophy to construction*" um novo modelo de gestão para o ambiente construtivo.

Essa nova filosofia de produção tem sido apontada como uma alternativa aos problemas enfrentados pelo setor, uma vez que seus princípios visam à maximização do valor pelo cliente, redução de perdas, promoção da melhoria contínua e cooperação entre todos os envolvidos no projeto (CBIC, 2025). Contudo, a sua implementação enfrenta barreiras, dentre as quais, a falta de compreensão dos princípios *lean* (Moradi; Sormunen, 2023).

O emprego de jogos tem se destacado como um recurso promissor à compreensão dos conceitos *lean*, tanto por profissionais quanto acadêmicos (Bhatnagar *et al*., 2021). Embora a chegada da pandemia tenha levado simulações presenciais da construção enxuta para o formato *on-line* (Rybkowski; Alves; Liu, 2021), uma revisão na literatura revelou experiências presenciais que têm se utilizado de peças Lego® para transmitir planejamento e/ou conceitos enxutos, a exemplo de González *et al.* (2015), Viana, Santos e Santos (2021) e Nunes *et al.* (2023). Os resultados indicaram que o uso de jogos com peças Lego® possibilitou a simulação de um ambiente de obra, visualização de práticas de um processo construtivo (Nunes *et al.*, 2023) e auxiliou a superar as barreiras de implementação do *Lean* na construção (González *et al*., 2015).

Embora como fundamentado, a aplicação de jogos reúna muitas características favoráveis, ao examinar alguns dos jogos com peças Lego® relatados na literatura, constata-se que grande parte possui duração superior a uma hora, o que pode torná-los, extenuante. Além disso, a pressão do tempo e as regras intrincadas podem, se não bem trabalhadas, desviar o foco do aprendizado para simplesmente "vencer o jogo". Da mesma forma, alguns não apresentam um aspecto visual realista, o que pode dificultar a visualização da tipologia construtiva associado a realidade.

Desta forma, este artigo realiza uma análise crítica de jogos didáticos baseados em peças Lego® que abordam os conceitos *Lean Construction* e do planejamento de obras, sob a perspectiva de três critérios centrais, **realismo** das simulações, a **exaustividade** das atividades manuais e a **complexidade** dos processos produtivos representados. Estes aspectos estão diretamente relacionados a desafios pedagógicos no ensino de *Lean*: o realismo assegura que o aprendizado seja transferível para situações reais; a exaustividade influencia o engajamento e a viabilidade didática; e a complexidade permite abordar adequadamente as interdependências presentes na produção civil. Assim, ao explorar esses critérios, busca-se fundamentar o desenvolvimento de jogos mais eficazes, que alinhem teoria e prática, qualificando a formação de futuros gestores e engenheiros.

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

As Simulações *Lean* têm se mostrado uma estratégia eficaz para o aprendizado dos princípios da filosofia *Lean*, permitindo a experimentação prática dos seus efeitos na otimização de processos (Cisterna *et al*., 2021). Nesse contexto, o uso de jogos como ferramenta de ensino-aprendizagem na Construção Enxuta tem ganhado destaque na literatura, por facilitar a compreensão de princípios, conceitos, abordagens e técnicas, além de possibilitar a simulação de diferentes cenários e resultados (Miron; Viana; Brandalise, 2024).

Essa abordagem encontra respaldo na aprendizagem experiencial, defendida por Kolb (1984) e James e Brookfield (2014), que propõem que vivenciar situações próximas à realidade favorece a internalização dos conceitos por meio da reflexão sobre a prática. Complementando essa perspectiva, estudos de design instrucional, como os de Gagné *et al.* (2005), ressaltam a importância da coerência entre objetivos, tarefas e feedback para o sucesso do processo educativo. Por sua vez, Sweller (1988) alerta para a necessidade de controlar a carga cognitiva, evitando sobrecarga mental, enquanto Dieckmann (2009) destaca que a fidelidade ao contexto simulado é fundamental para a transferência efetiva do aprendizado. Tais fundamentos justificam a escolha dos critérios propostos neste trabalho, que envolvem a análise do realismo, da carga cognitiva e da operacionalidade das tarefas.

