Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1]USO DE JOGO EM LEGO™ COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE GESTÃO DE OBRAS: UMA EXPERIÊNCIA DE DISCENTES DE MESTRADO DA UFS

Use of Lego™ game as a teaching tool for construction management: an experience with UFS master's students

Amélia Gomes Nunes
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, SE | amelia.iedf8@gmail.com

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

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

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

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

RESUMO

O uso de jogos como abordagem prática na área de gestão tem se mostrado uma ferramenta eficiente para a aprendizagem na construção, especialmente quando baseados na abordagem enxuta, pois tais jogos visam disseminar a mentalidade de eliminação de perdas. Sendo assim, diante do desafio de fornecer uma formação prática para alunos de mestrado, analisar a consolidação das habilidades em antecipações gerenciais e na redução da variabilidade no fluxo, ao aplicar um jogo em Lego™ para ensino da gestão da construção. Para tal fim, foram empregadas duas metodologias de pesquisa: um mapeamento sistemático da literatura, a fim de verificar a perspectiva de trabalhos futuros; bem como a aplicação de um jogo com posterior verificação dos conceitos fixados. Por conseguinte, foi constatado uma perspectiva de crescimento na área de pesquisa de jogos de simulação para ensino, com um pico de publicações no ano de 2021, possivelmente devido ao surgimento da comunidade *Administering and Playing Lean Simulations Online* (APLSO), no referido ano. Enquanto na aplicação do jogo, os estudantes demonstraram preocupação com tempo, orçamento e qualidade, o que permitiu compreender os processos e refletir sobre pontos de melhoria. Essas verificações confirmaram o potencial do jogo como ferramenta de ensino de gestão da construção.

Palavras-chave: Jogos didáticos; Simulação; Construção enxuta; Gestão de obras; Lego™.

ABSTRACT

*The use of games as a practical approach in the management area has proven to be an efficient tool for learning in construction, especially when based on lean approach, as such games aim to disseminate the mindset of eliminating waste. Therefore, faced with the challenge of providing practical training for master's students, this study aim to analyze the consolidation of competences in managerial anticipations and in the reduction of variability in the flow, applying a Lego™ game to teach construction management. For that, two research methodologies were employed: a systematic literature mapping to verify the perspective of future works, as well as the application of a game with subsequent verification of fixed concepts. Consequently, a perspective of growth was observed in the research area of simulation games for teaching, with a peak of publications in the year 2021, possibly due to the emergence of the Administering and Playing Lean Simulations Online (APLSO) community in that year. During the game application, students demonstrated concern with time, budget, and quality, which allowed them to understand the processes and reflect on improvement points. These verifications confirmed the potential of the game as a teaching tool for construction management***.**

Keywords: *Didactic games; Simulations; Lean construction; Construction management; Lego™.*

1 INTRODUÇÃO

Desde o final dos anos 1950 os jogos têm sido utilizados em salas de aula e em organizações, e no Brasil, essa prática tornou-se mais frequente a partir de 1998 (ROMANEL, 2009). Para o referido autor, o ensino por meio de jogos promove um ambiente agradável e atrativo, o que estimula o desenvolvimento dos

[1]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.

participantes, indispensável em qualquer ambiente que necessite de aplicações práticas para o ensino, a exemplo da construção civil.

Nesse sentido, acredita-se que os jogos de simulação em gestão são ferramentas altamente eficientes para a aprendizagem prática, tanto para estudantes quanto para profissionais da construção, ao permitir uma experiência imersiva e realista (FORCAEL et al., 2012). Ao falar de gestão, é comum fazer referência às práticas enxutas propostas por Koskela em 1992, que se baseiam na mentalidade de eliminação de perdas na construção, visando aumentar o desempenho produtivo.

Tommelein et al. (1999) destacaram a utilização da simulação como meio de disseminação da mentalidade de eliminação de perdas na construção, ao evidenciar as melhorias que podem ser alcançadas pela redução da variabilidade do fluxo de trabalho. Essa abordagem une a teoria enxuta com a prática de jogos educativos, com a visão de difundir essa mentalidade enxuta entre os profissionais e estudantes da construção.

Haja vista que grande parte dos estudantes de pós-graduação não possuem experiência profissional, entretanto detém conhecimento teórico, e ao considerar os benefícios e limitações dos jogos aplicados no contexto de ensino, este trabalho teve como propósito analisar a consolidação das habilidades em antecipações gerenciais e na redução da variabilidade no fluxo, ao aplicar um jogo em Lego™ para ensino da gestão da construção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Construção enxuta

A competitividade que cerca a indústria da construção (HUAMAN-OROSCO; ERAZO-RONDINEL; HERRERA, 2022), bem como os desafios que a regem, dentre eles, a falta de cumprimento ao calendário previsto, perda de materiais, orçamentos extrapolados e fluxos complexos, têm corroborado para a mudança do setor, e a filosofia *Lean*, também chamada de construção enxuta, tem ganhado visibilidade (BHATNAGAR; DEVKAR, 2021).

A construção enxuta tem como princípio fundamental a eliminação das atividades que não agregam valor ao produto final (KOSKELA, 1992). De acordo com um estudo realizado por Amaral et al. (2019), as perdas por improvisação se destacam por serem capazes de gerar outras perdas, e a maioria está relacionada ao planejamento de curto prazo, logística e projetos, e impactam consideravelmente na necessidade de retrabalho e no desperdício de material.

