



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

A COMPILAÇÃO DE JOGOS COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE CONCEITOS ENXUTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3745

Micaella da Silva Teixeira Rodrigues - micaellateixeira@gmail.com

COGERH

Rua Luciano Magalhães 350

60415-150 - Fortaleza - CE

Maria Micheline Barreto Gomes - michelinebgomes@gmail.com

Universidade Federal do Ceará

--

Luiz Fernando Mahlmann Heineck - luiz.heineck@uece.br

Universidade Estadual do Ceará

Rua Visconde de Mauá 470

60125-160 - Fortaleza - CE

Resumo: Esta pesquisa tem como objetivo reunir e analisar os principais jogos didáticos e simulações de gerenciamento da produção existentes no Brasil e a nível internacional, agrupando-os em tópicos de interesse para ensino desta disciplina voltada à indústria da Construção Civil. Para tal, procuraram-se artigos referentes ao assunto nos anais de encontros de engenharia de produção, congressos de ensino em engenharia, sites relacionados e periódicos eletrônicos. Também foram analisados relatórios de aplicação de jogos em sala de aula, procurando-se visualizar que conceitos eram trabalhados nestes jogos e que conclusões os alunos extraíam de suas aplicações. Como resultado da análise elaborou-se um quadro resumido das características destes jogos, voltado para aspectos práticos e tópicos por eles abordados. Ao final da análise foi constatado que grande parte dos tópicos do Just-In-Time, de estabilidade e padronização de processos tinham sido abordados, entretanto, a parte de autonomia, um dos pilares do Sistema Toyota de Produção não tinha sido bem trabalhada, ficando como sugestão a elaboração de jogos contemplando conceitos deste pilar. Além disso, sugerem-se algumas modificações em três dos jogos analisados, finalizando

Promoção:



Realização:





COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

com questionamentos a respeito das perspectivas sobre jogos didáticos para ensino de gerenciamento da produção.

Palavras-chave: *Jogos, Produção enxuta, Gerenciamento da Produção, Construção Civil*

Promoção:



Realização:



A COMPILAÇÃO DE JOGOS COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE CONCEITOS ENXUTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

1 INTRODUÇÃO

O uso de jogos didáticos no ensino tem sido um instrumento utilizado para melhorar a eficiência do aprendizado. A simulação por meio de jogos tem pontos positivos como o desenvolvimento da aprendizagem cooperativa, a pesquisa em grupo, a troca de resultados, a capacidade de observar as consequências das decisões e a possibilidade de aprender com os erros (JARDIM; CECÍLIO, 2013). No entanto, os autores também apontam pontos negativos como a competição excessiva entre as equipes, o monopólio de determinados alunos sobre o grupo, o desequilíbrio entre a complexidade do jogo e a motivação dos participantes.

Apesar disso, os jogos de simulação apresentam meios alternativos para lidar com os entraves relacionados ao conhecimento, a disseminação e a cooperação, apresentando os princípios lean e introduzindo o conceito de gerenciamento (GONZÁLEZ *et al.* 2014). Para obter os benefícios da construção enxuta, as construtoras devem integrar e capacitar todas as pessoas envolvidas no processo de construção, seja dentro ou fora do local. De modo que, os trabalhadores da construção precisam ser treinados em conceitos e princípios da construção enxuta (HAMZEH; ALBANNA, 2019). Esse autores por meio da aplicação de um questionário com os trabalhadores, verificaram que os jogos ajudam os funcionários a implementar suas funções enxutas adequadamente, entender os conceitos de construção enxuta e integrar totalmente o perfil de conhecimento segundo os temas apresentados.

De acordo com Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção (STP) se apóia em dois pilares (*JIT* e *Jidoka*), além de agregar valores como foco no cliente, estabilidade, padronização e envolvimento (Figura 1).