Com base nesses pilares teóricos, diversos jogos têm sido aplicados no ensino *Lean*, demonstrando diferentes enfoques práticos. O LEBSCO, desenvolvido por González *et al.* (2015), utiliza a montagem de casas com Lego® para comparar abordagens tradicional e lean, evidenciando ganhos de eficiência. Já o Villego® (Ballard; Howell, 1998) foca no Last Planner System®, promovendo o entendimento por meio de

rodadas que contrastam planejamento empurrado e puxado, destacando os benefícios do planejamento puxado na redução de incertezas. Além disso, Bhatnagar e Devkar (2021) propõem um jogo que simula práticas *lean* como 5S, Kanban e Heijunka Box, ilustrando progressivamente seu impacto no fluxo de trabalho.

Entretanto, os objetivos de aprendizagem desses jogos variam significativamente. Enquanto alguns visam a assimilação de conceitos gerais da filosofia lean, outros focam no desenvolvimento de habilidades específicas, como o planejamento detalhado ou a demonstração da eficiência do Last Planner System®. A ausência de explicitação clara desses objetivos na literatura dificulta a avaliação crítica dos critérios aplicados, já que diferentes finalidades demandam níveis distintos de realismo e complexidade. Por exemplo, um jogo voltado para a introdução conceitual pode prescindir de alta fidelidade física, enquanto jogos focados no planejamento operacional requerem simulações mais próximas do ambiente real de obra.

Considerando o contexto atual da construção civil, marcado pela crescente adoção de tecnologias como a pré-fabricação (Kirschke; Sietko, 2021) e pela necessidade de planejar obras cada vez mais complexas, torna-se ainda mais crucial o desenvolvimento de jogos que representem adequadamente esses desafios. Por isso, este estudo adota como critérios centrais de análise o realismo (fidelidade ao contexto), a exaustividade (carga cognitiva e esforço manual) e a complexidade (grau de interdependência dos processos), alinhando-os tanto aos fundamentos da aprendizagem experiencial e do design instrucional quanto às demandas reais do setor.

## 3 MÉTODO DA PESQUISA

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, fundamentada na coleta e interpretação de opiniões e percepções de um grupo intencionalmente selecionado com base em critérios específicos, conforme especificado por Vieira (2009). Essa abordagem buscou compreender fenômenos em profundidade e captar a complexidade das experiências individuais no contexto investigado.

O delineamento metodológico foi estruturado em duas etapas. A primeira consistiu em uma revisão sistemática da literatura. Segundo Gil (2008), esse tipo de revisão caracteriza-se por um levantamento metódico de informações já publicadas, com o propósito de mapear e analisar criticamente o estado atual do conhecimento sobre determinado tema. Assim, selecionou-se estudos que abordaram o uso de jogos baseados em peças Lego®, ou peças similares, aplicados ao ensino e treinamento na área de gestão da construção. A análise crítica do material coletado objetivou identificar lacunas, limitações e aspectos que demandam aprimoramento nos jogos desenvolvidos sob essa perspectiva.

O levantamento dos trabalhos foi conduzido por meio de buscas nas bases de dados da Scopus®, Web of Science® e Scielo®, além de anais de congressos nacionais da área, como o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) e o Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC). As estratégias de busca foram direcionadas pela utilização de palavras-chave relacionadas aos temas jogos didáticos com Lego®, construção enxuta e gestão da construção, combinadas por operadores booleanos, visando retornar publicações alinhadas ao escopo da pesquisa.

