XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Jogos Didáticos: evolução de aplicação como técnica de ensino para a comunidade da Construção Enxuta

Serious Games: evolution of application as a teaching technique for the Lean Construction community

Luciana Inês Gomes Miron
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre | Brasil | luciana.miron@ufrgs.br
Daniela Dietz Viana
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre | Brasil | danidietz@gmail.com
Fernanda Marisa Pasinato Brandalise
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre | Brasil | fernandampbrandalise@gmail.com
Rafaela Bruxel
Universidade Federal do Rio Grande do Sul |Porto Alegre | Brasil | rafaela.bruxel@ufrgs.br

Resumo
O "International Group for Lean Construction" busca adaptar à indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) uma nova filosofia gerencial. O aprendizado dessa filosofia pode ser apoiado pela utilização de metodologias ativas, especialmente dos jogos didáticos. Este trabalho teve como objetivo analisar a evolução da aplicação de jogos didáticos como técnicas de ensino no contexto da comunidade da Construção Enxuta. Foi realizada uma revisão de literatura e a análise de uma experiência empírica, em uma disciplina de graduação de Arquitetura e Urbanismo. Os resultados demonstram a evolução do uso dessas técnicas, bem como suas implicações para a formação e treinamento de profissionais da AEC.

Palavras-chave: Jogos Didáticos. Jogos Sérios. Construção Enxuta. Ensino. Metodologias Ativas.

Abstract
The "International Group for Lean Construction" seeks to adapt a new management philosophy to the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry. Learning this philosophy can be supported by the use of active methodologies, especially didactic games. This work aimed to analyze the evolution of the application of didactic games as teaching techniques in the context of the Lean Construction community. A literature review and an analysis of an empirical experience were carried out, in an Architecture and Urbanism undergraduate course. The results demonstrate the evolution of the use of these techniques, as well as their implications for the education and training of AEC professionals.

Keywords: Didactic Games. Serious Games. Lean Construction. Teaching. Active methodologies.

MIRON, L. et al. Jogos didáticos: evolução de aplicação como técnica de ensino para a comunidade da Construção Enxuta. ENTAC2022. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-11.

INTRODUÇÃO

A Construção Enxuta é uma nova filosofia de produção que foca na melhoria contínua ao identificar e eliminar desperdícios (atividades que não agregam valor), enxergando os processos como fluxo, e não somente como conversão, em oposição à gestão tradicional da construção [1]. O esforço de investigação e prática da Construção Enxuta tem sido realizado pelo "*International Group for Lean Construction*" (IGLC)[1]. Fundado em 1993, o IGLC é uma rede internacional de pesquisadores e profissionais que atuam na pesquisa, educação e prática nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Propondo novos conceitos, princípios e métodos para o desenvolvimento e gerenciamento de empreendimentos, o IGLC busca adaptar à indústria de AEC, inovações bem sucedidas da Produção Enxuta (originária do Sistema Toyota de Produção) na manufatura.

Embora os conceitos, princípios e práticas de Construção Enxuta sejam amplamente divulgados, as teorias subjacentes ainda não são comumente conhecidas [2]. Desse modo, o aprendizado relacionado dessa filosofia pode ser apoiado por formas inovadoras de ensino, tais como a utilização de metodologias ativas.

Conforme Mota e Werner Da Rosa [3], as metodologias ativas estimulam o estudante a assumir responsabilidade pelo seu aprendizado com autonomia, sendo uma alternativa à tradicional estratégia didática de aprendizagem passiva no formato oral e unilateral de transmissão do conteúdo pelo professor. De fato, as metodologias ativas permitem aos estudantes uma autoconstrução de significados por meio de atividades de aprendizado relevantes [4], envolvendo ambientes colaborativos com métodos, técnicas e recursos que estimulam a interação dos estudantes entre si, e dos estudantes com o professor [3].