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: DENNIS (2008)

Conforme Dennis (2008), a produção *Just-In-Time* obedece as seguintes diretrizes: produção de itens segundo a necessidade do cliente; o nivelamento da demanda; a conexão de todos os processos à demanda do cliente por meio de ferramentas visuais simples (*kanbans*); a maximização da flexibilidade de pessoas e máquinas, através do

treinamento de funcionários em todas as etapas do processo produtivo. Além disso, o autor define *Jidoka* (autonomação) como uma expressão relacionada aos trabalhadores e às máquinas inteligentes, identificando os erros e decidindo por contramedidas rápidas, entre essas estão o uso de *Poka-Yoke* (dispositivos simples, de baixo custo, que detectem situações anormais antes que ocorram ou que parem a linha de produção uma vez que elas tenham ocorrido) e sistemas de inspeção.

Dentro deste contexto o artigo busca compilar jogos e simulações que contemplam o STP tanto em manufaturas convencionais (fazendo um paralelo com a Indústria da Construção Civil) quanto abordando diretamente estes conceitos em simulações de ambientes de construção.

2 METODOLOGIA

Por se tratar de uma revisão de literatura, inicialmente se buscou fontes ligadas à educação em engenharia (de produção, civil e outras), principalmente aquelas relacionadas a métodos alternativos de ensino. Procurou-se reunir conceitos sobre *lean production* e *lean construction*. Em seguida, foram consultados endereços eletrônicos que forneceriam acessos a anais, periódicos, jornais e artigos no domínio da construção civil, engenharia de produção, gerenciamento da produção e educação em Engenharia a fim de selecionar os jogos que seriam utilizados no estudo. Além disso, por meio de material desenvolvido por docentes da Universidade Federal do Ceará (UFC) foi possível ter acesso a muitos dos jogos ainda não publicados, os quais contribuíram para a pesquisa.

Para análise das publicações procurou-se reunir informações quanto às regras de cada um dos jogos, o modo de jogar, o número de jogadores, os conceitos abordados e os resultados alcançados. Também foram enumerados os principais tópicos de *lean production* em um contexto geral, sendo que os de maior relevância foram selecionados. Após a escolha, os jogos foram analisados e relacionando-os em tópicos de acordo com a casa do Sistema Toyota de Produção (STP), tecendo possíveis comentários sobre as deficiências encontradas. Por fim, foram escolhidos três jogos, para os quais foram sugeridas alterações visando torná-los mais completos.

3 ANÁLISE DOS JOGOS

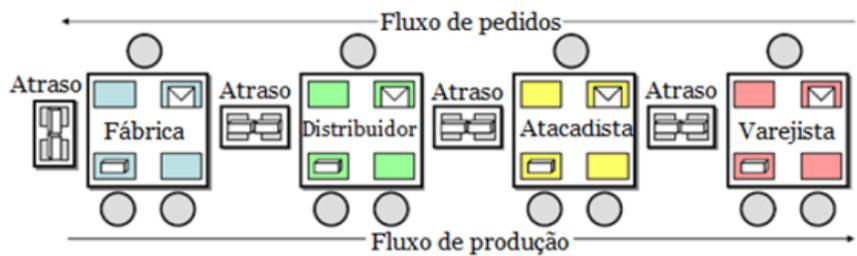
Os jogos selecionados foram classificados de acordo com as definições presentes na casa do STP, conforme apresentado por Dennis (2008). São quatro as classificações: a estabilidade e a padronização que estão apoiadas na base, os dois pilares *Just-In-Time* (JIT) e *Jidoka* (autonomação) e o foco no cliente (que representa a aplicação de grande parte dos conceitos). Alguns jogos se enquadram em mais de uma classificação, porém foram classificados no conceito mais trabalhado.

3.1 Estabilidade

O *Beer Game* foi desenvolvido pelo Massachusetts Institute of Technology em 1960 (STERMAN, 1992). O jogo envolve uma cadeia de suprimentos com quatro atores, a fábrica, o distribuidor, o varejista e o cliente final (Figura 2), que devem tomar decisões de reposições independentes com informações limitadas (LEE; PADMANABHAN; WHANG, 2004). O desafio desse jogo é realizar os pedidos sem ter a informação global da quantidade real de produtos, o estoque dos membros da cadeia e a demanda do cliente final. Na Indústria da Construção Civil (ICC) percebe-se que o produto final depende dos fornecedores dos múltiplos produtos existentes. Logo, ocorrendo problemas nesta

interação há atraso nos suprimentos destes produtos, e conseqüentemente, atrasa a entrega do empreendimento.