Como critério de inclusão, considerou-se apenas os trabalhos que apresentavam, de forma central e estruturada, a concepção, aplicação ou análise de um jogo específico. Foram excluídas da amostra as publicações que apenas faziam menções genéricas ao uso de jogos ou que abordavam o tema de forma tangencial, sem descrever um jogo propriamente dito, bem como os trabalhos que não possuíam acesso livre.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na realização de entrevistas (ver Quadro 1) estruturadas com indivíduos que já haviam participado de jogos didáticos anteriores envolvendo o uso de Lego®, aplicadas por estes autores. O objetivo foi compreender as percepções desses participantes quanto à pertinência dos três aspectos considerados e verificados na literatura, tais como a falta de realismo, a exaustividade e a complexidade das dinâmicas dos jogos. A análise das entrevistas permitiu avaliar a relevância desses aspectos para o desenvolvimento de jogos mais adequados às finalidades didáticas no campo da gestão da construção.

**Quadro 1:** Perguntas direcionadas a praticantes de jogos didáticos com LEGO®.

| Nº | PERGUNTAS |
|---|---|
| 1 | Na sua opinião, a semelhança entre o elemento construído no jogo e uma edificação real é um aspecto relevante para o aprendizado? |
| 2 | Na sua opinião, as técnicas de produção simuladas nos jogos se assemelham às práticas mais atuais do mercado da construção civil? |
| 3 | Você considera que as sequências produtivas nos jogos estão simplificadas em excesso? |
| 4 | Na sua opinião, as montagens manuais e repetitivas realizadas nos jogos podem tornar o processo cansativo? |
| 5 | Comentários gerais e sugestões. |

**Fonte**: Autores (2025).

Paralelamente à aplicação dessas questões, foram considerados registros de comentários de participantes obtidos em aplicações anteriores dos jogos didáticos desenvolvidos por estes autores, coletados por meio de questionários. Os jogos aplicados incluíram o LEBSCO (González *et al.*, 2015), o Circular Village (Teodósio *et al.*, 2024) e o Plano Enxuto (Nunes *et al.*, 2024). Além disso, foram incorporadas informações provenientes de observações diretas realizadas pelos pesquisadores durante essas dinâmicas de aplicação, com o intuito de aprofundar a análise dos três aspectos centrais investigados.

## 4 RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos na busca, foram selecionadas 14 publicações que atenderam aos critérios estabelecidos na metodologia. Após a sistematização dos dados, apresenta-se no Quadro 2 a listagem dos estudos, contendo: título do artigo, autores, ano de publicação e periódico ou congresso em que foi publicado.

**Quadro 2:** Levantamento de jogos com LEGO® aplicados ao contexto da construção enxuta.

| Nº | TÍTULO | AUTORES | ANO | PUBLICADO EM: |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Gamificação no ensino da engenharia civil: comparativo entre discentes iniciantes e avançados | NUNES, A. G. *et al.* | 2024 | ENTAC |
| 2 | Gestão sustentável na construção: integrando práticas de economia circular | TEODÓSIO, P. *et al.* | 2024 | ENTAC |
| 3 | Uso de jogo em lego™ como ferramenta de ensino de gestão de obras: uma experiência de discentes de mestrado da UFS | NUNES, A. G. *et al.* | 2023 | SIBRAGEC |
| 4 | *Development and testing of a simulation game on waste elimination using lean practices* | BHATNAGAR, S.; DEVKAR, G. | 2021 | IGCL |
| 5 | Jogos didáticos para ensino de linha de balanço na engenharia civil | OLIVEIRA, B.B. *et al.* | 2020 | *Research, society and development* |
| 6 | Comparação entre sistema de produção puxado e empurrado: jogo de montagem de casas com blocos lego | VIANA, M. R. *et al.* | 2018 | ENTAC |
| 7 | RBL-PHP: *Simulation of Lean Construction and Information Technologies for Prefabrication Housing Production* | LI, X. *et al.* | 2018 | *Journal of Management in Engineering* |
| 8 | LEBSCO: *lean-based simulation game for construction management classrooms* | GONZÁLEZ, V. A. *et al.* | 2015 | *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice* |
| 9 | Proposta didática para comparação entre métodos de planejamento tradicionais e *lean* | POGET, M.; GRANJA, A.D. | 2015 | SIBRAGEC |
| 10 | *Using the Villego simulation to teach the last planner system* | WARCUP, R.; TEEDVE, E. | 2014 | *Lean Construction Journal* |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | LEAPCON: *simulation of lean construction of high-rise apartment buildings* | SACKS, R.; ESQUENAZI, A.; GOLDIN, M. | 2007 | *Journal of Construction Engineering and Management* |
| 12 | Aprendizado da técnica de programação da linha de balanço por meio de jogos didáticos | DEPEXE, M. D. *et al.* | 2006 | ENTAC |
| 13 | Montagem de carrinhos – aprendizado de conceitos da construção enxuta por meio de jogos didáticos | DORNELES, J. B. *et al.* | 2006 | ENTAC |
| 14 | Discussão de princípios da *lean production* através de um jogo didático | SAFFARO, F. A. *et al.* | 2003 | SIBRAGEC |

