ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Disseminação de práticas enxutas na construção de paredes de concreto por meio de um *serious game*

Dissemination of lean practices in concrete wall construction through a serious game

Luana de Jesus Souza
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | luanaegcivil@gmail.com
Taiane Aparecida Santos Torres
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | taianeast@gmail.com
Débora de Gois Santos
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil |deboragois@academico.ufs.br
Pamella Menezes Teodósio
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil |pamellateodosio@gmail.com
Amélia Gomes Nunes
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | ameliaengenharia@gmail.com
Henrique Rodrigues dos Santos
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | rodrigues.euqirneh@gmail.com
Jennifer Artur de Souza Ferreira
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | jenniferartur@gmail.com
Sara Araújo de Souza
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | sarinhaaraujo2010@gmail.com

Resumo

A aplicação de jogos no ambiente acadêmico tem oportunizado atributos que contribuem à formação discente. Por meio da representação de cenários reais, esse recurso tem o potencial de preparar futuros profissionais para o reconhecimento de aspectos positivos e negativos inseridos nos processos construtivos. Nesse sentido, este estudo buscou analisar, por meio do método experimental, a experiência de um jogo do tipo *serious game* desenvolvido em *software* de planilha eletrônica, estruturado com base no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, observando o emprego de boas práticas enxutas. A aplicação ocorreu com 17 discentes de diferentes períodos acadêmicos do curso de Engenharia Civil. Os resultados revelaram, de modo geral, baixo conhecimento acerca do sistema apresentado, bem como das práticas enxutas, que compreendem as boas práticas, providências que adicionam melhorias ao processo, e as atividades facilitadoras, que viabilizam a continuidade do fluxo da produção. A análise apontou um público atento, questionador e entusiasmado durante a

Como citar:
SOUZA, L .J., et al. Disseminação de práticas enxutas na construção de paredes de concreto por meio de um seriou game. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

aplicação do jogo. Além disso, através da etapa de bonificação, foi possível constatar que o jogo se revelou eficaz na promoção das boas práticas enxutas no processo construtivo em questão.

Palavras-chave: Construção enxuta. Boas práticas enxutas. Jogo sério. Gamificação. Parede de concreto.

Abstract

The application of games in the academic environment has provided attributes that contribute to student development. Through the representation of real scenarios, this resource has the potential to prepare future professionals to recognize the positive and negative aspects embedded in construction processes. In this context, this study aimed to analyze, using the experimental method, the experience of a serious game developed in spreadsheet software, structured based on the cast-in-place concrete wall construction system, while observing lean best practices. The application involved 17 students from different academic periods of the Civil Engineering course. The results revealed, in general, a low level of knowledge about the system presented, as well as about lean practices, which encompass best practices, measures that add improvements to the process, and enabling activities that ensure the continuity of production flow. The analysis indicated an attentive, inquisitive, and enthusiastic audience during the game application. Moreover, through the bonus stage, it was possible to confirm that the game effectively promoted lean best practices in the construction process in question.

Keywords: Lean construction. Best lean practices. Serious game. Gamification. Concrete wall.

INTRODUÇÃO

Reconhecendo 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 [1]**Erro! Fonte de referência n ão encontrada.**. Consequentemente, a utilização de jogos de simulação tem-se mostrado uma ótima ferramenta para o ensino tanto de discentes quanto de docentes, através de uma experiência única e realística [2][2].

Dessa forma, com o objetivo de eliminar condições que geram a interrupção do trabalho no canteiro de obras, surgiram as atividades facilitadoras, evitando que aspectos negativos atrapalhem a construção ou que positivos deixem de acontecer [3]. Dentro dessas atividades, existe a subdivisão entre elas que são as atividades antecipáveis e as de remoção de restrições, que se caracteriza pela eliminação da barreira física que impede a realização de determinado trabalho, sendo que ambas reduzem as chances de perda por *making-do* [4]. Entende-se que as atividades facilitadoras evitam o fazer por fazer na construção civil, eliminando o retrabalho, bem como outras ações que prejudicam a entrega final do produto.

Portanto, este estudo tem o objetivo de analisar a experiência de estudantes do curso de Engenharia Civil, provenientes de diferentes períodos, em um jogo do tipo *serious game* estruturado com base no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local. Buscou-se analisar a experiência de um jogo do tipo *serious game*, estruturado com base no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, observando o emprego de boas práticas enxutas.