De acordo com Tommelein (2015), a construção enxuta transformou os paradigmas da indústria da construção ao abordar uma nova mentalidade na concepção e gerenciamento de projetos. Um dos objetivos de aplicar a abordagem *Lean* na construção é ter uma compreensão ampla da dinâmica produtiva, por meio das interações entre as diferentes etapas do processo e a variação que ocorre ao longo do fluxo de materiais, que ocorre no desencadeamento das cadeias de suprimento e composição de cada projeto (JACOBSEN; STRANGE; TEIZER, 2021).

2.2 Ensino de gestão da construção

Lucko e Senior (2022) versam que a gestão da construção é uma disciplina que une princípios de planejamento, engenharia e gerenciamento de projetos ao logo de todo o ciclo. De acordo com os referidos autores, o ensino dessa disciplina envolve diversos métodos, tais como exercícios em equipe, jogos sérios, trabalhos de projetos, palestras, experimentos e visita a campo.

Haja vista que a abordagem meramente teórica não é suficiente para fornecer as habilidades necessárias para a prática da engenharia, é essencial incentivar a adoção de metodologias alternativas, com estímulo de atividades práticas, trabalho em equipe e desenvolvimento do pensamento criativo, a fim de desenvolver nos estudantes habilidades gerenciais e capacidade de tomada de decisão (ESTEVES et al., 2016; MORAES; CARDOSO, 2018; FREITAS; FORTES, 2020).

Nesse encadeamento, os docentes que atuam no ensino superior, na esfera da gestão da construção, adotam abordagens interativas para promover o desenvolvimento do pensamento crítico e fomentar a reflexão acerca da aplicabilidade dos princípios *Lean* (ALVES et al., 2016). Nesse contexto, Herrera et al.

(2019) afirmaram ser comum que estudantes não compreendam como os princípios da construção enxuta podem ser aplicados apenas através de aulas expositivas; por esse motivo, é recomendável combinar métodos de ensino, como jogos, com a explicação teórica para facilitar a compreensão.

Pellicer e Ponz-Tienda (2014) implementaram com sucesso um curso de *Lean Construction* em um programa de mestrado em Engenharia Civil, na área de Planejamento e Gestão, na Espanha. A metodologia utilizada incluiu leituras, discussões, jogos e um projeto com o sistema *Last Planner*™ e obtiveram êxito na transmissão dos conceitos para os participantes, incluindo aqueles sem conhecimento prévio do assunto, que avaliaram positivamente o curso. Portanto, a simulação por meio do uso de jogos é usada com frequência como ferramenta pedagógica, com a finalidade de transmitir um conceito ou experiência limitada na indústria da construção (RYBKOWSKI et al., 2018).

2.3 Uso de jogos e simulações na engenharia

É notável na literatura, especialmente no campo de pesquisa da construção enxuta, que os jogos educacionais nos formatos físico e digital são amplamente utilizados atualmente como estratégia de ensino na área da construção (LIMA; LOPES, 2021). Como comprovação dessa afirmação, Rybkowski et al. (2021) relataram o desenvolvimento de uma comunidade internacional *on-line* intitulada *Administering and Playing Lean Simulations Online* (APLSO), que surgiu durante o cenário global da pandemia da COVID-19.

O investimento nessa área de pesquisa pode ser atribuído ao emprego de jogos como uma ferramenta de aprendizagem na engenharia, com a visão de motivar, promover experiência prática e instigar competência gerencial (MORAES; CARDOSO, 2018). Nesse enquadramento, Rybkowski et al. (2021) afirmaram que as simulações aumentam a confiança dos praticantes e instrutores do *Lean*, pois permitem testar e validar decisões de processo com antecedência, reduzindo o risco de erros na aplicação prática.

O uso de jogos pode servir tanto para introduzir conteúdo, como para reforçar conceitos importantes. Leite et al. (2017) explicitaram a experiência de um jogo didático cujo objetivo é correlacionar conceitos da construção enxuta e seu respectivo significado, dado que o pensamento *Lean* abrange vasto conhecimento de gestão, e muitas vezes seus termos e ferramentas não são compreendidos por completo.

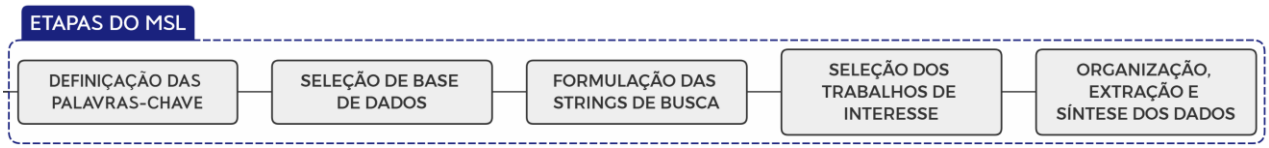
Burch e Smith (2019) relataram o potencial do uso de simulações/jogos como ferramenta de ensino entre o público mais jovem, por seguirem um modelo muito difundido entre eles, os videogames. Os autores ainda afirmam que essa metodologia de ensino aplicada ao *lean* permite *feedback* instantâneo e essa autorrealização no local da prática é uma característica importante para os jovens, que se familiarizam com o aprendizado por meio da visualização. Os autores finalizam destacando que o impacto dessas ferramentas de ensino será maior à medida que o *lean* e a qualidade sejam vistos como aspectos chave para o sucesso da produção.