**Fonte**: Autores (2025).

Considerando que a revisão da literatura teve como objetivo reunir o maior número possível de jogos enquadrados no contexto proposto neste estudo, buscou-se caracterizá-los de modo a permitir a extração de parâmetros alinhados aos três eixos de análise definidos na pesquisa. Para tanto, foram selecionados os seguintes aspectos descritivos: tempo de jogo, número de rodadas, teorias ou conceitos abordados, protótipo utilizado, número de participantes e aplicação do jogo. As informações foram organizadas no Quadro 3, no qual a primeira coluna identifica o trabalho analisado por meio do código numérico atribuído no Quadro 2.

**Quadro 3:** Caracterização dos jogos com LEGO® aplicados ao contexto da construção enxuta.

| ARTIGO | TEMPO DE JOGO | Nº DE RODADAS | TEORIA / CONCEITOS | PROTÓTIPO | Nº DE PARTICIPANTES | APLICAÇÃO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2h | 2 | Linha de Balanço | 16 casas | 6 | Ensino |
| 2 | 2h 30min | 1 | Economia Circular; Sustentabilidade | 1 casa | 6 | Ensino |
| 3 | 1h 30min | 1 | Gestão da Construção; Variabilidade de Fluxo | 1 casa | 4 | Ensino |
| 4 | 1h 5min | 3 | 5S, *Supermarket*, Kanban, *Heijunka Box;* planejamento puxado | 8 modelos simbólicos | 8 | Ensino |
| 5 | 15min | 1 | Linha de Balanço; Kanban | 4 casas | 5 | Ensino |
| 6 | NI | 5 | Sistema puxado/empurrado; gestão da produção na construção | 6 casas | 6 | Ensino |
| 7 | 2h 20min | 2 | Construção Enxuta | 4 edifícios | 8 | Ensino e Treinamento |
| 8 | 1h 31min | 2 | LPS® | 9 casas | 8 | Ensino e Treinamento |
| 9 | NI | 2 | Linha de Balanço | 6 modelos simbólicos | 6 | Ensino |
| 10 | 6h | 2 | LPS® | 1 casa | ≈10 | Ensino e Treinamento |
| 11 | NI | 2 | Construção enxuta | 32 modelos simbólicos | ≈10 | Ensino e Treinamento |
| 12 | NI | 1 | Linha de Balanço | 16 casas | 5 | Ensino |
| 13 | NI | 2 | Construção enxuta | 39 carrinhos | 15 | Ensino |
| 14 | 2h | 3 | Gestão da produção; Kanban | 15 casas | 8 | Ensino |