Figura 2 – Atores na cadeia de suprimentos da
cerveja.



Fonte: RIEMER (2008)

Já o *Parade Game* foi criado por Tommelein *et al* (1999) para avaliar o conceito de variabilidade em atividades seqüenciadas e dependentes com transferências de uma fase para a próxima determinada pelo lançamento de um dado, simulando um processo sujeito a variabilidade. Isso ilustra o que ocorre com as atividades dentro de um canteiro de obras, como por exemplo, o levantamento da estrutura que envolve a produção e preparo das formas, a montagem da armadura, a produção do concreto, a concretagem e o acabamento.

3.2 Padronização

Co, Co e Meriguet (2008) apresentaram os resultados do “Heijunka Didático” ou jogo do nivelamento da produção. Segundo os autores, esse jogo visa comparar aspectos do contexto da produção em massa com os da produção enxuta. Para isso são utilizadas cartas de baralho (“ás”, “rei”, “dama” e “valete”) que fazem o papel dos quatro tipos de produtos solicitados pelos clientes em proporções distintas. Vale ressaltar que esse jogo apresenta tanto conceitos de JIT quanto conceitos de padronização. No entanto, optou-se por classificá-lo segundo a padronização em função do nivelamento da produção.

Silveira e Heineck (2007) desenvolveram o Jogo do Andaime com o intuito de abordar os conceitos de redução de tempo de *setup* por meio da padronização das atividades (formação de pacotes de trabalho), conceitos de *JIT* e envolvimento da equipe. O jogo consiste na criação de andaimes em duas dimensões para a execução de serviços em altura (alvenaria e revestimento de teto) por meio da colagem de cartolinas em um edifício esquemático de seis andares (Figura 3).

Figura 3 – Andaimes construídos pelas equipes e
visualização dos desníveis entre os andares.



Fonte: SILVEIRA; HEINECK (2007)



Segundo os autores, o desafio do jogo está na variação dos níveis da laje em cada pavimento, exige-se dos participantes a elaboração de andaimes inteligentes para reduzir o tempo de preparação para o trabalho seguinte, bem como aspectos estratégicos ligados à seqüência de execução do trabalho. O resultado apresentando destacou adoção de pequenos grupos para a redução do tempo de setup e com isso proporcionou ganhos potenciais com a redução do tempo de preparação.

3.3 Just-In-Time (JIT)

O Jogo do Barco busca explorar conceitos como produtividade econômica, produtividade horária, multifuncionalidade, *takt time*, geração e eliminação de estoques intermediários. De modo que o objetivo desse jogo é produzir a maior quantidade de barcos no menor espaço de tempo e, se possível, utilizar conceitos presentes no STP (formação de pacotes de trabalho, utilização de *kanbans*, eliminação de gargalos) a fim de melhorar a produção dos barcos. Consiste em uma atividade simples, uma vez que utiliza apenas folhas de papel A4 para a sua execução e demanda aproximadamente 20 minutos (PANTALEÃO; OLIVEIRA; ANTUNES JR., 2003).

Já a Fábrica de Casas Lego foi desenvolvida a fim de discutir os princípios da construção enxuta utilizando a montagem de casas com o jogo Lego System (SAFFARO, 2003). De modo similar, Depexe *et al.* (2003) também apresentam o uso do Lego por meio de um jogo que consiste na realização de simulações para a montagem de 39 carrinhos Lego (Figura 4), que permitiu compreender melhor aspectos como a redução do tempo de produção por meio da avaliação de elementos como a distribuição das atividades entre os postos de trabalho, a aplicabilidade de elementos pré-fabricados, a redução de estoques e a redução da área de trabalho.

Figura 4 – Carrinhos Lego e materiais componentes.



Fonte: DEPEXE *et al.* (2003)

As diferenças entre a produção puxada e empurrada, além de apresentar os resultados do mapeamento do fluxo de valor, são abordadas por Costa e Jungle (2006) por meio do desenvolvimento de uma nova versão da Fábrica de Canetas. Os autores realizam a simulação do processo de montagem do produto, focando a redução do lote de produção e do *takt time*. Observou-se que os fluxos de informações foram mais objetivos no sistema de produção puxada e com a redução do lote de produção e do *takt time* houve uma diminuição no estoque em processo.