3 METODOLOGIA

3.1 Pesquisa Bibliométrica

Com a finalidade de compreender o cenário em que a temática deste trabalho está inserida, foi produzido um mapeamento sistemático da literatura (MSL), seguido de pesquisa bibliográfica, conforme delineamento representado graficamente na Figura 1.

Figura 1: Delineamento da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Melo, Granja e Ballard (2013)

Conforme o procedimento metodológico apresentado, foram definidas as palavras-chave em afinidade com o tema: construção enxuta (*lean construction*), gestão (*management*), engenharia (*engineering*), jogos didáticos (*didactic games*), simulação (*simulation*), ensino (*teaching*) e aprendizado (*learn*).
De posse dos termos de busca, foram estabelecidos critérios de refinamento, incluindo publicações do tipo artigos, artigos de conferências, artigos de congressos e teses e dissertações, com período de interesse

compreendido entre 2013 e 2023, o período de 10 anos foi escolhido com a finalidade de verificar o cenário em que se enquadra o tema de pesquisa na última década. Para a pesquisa, optou-se pelas bases de dados Scopus® e Web of Science™, Catálogo de Teses e Dissertações (Capes e BDTD) e anais de congressos nacionais.

Como resultado da associação de palavras-chave e operadores booleanos, foi elaborada a *string* de busca *"(lean W/2 construction) AND management AND engineering AND (((didactic OR simulation) AND gam*) AND (teach* OR learn*))*", especialmente para a base de dados Scopus®. Para as demais bases de dados, as buscas foram realizadas utilizando os mesmos termos e combinações análogas, em português e inglês, e analisado os resultados da busca. Foram selecionadas as publicações mais relevantes dentre os resultados de busca para a temática abordada e, a partir dessas, foi produzido um portfólio bibliográfico (contém *link* para consulta).

3.2 Objeto de estudo

Por meio de um jogo, que se configura como pesquisa experimental, um público-alvo de estudantes de mestrado foi submetido a observação. De acordo com Gil (2002), a pesquisa experimental, configura-se como o modelo mais significativo dentre os tipos de pesquisa. Isso acontece porque, além de apontar o objeto de estudo, permite definir as condições que podem interferir no processo, dá liberdade para a estratégia de controle e possibilita a observação do comportamento produzido durante o arranjo estabelecido.

O ponto chave do jogo apresentado foi constatar de forma prática o comportamento de mestrandos, diante de conceitos abordados na disciplina de gestão da construção, dentre estes, a redução de perdas e a maximização de valor. Para isso, um grupo composto por 4 discentes foi provocado a cumprir uma das etapas do processo construtivo de uma casa típica, a execução de alvenaria, utilizando peças de Lego™.

Inicialmente foi explicado como se daria o jogo e foi feito o estabelecimento das regras, as quais estipulavam um tempo de noventa minutos para efetivação da tarefa, algumas limitações para aquisição de suprimentos, disponibilização de um orçamento (valor de 3000 legos) para execução da tarefa, materiais disponíveis (lista de materiais com especificações), além de obstáculos que buscavam retratar situações encontradas dentro da indústria construtiva, como, interrupção dos trabalhos, aumento dos preços dos materiais, parada de um integrante por alguns minutos e ausência de fornecedor. Dadas as coordenadas iniciais, o tempo passou a ser cronometrado e o comportamento das estudantes passou a ser observado. À medida que algum dos recursos vinha a faltar, um membro se dirigia a “loja de suprimentos”, onde era descontado o valor do item do saldo do produto adquirido; porém, em determinado momento da dinâmica, a mentora se ausentava da loja, situação que remete a demora no fornecimento de materiais ocorrido nos canteiros de obras. Retomada a tarefa, o jogo seguiu, até que os discentes entregassem o produto proposto dentro do tempo estipulado.

3.3 Coleta e tratamento dos dados

Para a coleta de informações sobre a dinâmica foi realizada uma discussão acerca das percepções das participantes perante o jogo. Dessa forma, abordou-se sobre a eficiência da atividade no entendimento e incorporação dos conceitos, como também a cerca de sugestões e melhorias que pudessem ser adotadas para um funcionamento ainda mais amplo desta experiência como forma de didática no ensino da construção enxuta. Além disso, computou-se o tempo gasto para realização de toda a atividade pela equipe, o custo para execução da obra e o nível de qualidade da edificação construída.

Em posse destes dados foram realizadas duas análises. A primeira consistiu na verificação do tempo de duração da dinâmica, do quanto foi gasto e da qualidade de execução da tarefa. A segunda estudou o ponto de vista dos participantes sobre o potencial do jogo como ferramenta de ensino, correlacionando as características observadas na atividade com os resultados encontrados na literatura.