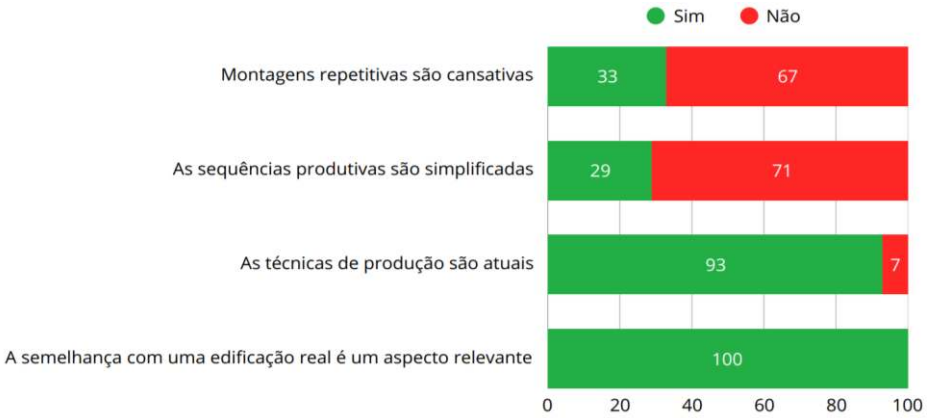
**NI:** Não Identificado

**Fonte**: Autores (2025).

Os protótipos mais comuns são casas simplificadas, muitas vezes sem correspondência direta com sistemas construtivos reais, e apenas o jogo abordado no estudo de Li *et al.* (2018) simula a construção de edifícios. Essas observações permitem concluir que os jogos analisados apresentam uma padronização de características, especialmente quanto à simplificação dos modelos simulados e à repetição de atividades.

No contexto da perspectiva dos participantes de alguns dos jogos analisados, foram entrevistados 15 indivíduos que vivenciaram a experiência com ao menos um dos jogos identificados neste estudo. Os respondentes limitaram-se a indicar concordância ou discordância em relação às assertivas apresentadas no Quadro 1, não sendo registrados comentários ou sugestões para aprimoramento dos jogos. Os resultados encontram-se sintetizados na Figura 1.

**Figura 1:** Distribuição percentual das respostas às perguntas sobre jogos didáticos com Lego®.




**Fonte**: Autores (2025).

No que se refere ao aspecto do realismo nos jogos didáticos, todos os entrevistados concordaram que a semelhança entre o elemento construído no jogo e uma edificação real constitui um fator relevante para a efetividade do processo de aprendizagem (Figura 1). No entanto, observa-se na literatura a existência de jogos cuja representação física construída não guarda correspondência significativa com edificações reais, como os jogos abordados por Bhatnagar e Devkar (2021), Poget e Granja (2015), Sacks, Esquenazi e Goldin (2007) e Dorneles *et al.* (2006).

Grande parte dos jogos analisados apresenta restrição a uma única tipologia de processo construtivo, predominantemente a alvenaria estrutural. Nesse contexto, no estudo de Nunes *et al.* (2023), os participantes da dinâmica sugeriram a expansão do jogo para abarcar outros processos e etapas construtivas. Observou-se, ainda, que as peças Lego® apresentam limitações físicas inerentes, que permitem a simulação da montagem de blocos, mas não possibilitam a representação adequada de sistemas construtivos amplamente empregados na construção civil, a exemplo de estruturas metálicas, concreto pré-moldado e concreto moldado *in loco*.

Consequentemente, esses jogos tendem a concentrar-se predominantemente em alguns aspectos conceituais da gestão dos processos produtivos, o que, embora relevante, pode comprometer a abrangência dos conteúdos trabalhados e limitar a transferência de conhecimento técnico mais diversificado aos participantes.

Apesar das limitações apontadas, 93% dos entrevistados indicaram que as técnicas produtivas simuladas nos jogos representam práticas atualizadas do setor da construção civil. Esse resultado evidencia que os jogos empregados no contexto do ensino de planejamento e gestão de obras conseguem representar, de forma satisfatória, as condições produtivas esperadas pelos participantes. No entanto, aplicações anteriores realizadas por estes autores revelaram que alguns entrevistados sugeriram aprimoramentos nos jogos, tais como a inclusão de um maior número de etapas, a simulação de obras de maior porte e a incorporação de diferentes tipologias construtivas.