REFERENCIAL TEÓRICO

BOAS PRÁTICAS E ATIVIDADES FACILITADORAS

A inércia observada no setor da construção civil, no âmbito da gestão de recursos, como mão de obra e materiais, resulta em elevados índices de desperdício, desvios de cronograma e aumento dos custos dos empreendimentos [5]. Em face dessas consideráveis perdas, os princípios da filosofia enxuta ganharam relevância, dada sua premissa fundamental de eliminar atividades que não agregam valor ao produto final, isto é, a redução ou eliminação de perdas [6].

Nesse contexto, inserem-se as boas práticas, que são atividades que favorecem a melhoria dos processos construtivos, além de colaborarem com a erradicação ou eliminação de um tipo muito particular de perda, o *making-do* [3]. Nessa variação de perda, as tarefas são realizadas sem que seus pré-requisitos estejam disponíveis, culminando em maiores despesas operacionais, aumento do tempo de execução de serviços, redução da produtividade, retrabalho, redução da qualidade, aumento dos prazos e diminuição da segurança [7].

Dentre as possíveis boas práticas a serem adotadas, as atividades facilitadoras se destacam por reduzir ou impedir interrupções ao longo do processo construtivo [4]. De acordo com [4] essas atividades estão atreladas ao conceito de melhoria contínua e proporcionam um fluxo contínuo de produção, alcançado mediante a remoção de restrições ou através de antecipações gerenciais, reduzindo, assim, as chances de perda por *making-do*.

A importância das atividades facilitadoras no gerenciamento da produção na construção civil se dá justamente porque o setor possui muitas peculiaridades quanto à padronização dos processos. Essa variabilidade pode originar improvisações, retrabalho ou falhas no trabalho, configurando interrupções e perdas [8]

Nesse ínterim, as atividades facilitadoras são classificadas em nove categorias, criadas com base nas causas das interrupções nos processos, sendo elas: acesso, projeto, preparação do trabalho, conferência do trabalho, conflito espacial, sequenciamento, proteção dos operários, proteção dos processos e programação de obra [4].

Nessa perspectiva, entende-se que muitos gerentes de obra tenham internalizado o conhecimento dessas boas práticas devido à experiência acumulada ao longo de anos. No entanto, observa-se que esse conhecimento não é disseminado e, por isso, se perde quando o profissional deixa a obra [9].

Assim, torna-se evidente que as ferramentas de gestão que incorporam atividades facilitadoras desempenham um papel crucial na tomada de decisões no campo de produção. Isso se deve ao fato de que, nas operações diárias no campo, os gestores frequentemente não possuem tempo viável para resolver problemas de maneira assertiva. Consequentemente, as decisões tomadas são as possíveis dentro das circunstâncias, em vez de serem as mais eficazes e eficientes [4].

Considerando este cenário, uma das estratégias potenciais para disseminar o conhecimento enxuto tem sido a adoção de jogos e/ou simulações para fins

educacionais e de treinamento. Os benefícios decorrentes incluem a promoção da liderança, aprimoramento da tomada de decisão, estímulo ao interesse pelo aprendizado e a assimilação de conceitos [10].

JOGOS PARA ENSINO

No cenário da construção civil, os profissionais têm dificuldade em gerenciar, liderar e tomar decisões rápidas. Como forma de resolução, os treinamentos devem incluir atividades em equipe para melhorar essas habilidades. Por isso, muitos pesquisadores buscam formas de aprimorar o processo de ensino nas aulas de Engenharia [11].

Uma das estratégias mais utilizadas para promover a melhoria do ensino-aprendizagem entre as organizações é através do uso de jogos. Mas quando se trata de educação profissional, o jogo é totalmente diferente, pois é necessário abordar uma infinidade de especificidades. Isso exige especialistas que tenham experiência na área para ajustar e direcionar o foco do que precisa ser aprendido. Este desafio é vital para o nascimento de um produto educacional capaz de conduzir a teoria diretamente à aplicação prática [12].

A aprendizagem começa assim que um indivíduo se depara com novas informações, desencadeando a assimilação de ideias (ou mesmo habilidades) após reflexão com outras pessoas. Os jogos, portanto, destacam-se como recursos eficazes tanto na graduação como na formação profissional (treinamento) onde a aprendizagem ocorre, não podendo ser substituídos por nenhum outro meio, uma vez que injetam nos ambientes de ensino aquela dimensão prática/experimental que sublinha um maior aprimoramento nas atividades profissionais com as quais as pessoas estão envolvidas no dia a dia [12].

Os jogos no ensino, especialmente na área de engenharia, emergem como um recurso pedagógico crucial e têm sido amplamente empregados em diversos campos [13]. Os jogos de aprendizagem consistem em uma ferramenta lúdica utilizada para desenvolver nos participantes novas habilidades e novos conhecimentos, ou servir como reforço para o que já existe [14].