Prever-Observar-Explicar, Jigsaw e Seis Chapéus Pensantes são algumas técnicas conhecidas de metodologias ativas [4], que também podem envolver jogos didáticos com interatividade, tornando o aprendizado mais leve, natural, instigante e divertido [5]. Os denominados jogos sérios, com fins pedagógicos, têm sido pesquisados em diferentes áreas de conhecimento a fim de lidar com o desafio de reter a atenção dos estudantes e motivá-los a aprender. No contexto do ambiente construído e, em especial na formação de futuros engenheiros civis, arquitetos e urbanistas, também se identifica um grande potencial para investigação de jogos aplicados para aprendizagem e treinamento desses profissionais [6]. Isso porque, ao experimentarmos algo na prática com todos os sentidos envolvidos, assimilamos melhor os conceitos teóricos [5].

Além disso, atualmente uma série de mudanças vêm ocorrendo nos métodos de ensino nas Universidades, especialmente em decorrência da pandemia pela COVID19, que demandou o desenvolvimento emergencial de atividades de ensino remotas. Desafios adicionais surgiram para manter a atenção dos estudantes considerando o ensino à distância, a realidade virtual e a interatividade com equipamentos eletrônicos. Nesse sentido, a utilização de jogos didáticos como ferramenta de ensino

[1] https://iglc.net

parece ser uma forma eficaz de transmissão de conteúdos especialmente no contexto de gerenciamento da construção, em que os jogos muitas vezes apresentam um problema e posteriormente os conceitos para resolver tal problema [7]. Essa aprendizagem baseada em problemas é motivadora para a aprendizagem, tornando o processo mais envolvente e participativo [8].

A partir desse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar a evolução da aplicação de jogos didáticos como técnicas de ensino no contexto da comunidade da Construção Enxuta.

MÉTODO

Para o alcance do objetivo proposto foi realizada uma revisão de literatura e a análise de uma experiência empírica, em uma disciplina de graduação de Arquitetura e Urbanismo. A revisão de literatura considerou como base para busca de artigos nos anais do principal evento da comunidade de Construção Enxuta, a Conferência Anual do *International Group for Lean Construction* (IGLC)[2], que ocorre desde 1993. Utilizando como palavra de busca "*game*" foram recuperados inicialmente 46 artigos. Após análise mais detalhada, 38 artigos foram selecionados por efetivamente abordarem a aplicação de jogos didáticos (sérios). A partir dessas informações foram diferenciados os artigos que descrevem um jogo específico dos que fazem uma análise de diferentes jogos. As análises principais se referem ao primeiro grupo. Foram considerados os seguintes dados: ano de publicação, materiais utilizados na aplicação do jogo e se o jogo era aplicado presencialmente ou remotamente (online).

Comparativamente às publicações da literatura, foi analisada a experiência da disciplina de Economia e Gestão da Edificação do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que vem aplicando jogos didáticos como suporte ao ensino desde 2011, inicialmente em formato presencial e recentemente adaptados ao formato online em decorrência do ensino remoto emergencial (ERE) durante a pandemia da COVID19.

Da mencionada disciplina foram coletados todos os 22 cronogramas semestrais de 2011/1 a 2021/2. Desses 22 semestres foram considerados os seguintes dados: semestre, o número de alunos matriculados, número de jogos aplicados, os materiais utilizados na aplicação do jogo, os conceitos e técnicas ilustrados pelo jogo e se o jogo era aplicado presencialmente ou remotamente (online). A partir dos gráficos e tabelas foi desenvolvida uma análise comparativa das publicações do IGLC com a experiência da disciplina.

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO EMPÍRICO

Disciplina do 7º semestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRGS, Economia e Gestão da Edificação tem sido ministrada desde o primeiro semestre de 2011. Essa disciplina tem um caráter teórico-prático e abrange um conjunto de tópicos

[2] https://iglc.net/Papers

relacionados à prática profissional do arquiteto, incluindo planejamento e gestão de empreendimentos, gestão de projetos, gestão de custos e gestão da qualidade. Busca-se também introduzir conceitos e princípios alinhados com as novas filosofias gerenciais tais como a Construção Enxuta. Desde o segundo semestre de 2011 têm sido introduzidos Jogos Didáticos nas aulas da disciplina, para que os alunos possam aprender por meio de simulação, um pouco da prática da gestão (clientes, marketing, qualidade), bem como técnicas de planejamento e de estimativas de custos. O Quadro 1 apresenta os jogos didáticos aplicados da disciplina de 2011 a 2021 indicando: os nomes dos jogos, os conceitos e técnicas que os jogos ajudam a ilustrar, o formato do jogo se é online (O) ou presencial (P) e os principais materiais utilizados para a aplicação dos jogos.