Dentre essas, destacou-se a menção à construção modular por um dos participantes da dinâmica do jogo “Plano Enxuto” (Nunes *et al.*, 2024). Tais sugestões demonstram consonância com práticas emergentes do setor, caracterizadas pela intensificação de empreendimentos verticais e pela crescente adoção de sistemas pré-fabricados (Kirschke; Sietko, 2021), contribuindo, assim, para uma maior aproximação entre o ambiente simulado e o contexto real dos canteiros de obras.

Quanto ao aspecto intricado, inerente aos processos produtivos no contexto da construção civil, é compreensível que os jogos didáticos, por sua natureza de simulação em escala reduzida e caráter lúdico, não consigam reproduzir integralmente as sequências operacionais observadas em obras reais. Ainda assim,

quase 30% dos respondentes consideram que as sequências produtivas representadas nos jogos estão excessivamente simplificadas (Figura 1), o que pode comprometer a aderência das simulações às condições práticas do ambiente de obra.

Nesse encadeamento, Sacks, Esquenazi e Goldin (2007) mencionaram que o jogo de simulação analisado se mostrou mais adequado como ferramenta instrucional de caráter educativo do que como plataforma de experimentação, sobretudo por ignorar diversas atividades reais que extrapolam o escopo simulado. De forma semelhante, Drevland (2022) analisou o LPS® como um sistema complexo, composto por múltiplos elementos interdependentes e que o jogo Villego® adota uma versão altamente simplificada desse sistema, justificada pela limitação de tempo para aplicação.

Em relação ao aspecto extenuante das atividades com o uso de peças Lego®, um terço dos respondentes concordou que a repetição de montagens manuais pode tornar o processo cansativo. Tal característica está diretamente relacionada à natureza intrínseca desse tipo de material, uma vez que o aumento da complexidade dos empreendimentos simulados e o número elevado de rodadas, embora potencialmente benéficos para o processo de aprendizagem, tendem a intensificar o esforço físico requerido dos participantes. Esse fator já havia sido apontado em aplicações anteriores, nas quais alguns participantes relataram o cansaço físico como um elemento limitador da experiência.

Sob essa perspectiva, o estudo de Oliveira *et al.* (2020) analisou os tempos de execução das tarefas considerando a relação entre o efeito aprendizagem (redução do tempo para realização da mesma tarefa) e a fadiga (aumento do tempo pela repetição). Os autores observaram que, dentre as seis tarefas analisadas, uma apresentou efeito de fadiga, o que sugere que o excesso de atividades pode comprometer o desempenho e tornar o processo mais desgastante.

Diante desses resultados, considera-se que o uso complementar de impressoras 3D pode representar uma alternativa viável para ampliar a variedade de tipologias construtivas simuladas. A possibilidade de incorporar componentes pré-moldados nas simulações contribuiria não apenas para aumentar a proximidade entre o ambiente acadêmico e as práticas atuais do setor da construção civil, mas também para reduzir o caráter extenuante das atividades lúdicas, promovendo maior equilíbrio entre realismo construtivo e viabilidade didática.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar criticamente o uso de jogos didáticos baseados em peças Lego® no ensino de *Lean Construction* e planejamento de obras, com foco em três aspectos fundamentais: o realismo das simulações, a exaustividade das atividades manuais e a complexidade dos processos produtivos representados. Através de revisão sistemática da literatura e entrevistas com participantes dos jogos aplicados, buscou-se avaliar a aderência dos jogos existentes à realidade do canteiro de obras, bem como identificar oportunidades de aprimoramento didático-pedagógico.