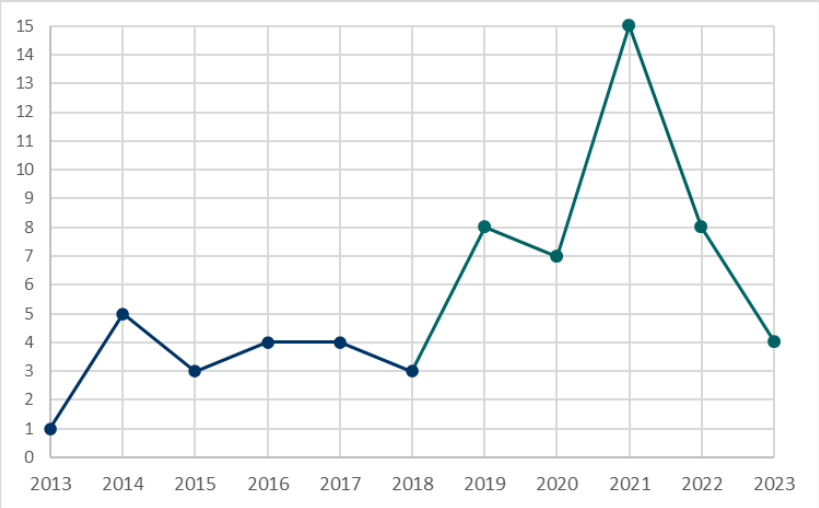
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapeamento Sistemático da Literatura

Com base nas informações organizadas no portfólio, foi possível realizar o tratamento dos dados com o objetivo de compreender as características das publicações selecionadas. Essa análise foi feita com a intenção de verificar a relevância do tema de pesquisa e identificar possíveis perspectivas para trabalhos

futuros. Assim, partiu-se de uma abordagem avaliativa concernente ao aumento do número de publicações, investigando-se a origem e os autores responsáveis por tal crescimento, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2: evolução do número de publicações nos últimos dez anos.



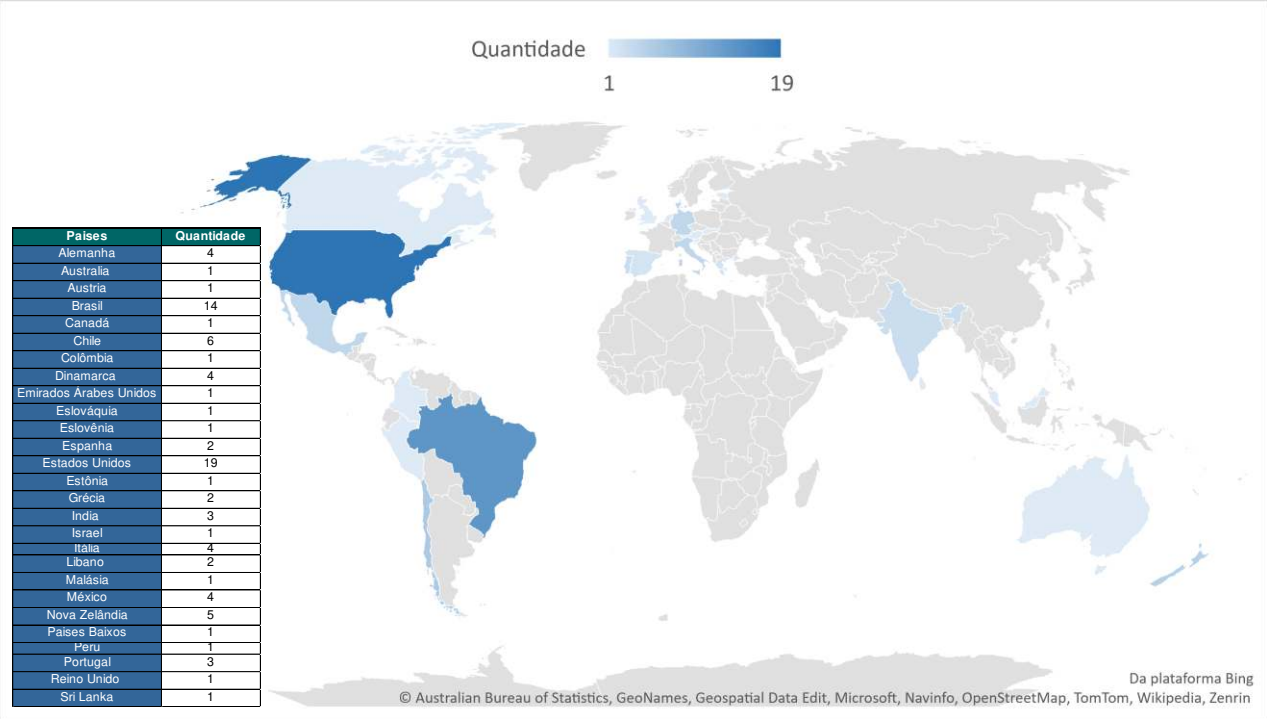
Fonte: Autores (2023)

Buscando estabelecer um panorama de como a abordagem da construção enxuta vem sendo incorporada de forma lúdica em sala de aula, julgou-se interessante considerar os últimos 10 anos. O mapeamento revelou que a temática embora se apresente de forma mais acentuada em alguns anos, no intervalo considerado nesta pesquisa, a publicação de trabalhos com os termos adotados se manteve ininterrupta, o que é de grande valia, visto que, conforme revela Lindhard, (2014), a aplicação de simulações para contextualização do conteúdo, traz benefícios à aprendizagem.