Quadro 1: Jogos Didáticos aplicados na disciplina de 2011 a 2021

NOME DO JOGO	CONCEITOS E TÉCNICAS QUE ILUSTRA	FORMATO		MATERIAIS
		O	P	
Jogo da Linha de Balanço	planejamento baseado em locação, ritmo, fluxo ininterrupto, caminho crítico		x	Lego, planilhas, cronômetro
Jogo dos Cones	Princípios da Construção Enxuta		x	Post It, planilhas, cronômetro
House Factory Game	Produção artesanal, produção em massa, customização em massa		x	Papel, cola, tesoura, planilhas, cronômetro
Villego	Sistema *Last Planner,* PCP (Planejamento e Controle da Produção)		x	Lego, planilhas, cronômetro
Target Value Design Game	Custo-meta; TVD, comunicação entre equipes		x	Palitos, fita adesiva, planilhas, cronômetro
Parade Game	variabilidade, fluxo de trabalho	x		Google Sheets compartilhado
Batch, Pull, Balance Game	Produção puxada, pacotes de trabalho, balanceamento entre atividades	x		Google Sheets compartilhado
Jogo da Customização	Customização de projetos, comunicação com o cliente, requisitos do cliente	x		Google Sheets compartilhado
CBA Game	Técnica *Choosing By Advantages* pelo Método Tabular	x		Planilha Excel compartilhada
PDCA Game	Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), melhoria contínua, variabilidade	x		Google Sheets compartilhado

A seguir são apresentadas explicações resumidas sobre cada um dos jogos listados no Quadro 1:

Desenvolvido por uma equipe de pesquisadores da UFRGS, o "**Jogo da Linha de Balanço**[3]" [6] ilustra a técnica de planejamento, denominada Linha de Balanço, que é baseada em locação e permite planejar o ritmo (tempo que cada equipe fica em uma unidade base) e controlar os fluxos das equipes especializadas na produção de elementos repetitivos (unidades base) ao longo de toda a obra. O jogo foi elaborado com base em um projeto esquemático de uma unidade habitacional a ser montada em

[3] https://www.ufrgs.br/jogolinhadebalanco/creditos/

Lego System®. Planilhas e cronômetro auxiliam no registro do desempenho das rodadas.

O "**Jogo dos Cones**" simula uma linha de produção de cones de papel (*Post It*) com a participação de oito representantes do processo de produção (cliente, transportador, armazenador, marcador, cortador, perfurador, montador e controle de qualidade) [6]. Planilhas e cronômetro auxiliam no registro do desempenho das rodadas. Por meio da simulação da linha de produção, em cerca de três rodadas em sequência, os jogadores são estimulados a identificar os problemas de produção e propor soluções utilizando os onze princípios da Construção Enxuta [1].

O "***House Factory Game***[4]" [7] visa aprimorar a compreensão intuitiva da customização em massa por meio da simulação de distintos modos de produção (produção artesanal, produção em massa, customização em massa e customização em massa com diferenciação tardia de produto) para ilustrar o trade-off entre variedade de produtos e eficiência de produção. As simulações de produção de casas, nos diferentes modos de produção, são feitas com materiais simples (papel quadriculado, papel colorido, cola, tesoura, lápis). São simuladas quatro rodadas, uma para cada modo de produção, com a finalidade de ilustrar as principais diferenças nos tempos de produção, diversidade de produto e padronização de processo. Planilhas e cronômetro auxiliam no registro do desempenho das rodadas.