Os principais resultados indicaram que, embora os jogos com Lego® promovam engajamento e favoreçam o aprendizado de conceitos fundamentais da construção enxuta, frequentemente apresentam modelos físicos simplificados e atividades repetitivas que podem comprometer a fidelidade às práticas reais do setor. Constatou-se ainda uma predominância de simulações baseadas em construções unifamiliares, limitando a representatividade de outras tipologias, como os edifícios verticais, cuja complexidade exige planejamento mais rigoroso e técnicas construtivas diversificadas, como a pré-fabricação. Cerca de um terço dos participantes apontou a exaustividade das atividades como um elemento limitador da experiência formativa.

Como perspectiva para trabalhos futuros, propõe-se o desenvolvimento de um jogo didático que integre de forma articulada os três aspectos abordados e problematizados neste estudo: o realismo das simulações, a complexidade inerente aos processos construtivos e a moderação quanto à exaustividade das atividades propostas. Para isso, sugere-se a combinação do uso de peças Lego® com componentes produzidos por meio de impressão 3D, de modo a enriquecer e permitir a representação de outras técnicas construtivas. Tal abordagem visa aproximar o ambiente simulado das práticas atuais observadas nos canteiros de obras, contribuindo para a qualificação da formação de gestores em exercício ou em processo de formação no setor da construção civil.

## REFERÊNCIAS

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, p. 11-17, 1998.

BHATNAGAR, S.; DEVKAR, G. Development and testing of a simulation game on waste elimination using lean practices. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 29th, 2021, Lima, Peru. **Proceedings [...]** Lima, Peru, 2021. p. 330–339. DOI: https://doi.org/10.24928/2021/0190. Acesso em: 30 abr. 2025.

CBIC. CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Lean Construction, metodologia leva eficiência e resultados para o setor de construção civil brasileiro**. [S.l.], 2025. Disponível em: https://cbic.org.br/artigo-lean-construction-metodologia-leva-eficiencia-e-resultados-para-o-setor-de-construcao-civil-brasileiro/. Acesso em: 07 mai. 2025.

CISTERNA, D.; HERGL, M.; OPRACH, S.; HAGHSHENO, S. **Digitalization of lean learning simulations:** teaching lean principles and last planner® system. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.24928/2021/0136. Acesso em: 30 abr. 2025.

DEPEXE, M. D.; DORNELES, J. B.; KEMMER, S. L. Aprendizado da técnica de programação da linha de balanço por meio de jogos didáticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUIDO, XI, 2006, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis, 2006, 10 p.

DIECKMANN, P. (Ed.). Simulation settings for learning in acute medical care. In: DIECKMANN, P. (org.). **Using simulations for education, training and research.** Lengerich: Pabst Science Publishers, 2009. p. 40–138.

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: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XI, 2006, Florianópolis. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC 2006.

DREVLAND, F. Teaching University Students the Last Planner System Through Learning-by-Doing. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 30th, 2022, Alberta, Canadá, **Proceedings [...]** Alberta, Canadá, 2022. Disponível em: <https://iglc.net/papers/Details/2017>. Acesso em: 6 maio. 2025

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

GAGNÉ, R. M.; WAGER, W. W.; GOLAS, K. C.; KELLER, J. M. **Principles of instructional design.** 5. ed. Belmont: Wadsworth/Thomson Learning, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. Cidade: Editora Atlas SA, 2008.

GONZÁLEZ, V. A.; OROZCO, F.; SENIOR, B.; INGLE, J.; FORCAEL, E.; ALARCÓN, L. F. LEBSCO: Lean-Based Simulation Game for Construction Management Classrooms. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 141, n. 4, p. 04015002, out. 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022:** Cerca de oito a cada dez pessoas moravam em casas, mas cresce proporção de moradores em apartamentos. [S.l.], 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39239-censo-2022-cerca-de-oito-a-cada-dez-pessoas-moravam-em-casas-mas-cresce-proporcao-de-moradores-em-apartamentos. Acesso em: 07 mai. 2025.

JAMES, A.; BROOKFIELD, S. D. **Engaging imagination:** helping students become creative and reflective thinkers. San Francisco: Jossey-Bass, 2014.