Neste mesmo viés, [14] abordam a gamificação, que é um recurso útil para fins de aprendizagem, utilizando apenas elementos característicos de jogos, ou seja, a incorporação de partes de um design dos jogos em um ambiente educacional. Esses artifícios demonstram ser eficientes para o envolvimento do estudante no conteúdo ao longo do período, sendo também eficaz para consolidar conceitos previamente ensinados [14].

Não obstante ao uso dos jogos de aprendizagem e da gamificação, o uso dos jogos sérios utiliza-se dos mecanismos para a geração de conhecimentos, habilidades e mudanças de comportamento. O que distingue os jogos sérios de outras ferramentas é o engajamento proporcionado aos participantes, que conseguem explorar decisões e ações diferentes, resultando em um envolvimento emocional [15]. Como forma de potencializar os benefícios, essa ferramenta de ensino precisa ter maior autenticidade na representação do cenário real para com o simulado [15].

O uso de jogos sérios tem sido investigado em diversos campos do conhecimento, devido ao desafio emergente de captar a atenção dos discentes e incentivá-los na aprendizagem [16].

No cenário educacional, essa prática ativa tem se mostrado eficaz na compreensão e disseminação da construção enxuta. Surgindo como uma alternativa ao método tradicional de ensino, a implementação dos jogos sérios permite a potencialização do processo de aprendizagem dos discentes e na solução de problemas práticos por meio da aplicação dos conceitos e ferramentas *lean* [16].

Assim, o campo da engenharia introduziu os jogos como ferramenta para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, sendo frequentemente usados para ensinar conceitos de construção, logística, gerenciamento de projetos e programação de produção.

Desta forma, é importante compreender o propósito de incorporar estas atividades interativas em ambientes educacionais, para avaliar de forma eficaz o processo de aprendizagem. Uma vez que o uso dessas atividades lúdicas, muitas vezes traça o objetivo de proporcionar uma experiência prática; desenvolver habilidades gerenciais e aprender um conteúdo específico [11].

MÉTODO

Este trabalho trata-se de uma pesquisa experimental, uma vez que a sua metodologia é composta pela aplicação de um jogo, cujo público-alvo foi discentes do curso de graduação de Engenharia civil de períodos multivariados. A pesquisa experimental consiste na definição do objeto de estudo, determinação de interferências durante o procedimento, autonomia na criação de técnicas de controle e, por fim, observação do comportamento dos participantes durante o processo [16][17].

OBJETO DE ESTUDO

Neste *serious game* digital, os jogadores são desafiados a inserir providências em um tabuleiro virtual, desenvolvido no *software MS* Excel®. A estrutura do tabuleiro segue o fluxograma da construção de um pavimento-tipo, utilizando o sistema de paredes de concreto moldadas no local, com foco na aplicação de boas práticas enxutas. Participaram 17 discentes, que seguiram as etapas do jogo e compartilharam seus resultados individuais.

Inicialmente, foram explicados o funcionamento e as regras do jogo, estabelecendo-se um tempo máximo de 45 minutos para sua execução. Por se tratar de um jogo virtual e individual, foi necessário o uso de computadores para a aplicação. No jogo, cada participante teve como objetivo selecionar, entre 40 medidas disponíveis (Apêndice A), as ações essenciais para a construção de um pavimento-tipo, seguindo um processo padrão simplificado do sistema construtivo mencionado.

Após a seleção das ações, o placar de cada jogador foi automaticamente gerado. A pontuação foi atribuída da seguinte maneira: boas práticas valiam 1 ponto, atividades facilitadoras 2 pontos, falhas graves resultavam em -2 pontos, e falhas leves em -1

ponto. As atividades escolhidas foram destacadas por cores no tabuleiro, que se tornou colorido e não editável: boas práticas foram representadas em verde, atividades facilitadoras em azul, falhas graves em preto, e falhas leves em amarelo. A legenda fornecida no tabuleiro facilitou a identificação dessas categorias para os jogadores.

Os participantes tiveram a opção de receber uma bonificação ao participar da etapa "Fixação de Conceitos". Nesta fase, os discentes identificaram, com base na experiência anterior, as boas práticas já inseridas no fluxograma padrão estruturado no tabuleiro, garantindo meio ponto adicional por acerto. Ao término do jogo, foi gerado um arquivo PDF contendo as respostas de cada jogador, que foi posteriormente compartilhado para análise.

COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

Para a coleta de informações sobre a dinâmica analisou-se as respostas fornecidas por cada um dos discentes participantes. De posse desses dados, foram realizadas duas análises. A primeira consistiu na verificação da quantidade de respostas nas categorias: boas práticas, atividades facilitadoras e falhas (graves e leves). A segunda estudou a pontuação total dos participantes e a pontuação extra, para aqueles que participaram da etapa opcional “Fixação de Conceitos”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a proposta do *serious game* apresentada, buscou-se contribuir para o desenvolvimento de competências gerenciais de discentes de engenharia civil e, mesmo que de forma simulada, aproximá-los da realidade dos canteiros de obras. Isso permitiu aos discentes adquirir conhecimento ou reconhecimento de práticas que facilitam a dinâmica de processos construtivos e resultam em melhores ganhos para a indústria da construção, ou seja, expor profissionais à realidade é fundamental para a identificação e desenvolvimento de habilidades gerenciais [10].

Assim, foram explorados os conceitos por trás do jogo, dadas as orientações e apresentada a sua interface. Nesse primeiro momento, já se notava a atenção por parte dos discentes, o que se caracteriza como um ponto positivo para o uso deste recurso.

Isso é especialmente relevante, considerando uma das particularidades evidenciadas por essa nova geração de aprendizes [12], que é a tendência à desatenção. Posteriormente, foram sanadas algumas dúvidas levantadas pelos estudantes e iniciou-se a contagem de 45 minutos para entrega dos resultados (Figura 1).

Figura 1: Registro da dinâmica com os discentes

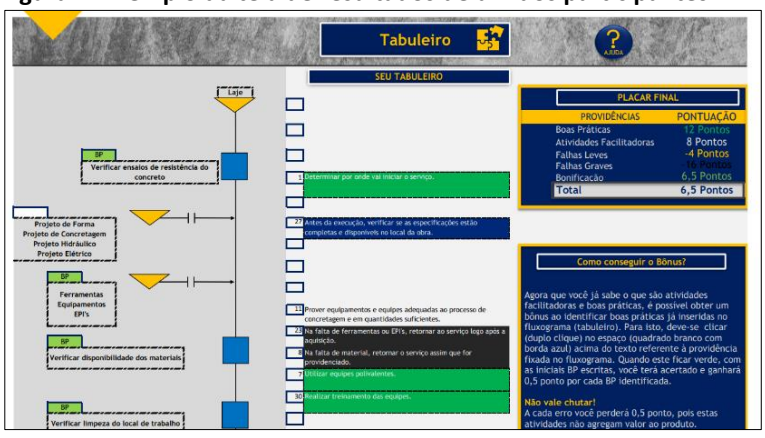


Fonte: Autores (2024).

Após o início do jogo propriamente dito, percebeu-se que alguns participantes demonstraram dificuldade em entender a sequência do fluxograma padrão do jogo. Esse comportamento pode estar atrelado ao fato de alguns não terem contato com o sistema, mas também serem expostos a uma visão macro do processo. Para melhor situar-se nesse sentido, foi observado que alguns deles criaram seu próprio esboço. Além disso, ao longo da dinâmica, alguns discentes se mostraram bem questionadores, depreendendo-se que estes não somente desejavam fazer por fazer, mas compreender o que estavam fazendo.

Finalizado o tempo de jogo, os participantes puderam explorar o placar (Figura 2), constatando quais dentre as providências inseridas, foram positivas (boas práticas e atividades facilitadoras) ou negativas (falhas leves e graves). Esse momento expôs um certo descontentamento por parte daqueles que obtiveram pontuação abaixo da desejada, ao mesmo tempo que retratou surpresa em outros, que alcançaram placar superior ao esperado dada a pouca experiência com o sistema. Visando constatar se os conceitos foram absorvidos, o jogo dispõe ainda de uma fase de bonificação. Dessa forma, os participantes puderam identificar as boas práticas já incorporadas no fluxograma padrão do processo, com base na experiência adquirida durante o jogo, e assim aumentar sua pontuação final.

Figura 2: Exemplo da tela de resultados de um dos participantes



Fonte: Autores (2024).

Ao fazer uma análise detalhada dos resultados, foi possível visualizar alguns contextos. Verificou-se que apenas dois discentes não participaram do benefício da bonificação. Isso aconteceu porque o tempo esgotou, o que poderia ter elevado o seu resultado final; alguns apresentaram um perfil mais conservador, já outros se mostraram mais ousados e arriscaram mais, essa postura pode ter culminado no fato seguinte. Um dos discentes embora tenha incorporado providências positivas ao longo do processo, estas não foram o bastante para impedir que sua pontuação fosse zerada, evento ímpar nesta aplicação, consequência do grande quantitativo de falhas graves adicionadas.