A assiduidade na disseminação de jogos que trabalhem aspectos *lean*, pode estar associada ao fato de que, conforme menciona Herrera et al. (2019), as empresas, tendo notado a eficiência trazida pela nova filosofia de produção, têm requerido estudantes com conhecimento na área e, assim, as universidades têm buscado incluir, em seus currículos, formas de aprendizagem que se interliguem com situações encontrada na realidade.

2021 foi o que mais se sobressaiu, podendo o ocorrido ser justificado, considerando a chegada da pandemia da COVID-19, pelo fato dos pesquisadores do *lean* terem envidado esforços em reunir e transformar simulações que eram feitas de forma de ensino presencial para o formato *on-line*, o que originou a comunidade *Administering and Playing Lean Simulations Online* (APLSO), segundo relata Rybkowski et al. (2021). Quanto aos demais anos, notou-se uma oscilação. Aduz-se que essa comunidade pode ser responsável pela concentração de trabalho nos Estados Unidos, que reúne acadêmicos e consultores, que trabalham com experiências do *lean* por meio de jogos e simulações, conforme verificado no gráfico da Figura 3.

Figura 3: distribuição geográfica dos países de publicação dos trabalhos.



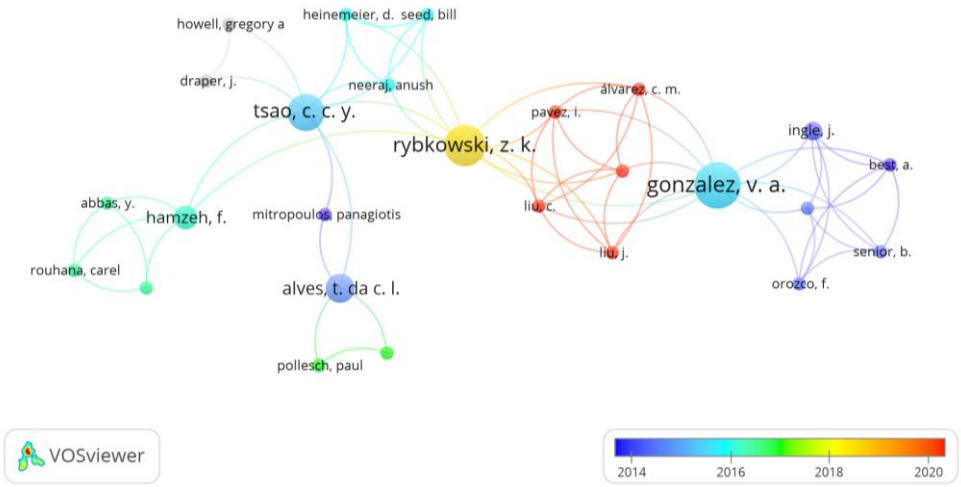
Países	Quantidade
Alemanha	4
Australia	1
Austria	1
Brasil	14
Canadá	1
Chile	6
Colômbia	1
Dinamarca	4
Emirados Árabes Unidos	1
Eslováquia	1
Eslovênia	1
Espanha	2
Estados Unidos	19
Estônia	1
Grécia	2
India	3
Israel	1
Itália	4
Líbano	2
Malásia	1
México	4
Nova Zelândia	5
Países Baixos	1
Peru	1
Portugal	3
Reino Unido	1
Sri Lanka	1

Fonte: Autores (2023)

Os 62 trabalhos selecionados, que seguiram para extração dos dados, estão distribuídos em 28 países e 19, dos trabalhos escolhidos, têm os Estados Unidos como país de vinculação, compreendendo pouco mais de 30% das publicações. O segundo país com maior representatividade foi o Brasil, com um quantitativo de 14. Enquanto a Austrália, Áustria, Canadá, Colômbia, Emirados Árabes, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Israel, Malásia, Países Baixos, Peru, Reino Unido, Sri Lanka, apresentaram uma tímida participação com os termos da pesquisa, exibindo apenas uma publicação cada (Figura 3).

De modo geral, a distribuição geográfica, permitiu verificar que mesmo considerando artigos de base nacional, a maior parte de trabalhos (dentro do período estudado) que detém a incorporação de ferramentas e princípios da construção enxuta em simulações e jogos didáticos, são internacionais. Essa percepção se confirma ao realizar uma análise de correlação entre os autores dos trabalhos selecionados (Figura 4).

Figura 4: análise gráfica de correlação entre os autores dos trabalhos selecionados.