"***Villego***®[5]" é um jogo que simula o Sistema de Planejamento *Last Planner*®[6] [9]. O Sistema *Last Planner*® é uma metodologia de planejamento e controle, baseada nos princípios da filosofia de Construção Enxuta, estruturada em três níveis (longo, médio e curto prazos) orientada para reduzir incertezas e variabilidade e aumentar a confiabilidade do planejamento. O jogo utiliza o Lego System® para a construção de dois tipos básicos de casas. Os jogadores (cliente e diferentes equipes de execução) recebem o projeto e planilhas para o planejamento da execução. Na rodada inicial os jogadores executam a casa a partir do projeto sem fazer o planejamento. O tempo de execução da primeira rodada, registrado com o apoio de cronômetro e planilhas, serve de referência para a definição de um prazo para a segunda rodada, que é realizada utilizando os três níveis de planejamento.

O "***TVD Game***" foi desenvolvido por Munankami [10] para ilustrar os princípios de *Target Value Design* [11]. A abordagem TVD requer uma maior integração entre o projeto e a orçamentação da edificação demandando o envolvimento do cliente e uma abordagem colaborativa entre as equipes envolvidas em projeto, planejamento e execução. O jogo simula a participação de três grupos de participantes de um empreendimento: o cliente, os projetistas e a equipe de produção. O empreendimento a ser construído é uma torre (construída com canudos plásticos e palitos de papel), que deverá sustentar um marshmallow no topo. Na primeira rodada o custo não é considerado e as equipes trabalham separadas e com comunicação apenas pelos documentos de projeto. Na segunda todos os três grupos (cliente, projetistas e

[4] https://www.ufrgs.br/housefactorygame/pb/

[5] Marca registrada da BOB bv: https://www.villego.com

[6] Marca registrada do *Lean Construction Institute*: www.leanconstruction.org

executores) definem um custo meta e trabalham colaborativamente. Planilhas e cronômetro auxiliam no registro do desempenho das rodadas.

O "***Parade of Trades***" ou "***Parade Game***"[7] consiste em um jogo para demonstrar os impactos da variabilidade do fluxo de trabalho em um projeto de construção, em que várias equipes estão trabalhando de forma independente [12, 13]. O jogo consiste em simular um processo de construção em que os recursos produzidos por um pacote são pré-requisitos para iniciar o trabalho no próximo pacote de trabalho. Em função da pandemia da COVID19, pesquisadores e acadêmicos da comunidade da Construção Enxuta desenvolveram versões online desse jogo. O *Parade Game online*[8] é aplicado em duas rodadas para entender os conceitos apresentados (capacidade de produção, buffers, variabilidade, fluxo de trabalho), sendo baseado em probabilidades de dados, usando dados cúbicos (físicos ou virtuais) com seis faces [14].

O "***Batch, Pull, Balance Game***[9]" online foi desenvolvido para ilustrar os impactos da Teoria das Restrições e de puxar a produção. O jogo consiste em produzir um conjunto de casas com qualidade da forma mais rápida e eficiente possível. São realizadas três rodadas do jogo. Arquivos compartilhados em Google Sheets facilitam a dinâmica do jogo. Os tempos de produção nas rodadas são registrados. A diferença da primeira rodada para a segunda é o tamanho do lote de casas, isto é, o lote para a primeira é maior que a segunda rodada (lote unitário). Além disso, na primeira rodada, os colaboradores não podem se comunicar ou ainda inspecionar a qualidade das casas. Esta atividade é exclusiva do inspetor. Por fim, a terceira rodada apresenta as mesmas regras da segunda, com exceção de que qualquer colaborador pode inspecionar e corrigir os erros cometidos.

O "**Jogo da Customização**[10]" online, busca ilustrar o processo de escolha e compra de habitação. Os jogadores personificam clientes e arquitetos. A partir de perguntas e respostas simplificadas, são simuladas as dificuldades de comunicação entre os arquitetos e seus clientes na escolha de padrões de apartamentos (plantas padrão são apresentadas para ambos os grupos de jogadores). Arquivos compartilhados em Google Sheets facilitam a dinâmica do jogo. Conforme o jogo vai avançando em rodadas a comunicação entre os esses dois grupos de jogadores melhora e, da mesma forma, aumenta o percentual de acerto entre as escolhas de clientes e arquitetos.