A redução da pontuação em virtude do montante de falhas graves inseridas se repetiu com mais participantes. Esse cenário indica a ausência da incorporação de atividades facilitadoras ou de práticas vigentes em prescrições normativas, acarretando interrupções ou perdas no processo. O desenvolvimento no jogo está muito ligado à vivência e experiência de cada um, que talvez por não conhecer o processo ou não possuir experiência com o canteiro de obras induziram alguns participantes a associar atividades no momento errado do processo. Isso posto, o compêndio dos resultados de todos os participantes é apresentado na Tabela 1, onde BP significa boas práticas, AF atividades facilitadoras, FL falhas leves, FG falhas graves e BF resultado da fase de bonificação.

Tabela 1: Resultado da dinâmica com os discentes

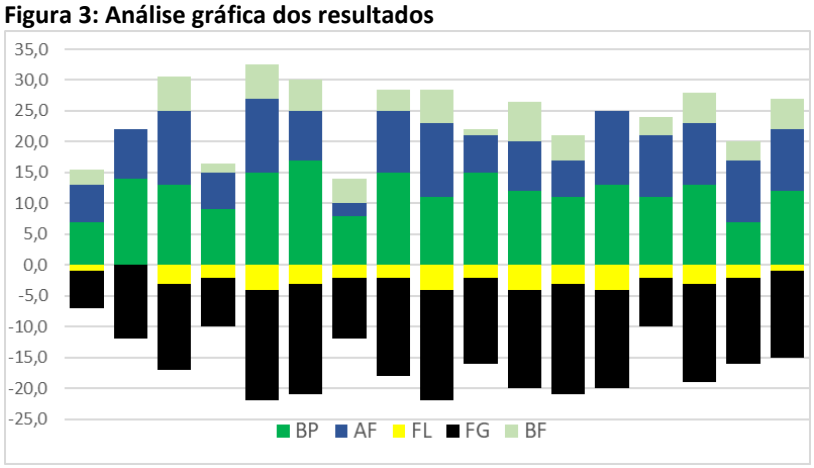
QTD	PROVIDÊNCIAS					TOTAL
	BP	AF	FL	FG	BF	
1	7	6	-1	-6	2,5	**8,5**
2	14	8	0	-12	-	**10,0**
3	13	12	-3	-14	5,5	**13,5**
4	9	6	-2	-8	1,5	**6,5**
5	15	12	-4	-18	5,5	**10,5**
6	17	8	-3	-18	5,0	**9,0**
7	8	2	-2	-10	4,0	**2,0**
8	15	10	-2	-16	3,5	**10,5**
9	11	12	-4	-18	5,5	**6,5**
10	15	6	-2	-14	1,0	**6,0**
11	12	8	-4	-16	6,5	**6,5**
12	11	6	-3	-18	4,0	**0,0**
13	13	12	-4	-16	-	**5,0**
14	11	10	-2	-8	3,0	**14,0**
15	13	10	-3	-16	5,0	**9,0**
16	7	10	-2	-14	3,0	**4,0**
17	12	10	-1	-14	5,0	**12,0**
Média	**12**	**9**	**-2**	**-14**	**4,0**	**8,0**

Fonte: Autores (2024).

Dado os resultados, procedeu-se à análise visual do comportamento das tomadas de decisão dos participantes, por meio da Figura 3. Verifica-se que, de modo geral, a extensão positiva do gráfico é superior à negativa. Entretanto, a grande adoção de falhas graves, representada pela porção em preto do gráfico, culminou na anulação da pontuação associada a boas práticas. Esse cenário pode ser associado ao canteiro de

obras, onde, apesar da busca pela industrialização da construção civil, ainda persiste a marcante característica de processo artesanal, o que por vezes resulta em perdas no processo devido à falta de integração.

Figura 3: Análise gráfica dos resultados



Fonte: Autores (2024).

Cumpre mencionar que, dentre as 40 ações disponíveis no jogo, 19 são consideradas boas práticas (BP), 7 são atividades facilitadoras (AF), 4 são classificadas como falhas leves (FL) e 10 são consideradas falhas graves (FG). Nesse contexto, às BP são atribuídas a 1 ponto, enquanto às AF valem 2 pontos, quando inseridas no momento oportuno. Por outro lado, as FL acarretam uma dedução de -1 ponto, enquanto as FG resultam em uma penalidade de -2 pontos, independentemente do momento em que são inseridas.

Nesse contexto, ao confrontar o número de providências disponíveis no jogo às empregadas pelos discentes, verificou-se que a média das positivas foi superior a mais da metade da pontuação máxima disponível para cada categoria, o que seria um panorama otimista se as falhas graves não tivessem levemente superado essas ações (Figura 4).