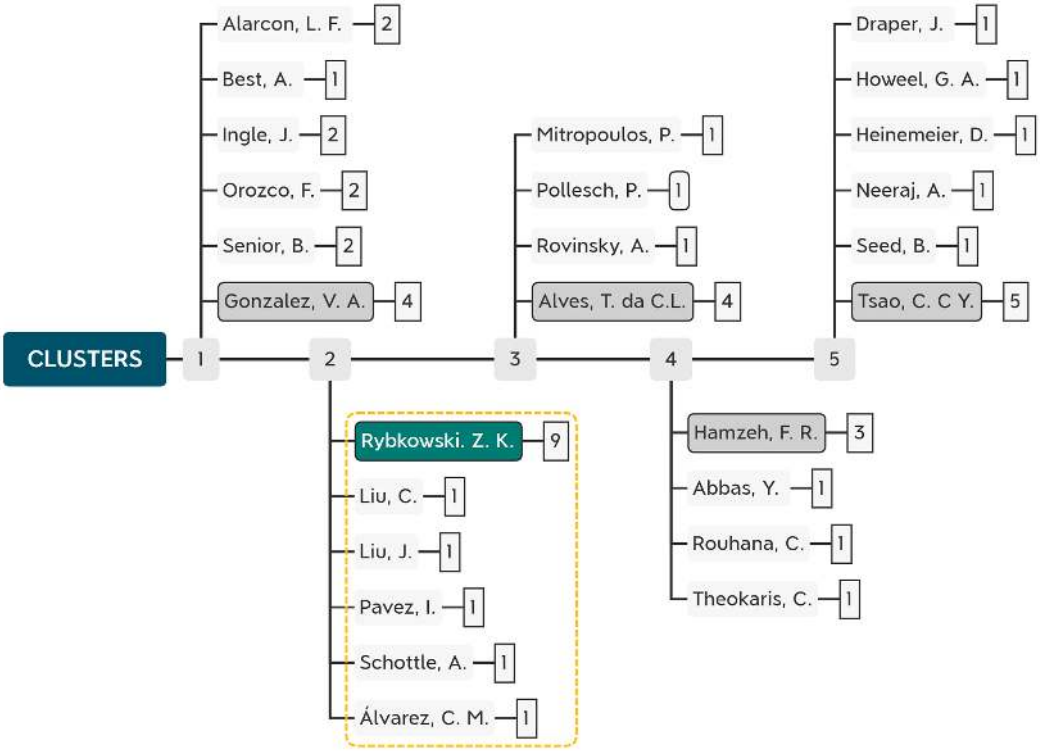


Fonte: Autores (2023)

A partir da análise realizada anteriormente, pode-se constatar algumas questões relevantes. Inicialmente, ratifica-se a concentração em pesquisas internacionais e observa-se uma correlação entre elas, destacando-se a presença da autora Zofia K. Rybkowski. Para subsidiar a correlação foram criados *clusters*, que se referem a grupos de autores que apresentam similaridades em suas co-ocorrências. Em resumo, os *clusters*

permitem visualizar e explorar as relações entre autores, evidenciando a presença de padrões de co-ocorrência relevantes para a pesquisa em questão (Figura 5).

Figura 5: lista de clusters e quantitativo de recorrência entre os trabalhos selecionados.



Fonte: Autores (2023)

Constata-se que em cada grupo há um membro com maior frequência (Figuras 4 e 5), que exerce a função de elo entre os grupos. Essas constatações corroboram as informações coletadas na análise do cenário geográfico das publicações, uma vez que a grande maioria desses membros é oriunda dos Estados Unidos. Ademais, ao examinar a temporalidade da pesquisa desses membros, observa-se que o *cluster* 2 é o que se desponta atualmente, embora com a importante presença da pesquisadora veterana Rybkowski, Z. K.

4.2 Desempenho dos discentes

Quanto à experiência dos discentes durante a dinâmica, houve por parte das mesmas a busca pela familiarização com o jogo proposto, na qual procuraram montar um planejamento prévio para determinar a primeira compra. Esse planejamento consistiu em um esboço da quantidade de peças necessárias para início da execução da alvenaria. Uma tomada de decisão foi de grande importância no processo, a compra do projeto de modulação, que norteou os próximos passos, como o posicionamento das peças Lego™, representando a amarração entre fiadas. Em determinado momento da dinâmica, os participantes precisaram realizar a compra de alguns materiais que haviam acabado e a mentora não se encontrava na “loja de suprimentos” como na maior parte do tempo, situação que remeteu a demora no fornecimento de materiais ocorrido nos canteiros de obras.

Retomada a tarefa, a preocupação com o tempo, com o orçamento e em não gerar perdas excessivas de materiais foi notada. Contudo, chegado ao final da execução, constatou-se que embora tivessem cumprido o tempo e não extrapolado o orçamento, a compra de um lote final, resultou em uma perda considerável de materiais, configurando não somente em excesso no estoque, como, consequentemente, em um gasto além do necessário. Possivelmente, a preocupação com o prazo de entrega conduziu a essa situação, conjuntura também observada no ambiente construtivo. A visualização desses erros por parte dos discentes atesta o verificado pelos autores Rybkowski et al. (2021), que mencionam a oportunidade de experimentação prática e de ocorrência de erros através de simulações sem o mesmo impacto da realidade. A Figura 6 apresenta uma imagem dos discentes participando da dinâmica.

Figura 6: discentes realizando dinâmica em Lego™.



Fonte: Autores (2023).

Analisou-se a construção da casa após a entrega (Figura 7) e um ponto a ser ressaltado é que embora a dinâmica tenha sido realizada com um grupo de 4 pessoas, erros na amarração entre fiadas ainda passaram despercebidos ao longo do processo, o que configuraria em perda, e leva a crer que na produção habitual de execução de alvenaria, onde erros como esse possam ocorrer com mais frequência do que se imagina. A Figura 7 apresenta ainda o resultado final da construção em Lego™ realizada pelos discentes do mestrado da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Figura 7: casa em Lego™ construída na dinâmica.