O "***CBA Game***[11]" online, que ilustra a técnica *Choosing By Advantages* [15], tem como objetivo apresentar um método estruturado para tomada de decisão baseada em

[7] https://p2sl.berkeley.edu/knowledge-center/parade-of-trades-game/

[8] Versão adaptada desenvolvida por ASKM & Associates, LLC e Navilean LLC com copyright Creative Commons license - Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

[9] Versão desenvolvida por *ASKM and Associates, LLC under Creative Commons license - Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).* Versão traduzida e adaptada pelas pesquisadoras do PPGCI/UFRGS: Fernanda Marisa Pasinato Brandalise; Daniela Dietz Viana; Fernanda Saidelles Bataglin.

[10] Jogo original *Architectural Programming (AP) Simulation - Target value design*. Criado por Fatemeh Soljou Khah & Zofia Rybkowski, PhD. Department of Construction Science, Texas A&M University. Versão traduzida e adaptada pelas pesquisadoras do PPGCI/UFRGS: Cynthia Hentschke e Manoela Conte.

[11] Desenvolvido pelas pesquisadoras Paz Arroyo e Annett Schöttle. Tradução para português e adaptação pelos pesquisadores PPGCI/UFRGS: Fernanda Marisa Pasinato Brandalise, Fabrício Vargas e Daniela Dietz Viana.

critérios de maximização de vantagens. Os objetivos e resultados desejados para o jogo são: compreender a importância de uma boa tomada de decisão; aprender as definições, princípios e conceitos básicos de CBA; compreender as fases da tomada de decisão; aprender a usar métodos básicos de CBA para tomada de decisão. Arquivos compartilhados em Google Sheets facilitam a dinâmica do jogo. Seu público alvo corresponde a estudantes de disciplinas de graduação e pós-graduação. O jogo utiliza planilha Excel compartilhada com os jogadores.

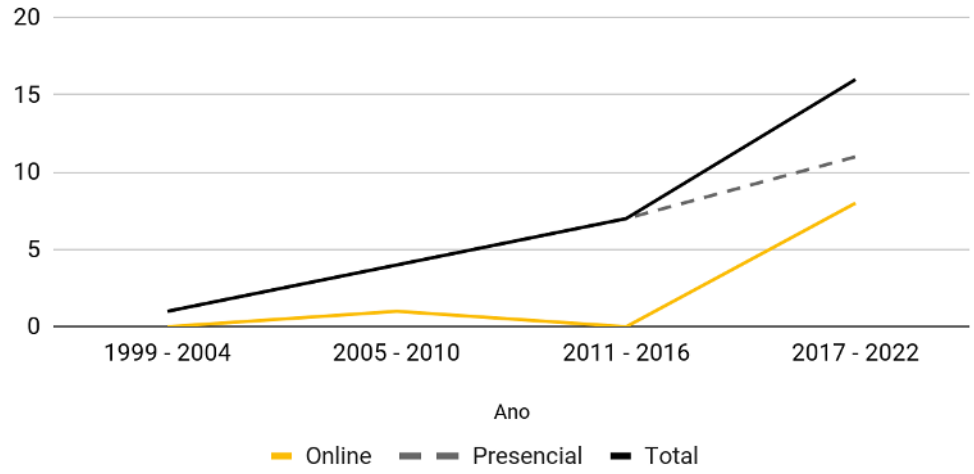
O "***PDCA Game***[12]" online simula o Ciclo PDCA (*Plan, Do Check, Act*) na construção de casas, ilustrando conceitos como: variabilidade, padronização e melhoria contínua. O jogo é aplicado em duas rodadas onde as equipes têm que realizar as atividades de planejamento, execução, verificação e ação. Ao final de cada rodada os são identificados problemas e propostas melhorias para a produção. Arquivos compartilhados em Google Sheets facilitam a dinâmica do jogo.