Figura 4: Comparativo entre a média e pontuação disponível para cada providência



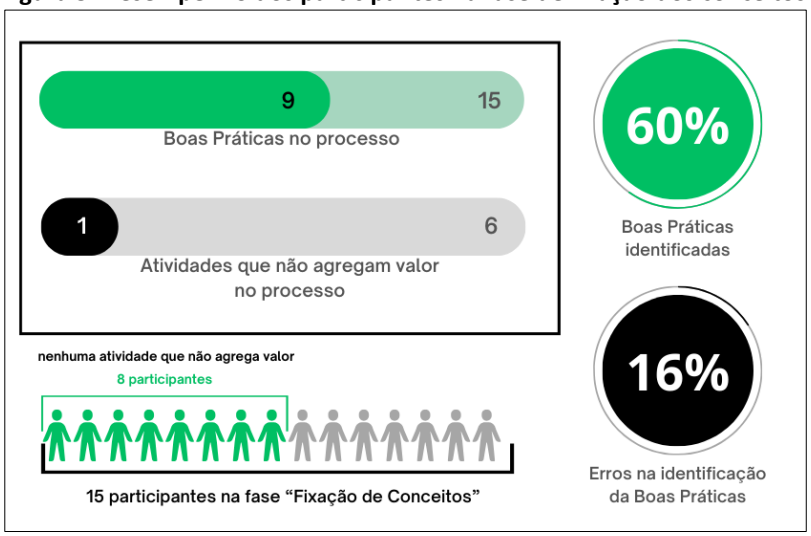
Fonte: Autores (2024).

Acredita-se que essa intercorrência pode ser melhor trabalhada e as falhas reconhecidas se este público for exposto desde já à construção de uma mentalidade enxuta. A realização de jogos no ambiente acadêmico, é um caminho para disseminação do conhecimento enxuto [9].

Após a análise dos resultados gerais, na etapa de fixação de conceitos, o participante tem a oportunidade de revisitar e aprimorar sua compreensão das definições das ações exploradas no jogo. A partir disso, de forma opcional, mas cumulativa, ele pode identificar boas práticas ao longo do processo. Nessa fase do jogo, 15 ações previamente inseridas no processo padrão são reconhecidas como boas práticas, enquanto 6 ações não agregam valor ao produto, ou seja, são áreas passíveis de melhoria no processo.

Com o resultado dessa etapa, percebeu-se que os discentes internalizaram os princípios da mentalidade enxuta. Das boas práticas dispostas nessa etapa, 60% foram reconhecidas. Entretanto, uma média de 16% de erros na identificação ainda foram constatados, mesmo que as atividades apontadas não se configurassem como falha e sim como atividades que não agregam valor (Figura 5). O fator tempo e a preocupação com a possível redução da pontuação podem ter desencorajado alguns participantes de arriscarem mais e, consequentemente, ampliarem o número de práticas identificadas.

Figura 5: Desempenho dos participantes na fase de fixação dos conceitos

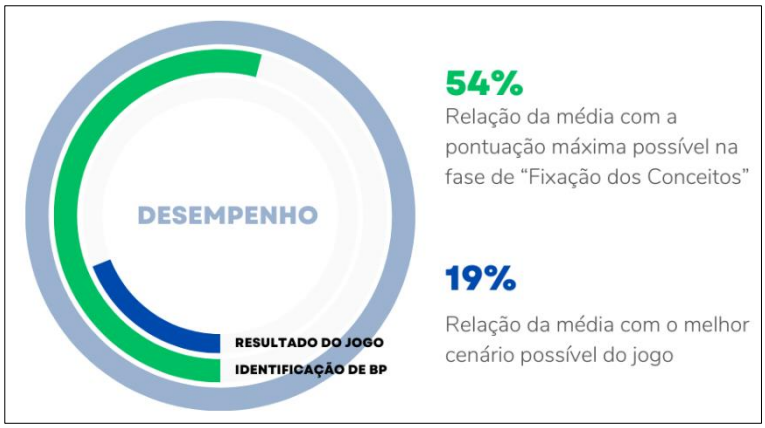


Fonte: Autores (2024).

Ao comparar o desempenho global no jogo, a média geral atingiu 8 pontos (quando a pontuação máxima do cenário ideal aponta para 40,5 pontos), enquanto, na fase de fixação dos conceitos (com cenário ideal representando uma pontuação de 7,5 pontos), a média geral foi de 4 pontos. Isso evidenciou um notável avanço na internalização dos princípios da mentalidade enxuta (Figura 6). Embora esta fase ofereça menos oportunidades para erros, o que poderia contribuir para um cenário mais favorável na pontuação, a análise anterior da média de erros de 16% (Figura 5) contrasta com o resultado geral do jogo, onde a taxa de adoção de falhas variou de

62% a 69% (Figura 4). Essa disparidade fortalece a conclusão acerca da evolução percebida.