Fonte: Autores (2023).

Os discentes conseguiram concluir a tarefa dentro do tempo estipulado, economizando 14 minutos. Quanto ao recurso disponibilizado para a compra de material, os discentes utilizaram 2.645 legos mais que o necessário. Mas a qualidade foi o melhor quesito trabalhado por eles, a construção em lego foi realizada conforme projeto, com os elementos necessários na execução de uma alvenaria (vergas, contravergas e fiada de amarração), além de manter todas as paredes e a maioria dos blocos amarrados entre si. A qualidade aliada ao *lean,* aqui trabalhadas, é vista como ponto fundamental para os autores Burch e Smith (2019).

4.3 Experiência dos discentes

Após o término do jogo foi realizada uma discussão acerca da experiência pós-jogo, de forma geral, houve um consenso entre os participantes de que o jogo permitiu uma melhor compreensão e visualização dos processos que ocorrem nos canteiros de obras e da sua importância para pôr em prática os conhecimentos sobre o projeto de modulação feito para a alvenaria estrutural, corroborando com os autores Moraes e Cardoso (2018), que abordaram sobre o potencial dos jogos em motivar, promover experiência prática e instigar competência gerencial.

Algumas estratégias idealizadas pelos estudantes para que o jogo pudesse ser concluído no tempo foram relatadas, são elas: tentar não gerar interrupções significativas, visto ter um tempo a ser cumprido, dessa forma, havendo material (blocos), sempre algum dos membros estavam em atividade; bem como a compra do projeto da primeira e segunda fiada antes de qualquer análise sobre os suprimentos, já que o tempo não permitiria a elaboração e construção da casa em lego. Esses pontos demonstram a preocupação dos discentes em antecipar ações gerenciais, na redução da variabilidade no fluxo, de forma a manterem-se à frente de eventuais problemas que pudessem interromper o processo.

Outro ponto discutido foi a divisão de tarefas, em que o grupo pontuou que nas tarefas que não foram definidas previamente ocorreu uma divisão orgânica, de acordo com a habilidade de cada um. Isso reforça o proposto por Dief (2017): um jogo precisa propor um ambiente de cooperação entre os participantes. Ao final, sugeriu-se que o jogo pudesse ser aplicado logo após a explicação sobre esse tipo de sistema construtivo (alvenaria estrutural) e antes da elaboração de um projeto deste tipo por parte dos estudantes, além de expandido para outros processos e etapas construtivas.

Diante disso, é possível verificar o quanto a simulação em Lego™ permitiu aos discentes correlacionar a teoria aos aspectos do jogo, e a partir das ações realizadas refletirem sobre pontos de melhorias, validando Alves et al. (2016), para quem o jogo promove o desenvolvimento do pensamento crítico e fomenta a reflexão acerca da aplicabilidade dos princípios *Lean.* Além disso, foi confirmado o potencial de uso do jogo para ensino de gestão da construção em engenharia, e quando utilizada com discentes, em sua maioria jovens, sua efetividade é ainda maior, conforme verificado por Burch e Smith (2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante o exposto, verifica-se que a prática de simulação é uma forma de disseminar o conhecimento enxuto. A utilização de um jogo didático para o ensino de gestão da construção conseguiu influenciar positivamente os discentes de mestrado a praticar o gerenciamento em si, aproximando-os de um contexto próximo ao real, além de permitir a visualização de conceitos e processos, muitas vezes apenas idealizados teoricamente.

A partir da análise bibliométrica de publicações, conseguiu-se verificar a relevância do tema de pesquisa e identificar possíveis perspectivas para trabalhos futuros. Constatou-se uma concentração de pesquisas internacionais, sendo os Estados Unidos o país com maior número de publicações na temática, seguido do Brasil. A partir da análise temporal das publicações, inferiu-se que houve um aumento de publicações nos últimos 5 anos e o tema apresenta perspectivas promissoras de crescimento. Ainda foi possível verificar os autores de maior destaque na temática trabalhada.

Ademais, a prática do jogo fomentou a cooperação e o trabalho em equipe, com os discentes identificando e aproveitando as características individuais de cada participante. Os discentes também exercitaram a tomada de decisão e promoveram várias antecipações gerenciais ao longo da simulação. O planejamento foi amplamente trabalhado, com o enfoque para a necessidade de deter informação suficiente antes do início da execução, com o uso de projeto e quantitativos. Os discentes ainda conseguiram identificar perdas ao longo do processo, como erros de amarração entre os blocos e excesso de estoque por compra inadequada de materiais.