KIRSCHKE, P.; SIETKO, D. The Function and Potential of Innovative Reinforced Concrete Prefabrication Technologies in Achieving Residential Construction Goals in Germany and Poland. **Buildings**, v. 11, n. 11, p. 533, 2021. DOI: 10.3390/buildings11110533. Disponível em: https://doi.org/10.3390/buildings11110533. Acesso em: 7 mai. 2025.

KOLB, D. A. **Experiential learning:** experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.

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

LI, X.; SHEN, G. Q.; WU, P.; FAN, H.; WU, H.; TENG, Y. RBL-PHP: Simulation of Lean Construction and Information Technologies for Prefabrication Housing Production. **Journal of Management in Engineering**, v. 34, n. 2, p. 04017053, mar. 2018.

MIRON, L. I. G.; VIANA, D. D.; BRANDALISE, F. M. P. Serious games: evolution of applications as a teaching technique for the Lean Construction community. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 24, e131759, jan./dez. 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ac/a/ZdvSQCXjrghLgBJ6FkzyVJc/?lang=en&format=pdf. Acesso em: 3 maio 2025.

MOLISANI, A. L. Evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro. **Educação e Pesquisa**, v. 43, p. 467-482, 2016.

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

NUNES, A. G.; SOUZA, L. J.; TEODÓSIO, P. M.; TORRES; T. A. S.; SANTOS, D. G. Uso de jogo em Lego™ como ferramenta de ensino de gestão de obras: uma experiência de discentes de mestrado da UFS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

NUNES, A. G., et al. Gamificação no Ensino da Engenharia Civil: Comparativo entre Discentes Iniciantes e Avançados. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2024.

OLIVEIRA, B. B. D.; HEINECK, L. F. M.; CIRINO, M. A. G.; MORAIS, J. M. P. D.; SILVA, E. M. D.; BARBOZA, E. N.; PEREIRA, S. L. D. O. Jogos didáticos para ensino de linha de balanço na Engenharia Civil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e525974425, 25 maio 2020.

POGET, M.; GRANJA, A. D. Proposta didática para comparação entre métodos de planejamento tradicionais e lean. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 9, 2015, São Carlos, **Anais […]** São Carlos: ANTAC, 2015. 9 p.

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

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

SACKS, R.; ESQUENAZI, A.; GOLDIN, M. LEAPCON: Simulation of Lean Construction of High-Rise Apartment Buildings. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 7, p. 529–539, jul. 2007.

SAFFARO, F.A. et al. Discussão de princípios da *Lean Production* através de um jogo didático. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, III, 2023, São Carlos. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2003.

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988. DOI: https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4.

TEODÓSIO, P. et al. Gestão sustentável na Construção: integrando práticas da Economia Circular. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20, 2024, Maceió. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2024.

VIANA, M. R.; TAVARES, J. M. A.; CARVALHO, K. S.; CARVALHO, I. A.; SANTOS JÚNIOR, J. L. D.; SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. G. Comparação entre sistema de produção puxado e empurrado: jogo de montagem de casas com blocos Lego. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

VIANA, M. R. SANTOS, D. G.; SANTOS, P. R. R. Uso de jogo para ensino de conceitos lean: percepção dos discentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12, 2021, Maceió. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/423. Acesso em: 2 out. 2021.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionário.** 6. ed. Cidade: Editora Atlas SA, 2009.

VILLEGO®. **Villego®:** Last Planner® simulation instruction manual. [S.l.]: Villego, 2013.

XIE, Linlin; CHEN, Yajiao; CHANG, Ruidong. Scheduling optimization of prefabricated construction projects by genetic algorithm. **Applied Sciences**, v. 11, n. 12, p. 5531, 2021. DOI: 10.3390/app11125531. Disponível em: https://doi.org/10.3390/app11125531. Acesso em: 7 maio 2025.

WARCUP, R.; REEVE, E. Using the villego® simulation to teach the last planner® system. **Lean Construction Journal**, v. 2014, p. 1-15, 2014.