RESULTADOS

O uso de jogos para demonstrar princípios e conceitos da construção enxuta tem sido reportado na literatura como forma de facilitar a compreensão e permitir a experimentação dos possíveis resultados. Na busca de artigos que mencionassem a palavra "*game*", nas conferências anuais do IGLC, observou-se que 76,3% dos artigos (totalizando 29) descrevem um jogo específico e os seus resultados enquanto os demais fazem análises sobre a aplicação de diferentes jogos. A necessidade de isolamento causado pela pandemia de COVID-19 incentivou o desenvolvimento de jogos que podem ser realizados em plataformas digitais. Na Figura 1, é possível observar que a maior parte dos jogos online identificados foram reportados em artigos dos últimos 2 anos.

[12]*ASKM & Associates, LLC under Creative Commons license - Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)* Versão traduzida e adaptada pelo pesquisador do PPGCI/UFRGS: Fabrício Vargas

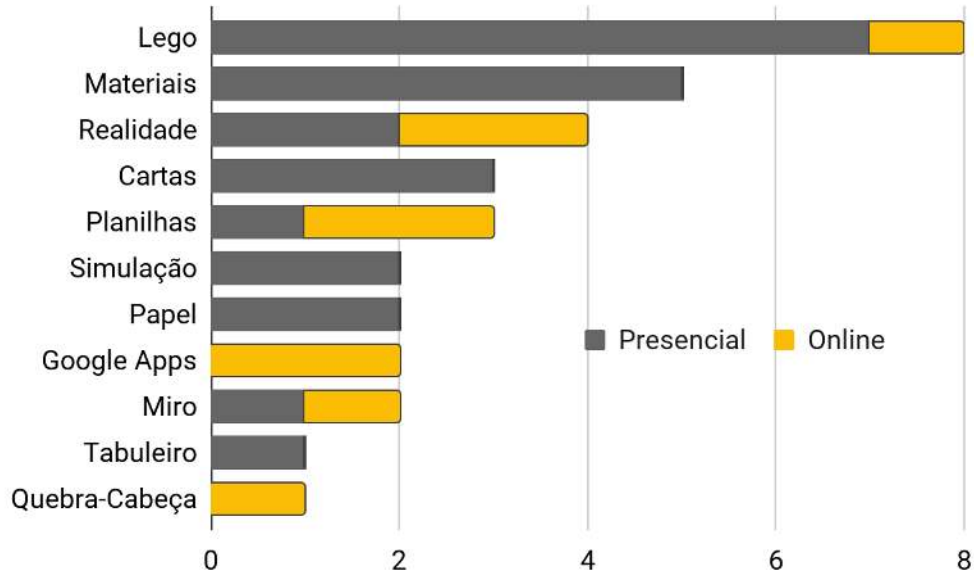
Figura 1: Número de jogos apresentados na modalidade online e presencial



Fonte: as autoras.

Dentre os artigos que descrevem jogos específicos, observou-se que o uso de *Lego System®*, Excel (Google Sheets) e realidade virtual são os principais métodos ou materiais utilizados. Algumas ferramentas colaborativas que permitem a interação em tempo real sobre um arquivo também foram observadas dentre os materiais e métodos mais utilizados. A Figura 2 ilustra os principais materiais e métodos utilizados, diferenciando os de uso online e presencial.

Figura 2: Materiais e técnicas utilizadas



Fonte: as autoras.