Diante disso, é possível concluir que o uso da ferramenta em Lego™ permite simular um ambiente de obra, e, com isso, os discentes de mestrado puderam visualizar práticas de um processo construtivo, e consolidar habilidades em antecipações gerenciais e na redução da variabilidade no fluxo. Uma das limitações encontradas está no número pequeno de discentes participantes da dinâmica, o que resulta em uma amostra de relatos de experiência limitado a um pequeno grupo. Espera-se aplicar a ferramenta com outros grupos de estudantes nessa e em outras instituições e então coletar às diferentes perspectivas a respeito da dinâmica, além de ampliar a disseminação desse conhecimento.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua gratidão à CAPES por seu apoio à pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, T.C.L.; AZAMBUJA, M.M.; ARNOUS, B. Teaching Lean Construction: A survey of lean skills and qualifications expected by contractors and specialty contractors in 2016. In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction, 24th, Boston, MA, USA. 2016. **Proceedings [**…] Boston, 2016, 10 p.

AMARAL, Tatiana Gondim do; BRANDÃO, Camila Mariana; ELIAS, Karinny Vieira; BRAGA, Pedro Boaratti. Identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 15, n. 1, p. 245–260, 2019. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/54562.

BHATNAGAR, S. DEVKAR, G. Development and Testing of a Simulation Game on Waste Elimination using Lean Practices. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN, CONSTRUCTION, 29th, 2021, Lima, Peru. **Proceedings […]** Peru: 2021, pp. 269–278.

BURCH V, R.F.; SMITH, B. 2019. Using simulation to teach lean methodologies and the benefits for Millennials. **Total Quality Management and Business Excellence** 30 (3-4): 320-334, 2019.

DIEF, A. Insights on lean gamification for higher education. **International Journal of Lean Six Sigma**. v. 8, 2017. pp. 359–376.

ESTEVES, M. A. S.; MUNIZ JUNIOR, J.; BATISTA, J. C.; STOFFEL, W. P. Reestruturação da disciplina introdução à engenharia na Faculdade de Engenharia de Resende: uma proposta com base nas metodologias ativas de aprendizagem. **REBES** - Rev. Brasileira de Ensino Superior, v. 2, n. 1., 2016. 12 p.

FORCAEL, E.; GLAGOLA, C. R.; GONZÁLEZ, V. Incorporation of Computer Simulations into Teaching Linear Scheduling Techniques**. Journal of Professional Issues Engineering**.-ASCE, 138 (1) 21-302, 12.

FREITAS, E. J. R.; FORTES, L. S. Aprendizagem ativa aplicada à Engenharia: um estudo sobre a percepção do aprendizado. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, p. 295-311, 2020.

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

HERRERA, R. F.; SANZ, M. A.; MONTALBÁN-DOMINGO, L.; GARCÍA-SEGURA, T.; PELLICER, E. Impact of game-based learning on understanding lean construction principles. **Sustainability**, v. 11, n. 19, 2019. 16 p.

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

JACOBSEN, S.; STRANGE, K.; TEIZER, J. Using serious games to teach lean construction principles in higher education. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 17, n. 2, p. 161-177, 2021.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Technical Report no. 72. **Center for Integrated Facility Engineering**. Stanford University, 1992, 87p.

LEITE, M. O.; SANTOS, V. I. D.; HEINECK, L. F. M. . O ensino dos conceitos da construção enxuta com uma dinâmica de jogos em sala de aula. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 10., 2017. **Anais [...]**. Fortaleza: ANTAC, 2017. p. 410 – 417.

LIMA, J. H.; LOPES, D. A. Uso de jogo educacional na engenharia civil: tornando o dimensionamento de pavimentos divertido com o jogo “dimensione”. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 7, p. 1-14, 2021.

LINDHARD, S. Learning by Experience: A Game Approach to Teaching Construction Scheduling. In: ICCREM 2014: Smart Construction and Management in the Context of New Technology. **Proceedings [...]** p. 566-572, 2014.

LUCKO, G.; SENIOR, B. Ontology for Virtualization of Lean Construction Games. **Lean Construction Journal**, v. 12, p. 01-23, 2022. Disponível em: https://www.proquest.com/openview/de09bef16563aa20b16801fbe4795350/1?pq-origsite=gscholar&cbl=5347171. Acesso em: 10 out. 2023.

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.

MORAES, M. N. de; CARDOSO, P. A. Jogos para ensino em engenharia e desenvolvimento de habilidades. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 39, 2018. Disponível em: https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1769/840. Acesso em: 01 abr. 2023.

PELLICER, E., PONZ-TIENDA, J. L. Teaching and Learning Lean Construction in Spain: a Pioneer Experience. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 22nd, 2014, Oslo, Norway. **Proceedings […]** Oslo: IGLC, 2014. 12 p.

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.

RYBKOWSKI, Zofia et al. The evolution of lean construction education (Part 1 of 2): At US-based universities. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 26th, 2018, Chennai, India. **Proceedings [...]** Chennai: IGLC, 2018. 11 p.

RYBKOWSKI, Z. K.; ALVES, T. C. L.; LIU, M. 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. **Proceedings [...]** Lima, 2021, p. 269-278 doi: 10.24928/2021/0135. Disponível em: https://www.iglc.net/Papers/Details/1937

TOMMELEIN, I. ; RILEY, D. ; HOWELL, G Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance. **Journal of Construction Engineering and Management.**-ASCE, 125 (5) 304-310, 1999.

TOMMELEIN, I. D. Journey toward Lean Construction: Pursuing a Paradigm Shift in the **AEC Industry. Journal of Construction Engineering and Management**, v. 14, n. 6, 2015. 12 p.