McManus *et al.* (2007) criaram o *Lean Enterprise Value Simulation*, cujo objetivo é promover uma visão mais abrangente dos processos desenvolvidos no contexto aeroespacial, analisando as quatro etapas de produção: compreender, desenhar, implementar e operar, utilizando como base uma empresa com estrutura e problemas típicos da indústria aeroespacial dos Estados Unidos (Figura 5). Segundo os autores, os participantes tinham como desafio produzir o maior número de aviões Lego nos doze



minutos disponíveis de cada jogada, levando-se em consideração o *design* de cada avião e a demanda de cada fornecedor. Essa simulação permitiu identificar melhoria nos processos e na interação com elementos da empresa fora de seu controle.

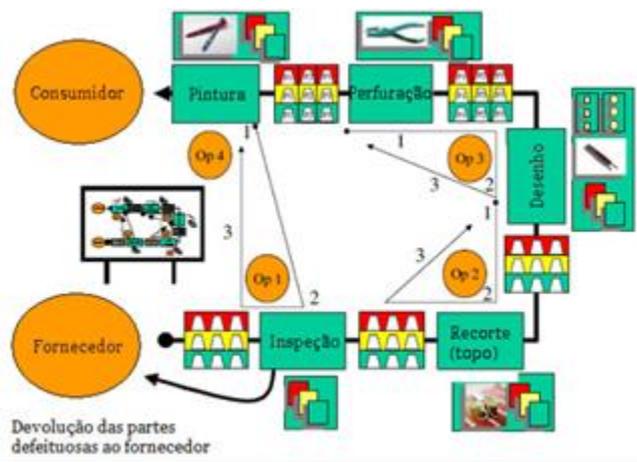
Figura 5 – Ferramentas de simulação para o *Lean Academy Simulation*.



Fonte: McMANUS *et al.* (2007)

Ozelkan e Galambosi (2007) lançaram o *Jogo do Abajur*, cujo objetivo principal é apresentar as principais diferenças entre os diversos métodos de produção (produção artesanal, produção em massa, produção *lean*) simulando a fabricação de abajures de papel e customizados com furos e lápis coloridos. Por meio desse jogo, os autores verificaram conceitos como a variabilidade da produção (diferentes modelos produzidos, variando os cortes e as cores), *heijunka* (com o lançamento de dados para avaliar-se a quantidade de produtos a ser produzida) e a inserção de tempos de espera entre as atividades (representando paradas na produção resultante de fatores externos e fora de controle da empresa), todos estes fatores visando alcançar uma abordagem mais próxima da realidade.

Figura 6 – *Layout* para o jogo do abajur.



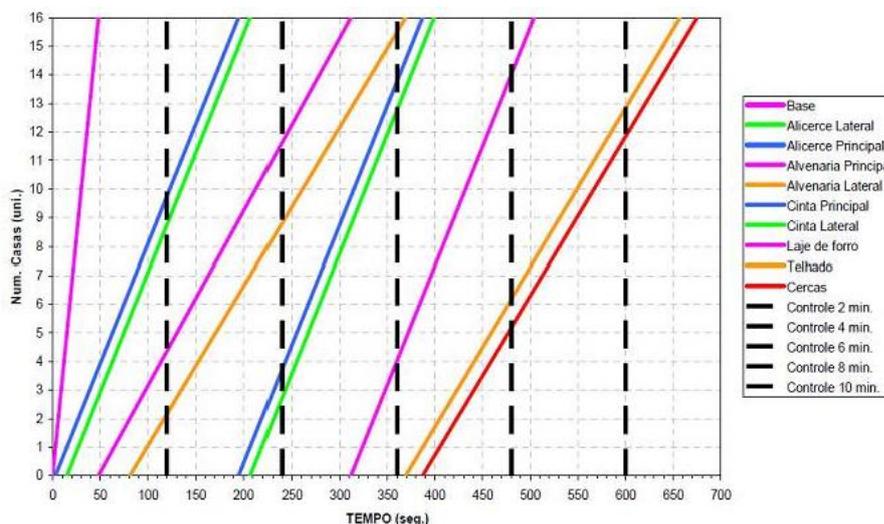
Fonte: OZELKAN; GALAMBOSI (2007)