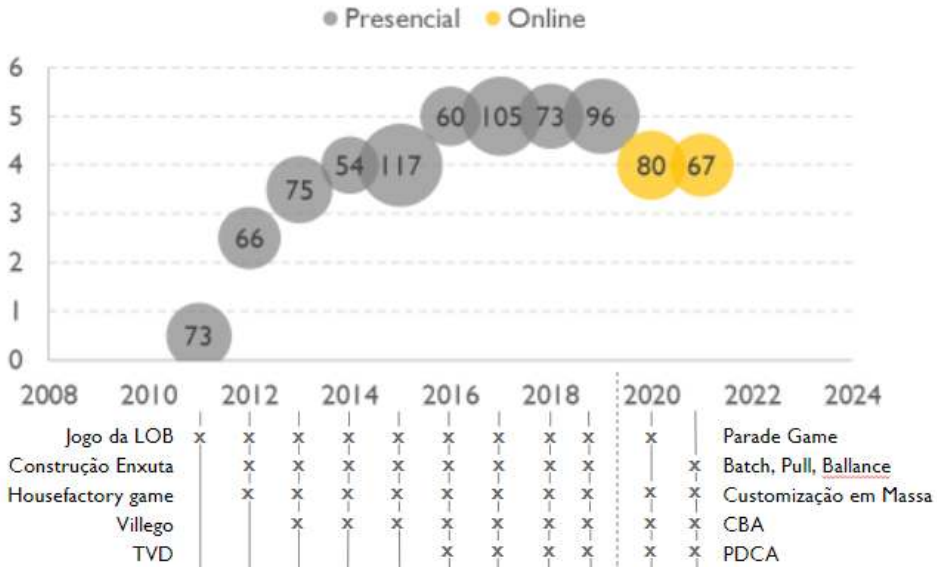
Cabe ressaltar que um mesmo jogo pode ter sido apresentado tanto no modo presencial como no modo online. Este é o caso do "*Airplane Game*" [16] que é conhecido por sua versão em *Lego System®*, mas apresenta também uma versão em um software específico. Outros jogos sérios voltados ao ensino de práticas *lean* também utilizaram, por exemplo, a realidade virtual como ferramenta de

aprendizagem [17, 18]. Esse tipo de ferramenta pode ser adaptada, tanto para as aplicações presenciais quanto para as remotas.

É interessante perceber que os principais métodos utilizados são voltados à interação, permitindo uma postura proativa dos participantes, como é o caso do uso de *Lego System*®, realidade virtual e dos diferentes materiais desenvolvidos especificamente para a aplicação de um jogo.

Esta análise demonstrou que os tipos de jogos e materiais e métodos utilizados na disciplina analisada estão de acordo com o que vem sendo relatado. Nos 11 anos que vem sendo ministrada, apenas na primeira versão não houve aplicação de jogos. A Figura 3 representa um resumo do uso de jogos didáticos ao longo da disciplina. No eixo Y, a figura representa a média do número de jogos ministrados naquele ano e no eixo X, os anos. O tamanho das circunferências representa o número de alunos que participaram da disciplina em cada ano. Na parte inferior é possível observar quais foram os jogos ministrados.

Figura 3: Resumo do uso de jogos na disciplina



Fonte: as autoras.

No primeiro ano da disciplina apenas um jogo foi ministrado, aos poucos diferentes jogos foram sendo incluídos na disciplina contribuindo para a aprendizagem dos alunos. Como a disciplina ocorre duas vezes por semana, são cerca de 36 encontros ao longo de um semestre letivo. Observou-se que 5 jogos são um bom número de jogos para os objetivos da disciplina, intercalando as aulas expositivas em que o aluno passivamente recebe o conteúdo com os jogos e apresentações de trabalho em que uma postura mais ativa é demandada.

Ao longo dos anos de 2011 a 2019 a sequência de temas dos jogos e qualidade foram sendo amadurecidas. O *Villego*® é um jogo mais longo e, por isso, era realizado durante dois encontros (primeira rodada sem planejamento e segunda rodada com planejamento) permitindo também melhores discussões entre cada fase do jogo.

Durante os anos de 2020 e 2021 houve a necessidade de mudança da modalidade dos jogos por causa da pandemia. Buscou-se adaptar os jogos para que fosse possível trabalhar com os mesmos conceitos. Entretanto, a dinâmica da aula online apresenta outros desafios para gerar engajamento e a escolha dos jogos foi difícil. O *Parade Game* que objetiva analisar os impactos da variabilidade não despertou o mesmo interesse nem o mesmo nível de discussão esperado na sua versão online. Por isso, foi substituído pelo *Batch, Pull, Balance* que lida com a variabilidade de forma indireta.

CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi analisar a evolução da aplicação de jogos didáticos como técnicas de ensino no contexto da comunidade da Construção Enxuta. A partir da análise das publicações das conferências anuais do IGLC foi possível identificar o aumento do uso de jogos didáticos e, especialmente a partir de 2020, a intensificação do uso de jogos online tendo em vista a necessidade de isolamento social decorrente da pandemia da COVID19. Esses resultados indicam que os jogos didáticos têm funcionado como metodologias ativas que estimulam uma autoconstrução de significados em atividades de aprendizado relevantes [4], envolvendo ambientes colaborativos com métodos, técnicas e recursos que estimulam a interação, sendo, portanto, uma alternativa à tradicional estratégia didática de aprendizagem passiva [3].

A análise dos jogos aplicados na disciplina estudada corrobora essa tendência. O esforço de grupos de pesquisadores para a rápida tradução e adaptação de jogos para o formato online também indica que mesmo em uma situação de isolamento social, como o ocorrido no Ensino Remoto Emergencial, os jogos possibilitam um maior engajamento dos estudantes com o seu processo de aprendizagem. Nesse sentido, o campo de investigação sobre o uso dos jogos didáticos poderá ser ampliado tanto na área de formação e treinamento de profissionais como também para o engajamento de usuários na seleção, consumo e gestão do ambiente construído.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao CNPq e à FAPERGS pelas bolsas de iniciação científica, à CAPES pelos recursos dos Programas de Pós-graduação da UFRGS envolvidos (PROPUR e PPGCI), à comunidade IGLC e aos profissionais que nos últimos 10 anos disponibilizaram de seu tempo para aplicar jogos didáticos na disciplina, facilitando a aprendizagem de conceitos de Construção Enxuta.

REFERÊNCIAS

[1] KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Finland: VTT Building Technology, 1992.

[2] KOSKELA, L. et al. Why Visual Management? In: **26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 2018.

[3] MOTA, A.R.; WERNER DA ROSA, C.T. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261–276, 2018.

[4] SASAKI, D.G.G.; MÄLLINEN, S. Developing student-centered assessment for a postgraduate course designed for Basic Education Teachers. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 13, n. esp1, p. 520–525, 2018.

[5] MORAN, J.M. Caminhos para a aprendizagem inovadora. In: **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica** , p. 22–24, 2009.

[6] MIRON, L.I.G. et al. Jogos Didáticos Utilizados Como Instrumentos No Ensino De Arquitetura E Gestão Da Construção. **Arqsur**, n. 1, 2012.

[7] ROCHA, C.G. DA; MIRON, L.I.G. The House Factory: A Simulation Game for Understanding Mass Customization in House Building. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 144, n. 1, p. 1–8, 2018.

[8] LORENZI, L.S.; MIRON, L. Método Inovador De Integração Entre Os Cursos De Engenharia Civil E Arquitetura No Ensino De Graduação Para Resolução De Problemas. **Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias**, p. 130–140, 2019.

[9] BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, p. 11–17, 1998.

[10] MUNANKAMI, M.B. **Development and Testing Of Simulation (Game) To Illustrate Basic Principles Of Integrated Project Delivery And Target Value Design: A First Run Study.** 2012. Dissertação (Mestrado) - Texas A&M University, College Station 2012

[11] MACOMBER, H. et al. Target-Value Design: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value. **AIA Practice Management Digest**, v. Winter, p. 2–4, 2007.

[12] TOMMELEIN, I.D. et al. Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Succeeding Trade Performance. In: **6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 1998.

[13] TOMMELEIN, I.D. et al. Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 5, p. 304–310, 1999.

[14] BIOTTO, C.N., et al. Virtual parade game for lean teaching and learning in students from brazil and chile. In: **29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 2021.

[15] PARRISH, K., TOMMELEIN, I.D. Making Design Decisions Using Choosing by Advantages. In: **17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 2009.

[16] RYBKOWSKI, Z.K. et al. Using Controlled Experiments to Calibrate Computer Models: The Airplane Game as a Lean Simulation Exercise. In: **16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 2008.

[17] JACOBSEN, E.L. et al. Lean Construction in a Serious Game Using a Multiplayer Virtual Reality Environment. In: **29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction,** 2021.

[18] JARA, C. et al. Accelerating Interactions in Project Design Through Extreme Collaboration and Commitment Management – A Case Study. In: **17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 2009.