Figura 6: Comparação entre o desempenho no jogo e a fase de Fixação dos Conceitos



Fonte: Autores (2024).

Diante de todas as considerações apresentadas, constatou-se que o jogo contribuiu significativamente para a introdução da mentalidade enxuta e para a disseminação das boas práticas no processo construtivo em questão. Os participantes envolvidos na dinâmica conseguiram, de maneira geral, reconhecer as atividades que proporcionavam melhorias no processo após a participarem do jogo. Além disso, ao término da dinâmica, demonstraram entusiasmo com a estratégia de aplicação do jogo, a ponto de solicitarem sua adaptação para outros processos construtivos. Dessa forma, poderiam vivenciar uma experiência de simulação com outras disciplinas e processos, bem como poderiam prosseguir na construção da mentalidade proposta por este estudo.

De maneira complementar a essa constatação, segundo relatado por um dos discentes envolvidos na aplicação, "a participação em jogos ajuda a fixar conceitos importantes de forma interativa e descontraída, além de permitir aprender novos conceitos", acrescentando que "a sua realização com maior frequência poderia contribuir para uma aprendizagem mais eficiente", confirmando os benefícios oportunizados pelo emprego deste recurso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante o exposto, as evidências apontaram que a simulação prática é uma maneira eficaz de disseminar os princípios do pensamento enxuto. A implementação de jogos educativos para o ensino de gestão na construção tem o poder de impactar positivamente os estudantes, incentivando-os a se envolver ativamente no gerenciamento e proporcionando uma experiência próxima da realidade. Além disso, essa abordagem possibilita a visualização concreta de conceitos e processos que, muitas vezes, são apenas discutidos de forma teórica, contribuindo assim para uma compreensão mais profunda e prática do conteúdo.

Em suma, embora algumas pontuações tenham revelado dificuldades na assimilação das etapas construtivas e ausência de reconhecimento de práticas, que poderiam evitar interrupções e ou facilitar a execução do serviço, os resultados deste estudo apontaram o impacto positivo do uso de *serious games* na disseminação de práticas enxutas na construção de paredes de concreto. Comprovado pela demonstração de compreensão das atividades que promovem melhorias no processo construtivo após a participação no jogo, destacando a eficácia dessa abordagem para introduzir a mentalidade enxuta e disseminar boas práticas.

Essa afirmação se baseou na observação da etapa de bonificação, dado que grande parte dos participantes conseguiu reconhecer, ao longo do fluxograma que reproduz as etapas do sistema construtivo trabalhado, os passos do processo que se caracterizam como boas práticas.

Além disso, o entusiasmo dos participantes com a estratégia de aplicação do jogo e sua solicitação para adaptação a outros processos construtivos, ressaltaram o potencial contínuo dessa ferramenta como uma forma de simulação interativa e eficaz para promover aprendizado e desenvolvimento de habilidades. Adicionalmente, de acordo com o *feedback* dos discentes, a realização frequente de jogos poderia ainda aprimorar a eficiência da aprendizagem, reforçando a importância e os benefícios de incorporar essa abordagem no contexto educacional e profissional da construção civil.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

[1] 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.

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

[3] MESQUITA, V. F. **Desenvolvimento de jogo didático para tornar prático o uso das atividades que contribuem para a melhoria de processo:** elevação da alvenaria estrutural. 2014. 168p. Dissertação (Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2014.

[4] SANTOS, D. G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para identificação de atividades facilitadoras**, 2004. 219p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004.

[5] BERGAMO, B.; CATAI, R. E. Aplicação do planejamento de curto prazo: estudo de caso em um canteiro de obras. **Brazilian Journal of Production Engineering**, 9(4), 2023, p.290-305.

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

[7] KOSKELA, L. Making-do – The eighth category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., Helsingør, Denmark, 2004. **Proceedings** […] Helsingør: IGLC, 2004.

[8] SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 39-52, abr./jun. 2017. ISSN 1678-8621.

[9] SANTOS, D. G.; GROSSKOPF, J.; SOUZA, A. M.; SANTOS NETO, A. T.; HEINECK, L. F. M. Utilization of extra planning activities by construction companies in Sergipe, Brazil In: ANNUAL CONFERENCE OF THE IGLC, 20., 2012, San Diego. **Proceedings** […] San Diego: IGLC, 2012.