As simulações através de jogos têm sido utilizadas na área de ensino de gerenciamento da construção por diversos pesquisadores. Tommelein, Riley e Howell (1999) fizeram uso de um jogo de dados (*parade game*) para mostrar o efeito da variabilidade no fluxo de trabalho para um conjunto de atividades dependentes executadas sequencialmente. Santos *et al.* (2002) utilizam um jogo, que consiste na colagem de peças de cartolina que simbolizam as varias etapas da obra, para o ensino da técnica de programação por linha de balanço. Saffaro *et al.* (2003) fazem um jogo de montagem de casas tipo Lego com o objetivo de avaliar o comportamento dos jogadores com relação aos princípios da *lean production*. Em 2005, Pinho *et al.* apresentam uma dinâmica de ensino através de bloquinhos de montagem Lego batizada de MIB – Montagem Interativa de Bloquinhos.

Em 2006, Depexe *et al.* executaram uma variação do Jogo das Casas Lego para o ensino da técnica de programação da linha de balanço. Durante o processo de elaboração da técnica foram levados em consideração os seguintes aspectos: a determinação do valor dos índices de produtividade, ou seja, a medição dos tempos de montagem das 16 casas (Figura 7) por jogador; o cálculo das durações das atividades (índice anterior pelo número de peças e formação de pacotes de trabalho); a programação da obra (estimativa das atividades realizadas pelo número de equipes) e o controle da execução conforme a programação realizada (definição de marcos de tempo para controle da execução do trabalho). Segundo os autores, é importante considerar a variabilidade da mão-de-obra e a simultaneidade das atividades ao se iniciar a linha de balanço. Por exemplo, planejar o início de uma atividade observando-se a disponibilidade das equipes (apenas trabalhadores que concluíram as atividades anteriores evitando superposição de equipes, que é um problema notável do planejamento).

Figura 7 – Linha de balanço para as 16 casinhas.



Fonte: DEPEXE *et al.* (2006)

3.4 Just-In-Time (JIT)

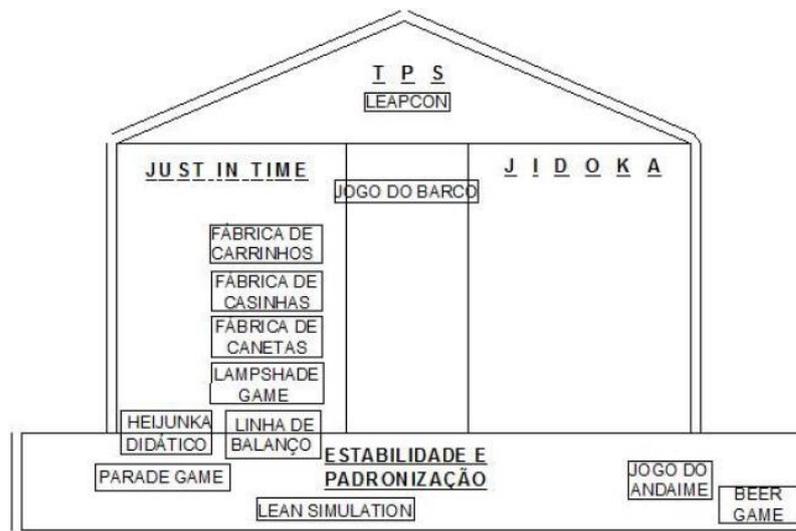
Sacks, Esquenazi e Goldin (2007) desenvolveram o LEAPCON, um jogo que tem por objetivo comparar o desempenho entre a construção convencional e a construção enxuta, por meio da utilização de casinhas de bloco LEGO como amostras de apartamentos a serem construídos. O jogo consta com uma simulação física, feita por dez equipes compostas de estudantes, professores e profissionais do ramo da Construção Civil e outra simulação por computador, utilizando-se o STROBOSCOPE. Sendo que o

destaque é dado à abordagem física. Esse jogo apresenta o conceito de variabilidade da planta dos edifícios por meio do qual ele introduz uma espécie de *heijunka* na construção civil.