[10] NUNES, A. G.; SOUZA, L. de J.; VIANA, M. R.; CARVALHO, M. C.; SANTOS, D. de G.; MICHELAN, D. C. de G. S.; FERREIRA, F. B. Informações necessárias para alimentar um software de jogo didático de boas práticas enxutas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12.

[11] MORAES, M. N.; CARDOSO, P. A. Jogos para ensino em engenharia e desenvolvimento de habilidades. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 39, p. 19-29, 2018.

[12] 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. 11-11, 2011.

[13] VIANA, M. R.; SANTOS, D. de G. S.; VASCONCELOS, C. A. Jogo didático no ensino de conceitos lean na disciplina de administração de obras: relato de experiência. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 7, p. e021045-e021045, 2021.

[14] BOLLER, S.; KAPP, K. **Jogar para aprender**: Tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes. 1 ed. São Paulo, SP: DVS Editora, 2018. 207 p. ISBN 9878582891957.

[15] DE LA TORRE, R.; ONGGO, B. S.; CORLU, C.G.; NOGAL, M.; JUAN, A. A. The role of simulation and serious games in teaching concepts on circular economy and sustainable energy. **Energies**, v. 14, n. 4, p. 1138, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/en14041138

[16] 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. ISSN 1678-862

[17] GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas. 2017.

APÊNDICE A – Lista de providências disponíveis no jogo

LISTA DE PROVIDÊNCIAS
Boas Práticas
Determinar por onde vai iniciar o serviço.
Utilizar equipamento de transporte vertical.
Utilizar sistema de reservação e bombeamento de água.
Utilizar equipes polivalentes.
Conferir documento de entrega, certificando-se de que o concreto corresponde ao solicitado.
Utilizar concreto autoadensável.
Prover equipamentos e equipes adequadas ao processo de concretagem e em quantidades suficientes.
Manter faquetas que servirão para fixação das bandejas do pavimento seguinte.
Limpar a superfície interna das formas e verificar a condição de estanqueidade das juntas.
Conferir cobrimento e espaçadores uniformemente distribuídos.
Conferir geometria dos painéis e o alinhamento e a espessura das paredes.
Realizar pré-montagem dos kits para a tubulação hidráulica e/ou kit elétrica.
Realizar treinamento das equipes.
Consultar projetos de instalações compatibilizados.
Verificar localização dos furos de passagem, eletrodutos e caixas sobre a laje.
Conferir dimensões, posicionamento e quantidade das armaduras.
Criar vias de acesso para o equipamento de transporte vertical.
Atentar-se, pois nenhuma faqueta pode ficar sem a proteção.
Usar telas de armação prontas.
Atividades facilitadoras
Realizar, no mesmo turno, a concretagem de todas as paredes do mesmo ciclo construtivo.
Verificar a adoção de shafts para instalações em encontros de paredes ou com diâmetro superior ao permitido.
Verificar o nível de oxidação das armaduras antes da montagem.
Conferir o serviço a cada etapa de execução para evitar retrabalhos por erros construtivos.
Antes da execução, verificar se as especificações estão completas e disponíveis no local da obra.
Para o lançamento do concreto, o caminho deve ser favorável a não gerar deslocamento da armadura da laje.
Iniciar montagem de bandeja (ciclo posterior).
Falhas Graves
Realizar compatibilização dos projetos assim que a obra for iniciada.
Realocar ferragem e outros elementos deslocados durante a concretagem.
Na falta de material, retornar o serviço assim que for providenciado.
Atentar, logo após a concretagem, se existe abertura sem faqueta.
Nivelar o contrapiso pelo ponto mais alto da laje.
Na falta de ferramentas ou EPI's, retornar ao serviço logo após a aquisição.
Iniciar o lançamento do concreto do ponto de saída do guincho ou poço da escada.
Realizar montagem dos painéis do canto para o centro, a fim de garantir o encaixe das formas.
Conferir espaçadores e reforços após a montagem das formas.
Em caso de erro de compatibilização de projetos, retornar ao serviço após a compatibilização.
Falhas Leves
Corrigir imperfeições na superfície das paredes, a exemplo de armaduras expostas.
Delegar a maior equipe aos processos de lançamento e adensamento, para garantir qualidade.
Retirar por último as faquetas que foram inseridas sem o invólucro, a fim de agilizar o processo.
Aplicar desmoldante em local separado para evitar acúmulo de sujeira proveniente do ciclo atual.

Como citar:
SOUZA, L .J., et al. Disseminação de práticas enxutas na construção de paredes de concreto por meio de um seriou game. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.