4 Outros conceitos relacionados à casa STP

Após a análise dos jogos, podemos classificá-los de acordo com a casa do Sistema Toyota de Produção (Figura 8). As simulações dos jogos apresentados abordam uma ampla variedade de tópicos do gerenciamento da produção, com ênfase na produção *Just-In-Time*, explanando aspectos como a definição dos diferentes modos de produção (artesanal, em massa, *lean*), a definição de pacotes de trabalho, o tamanho dos lotes de produção, a variabilidade da produção, o nivelamento da produção, os mecanismos de planejamento, de controle e tempo de *setup*. Entretanto, é possível notar que o segundo pilar (autonomia) é pouco trabalhado. Este tema contempla conceitos como *andon*, paradas automáticas (*poka-yokes*) e os cinco porquês de paradas na produção. Observa-se que nenhum dos jogos analisados aborda especificamente estes elementos.

Figura 8 – Jogos agrupados segundo a casa do STP.



Fonte: AUTORES (2009)

Diante do apresentado, sugeriu-se que algumas modificações fossem realizadas quanto ao modo de aplicação dos jogos, entre essas: os tempos de início e fim de cada atividade fossem pré-definidos e evidenciados a fim de obter-se um padrão para todas as equipes; lista as regras principais do jogo e o objetivo em papel A4 plastificado para todas as equipes, de modo que a visualização e o manuseio destas seja facilitado e em relação ao *setup*, as peças fornecidas poderiam já estar desmontadas, ficando os procedimentos de montagem no papel A4.

Referente à Fábrica de Casas sugeriu-se acréscimo de regras no jogo: inserir no jogo a figura do fiscal de obras para cada duas equipes a fim de fiscalizar o cumprimento das regras do jogo e exigir a qualidade das casinhas e punições com acréscimos de tempos; inserir ao jogo peças a mais, que não se encaixem nas outras, para dificultar o processo (as quais poderiam ser consideradas como compra de material errado ou com defeito).

Com relação à linha de balanço, foram propostas as seguintes modificações: após a elaboração da linha de balanço e dos pontos de marco testar sua aplicação, ou seja, montar as casas segundo explicitado na técnica de programação e avaliar o tempo de execução das tarefas (se ocorreu como foi planejado); outro ponto é a questão dos pacotes de trabalho escolhidos para a elaboração da linha de balanço, procurando saber

se eles estão nivelados da forma mais otimizada e por fim para complementar os métodos de planejamento, utilizar outro tipo de ferramenta de planejamento, como Microsoft Project e comparar os tempos obtidos em cada uma delas.

Quanto à Fábrica de Carrinhos, considerando-se o pilar *jidoka* (autonomação) pouco trabalhado, recomenda-se: implantar o conceito de *kanbans* na linha de produção dos carrinhos, o qual pode ser introduzido após uma rodada de simulação normal; implantar um planejamento para a fabricação dos carrinhos e comparar-se as rodadas em que aconteceu o planejamento, com aqueles em que este procedimento não ocorreu e cada posto de trabalho limitar o número de unidades que poderiam passar para o posto seguinte, número este dado por um lance de dados, representando flutuações que ocorrem nos processos.

5 Considerações FINAIS

Esta pesquisa identificou que o jogo é uma ferramenta válida para a complementação do aprendizado, ou seja, deve ser utilizado juntamente com a forma usual de ensino (teoria), uma vez que permite uma aplicação mais concreta de conceitos abstratos de gerenciamento da produção.

Com os jogos, ocorre a simulação do dia a dia do canteiro de obras, onde o profissional tem a oportunidade de testar suas habilidades e discutir as ações tomadas com os colegas de trabalho. Além disso, são adquiridos novos conhecimentos e habilidades, bem como é estimulado o relacionamento interpessoal, que é essencial para o andamento de qualquer atividade como as que ocorrem na construção civil.

Por fim, deve haver uma adaptação dos jogos conforme cada público tanto na forma de comunicação quanto no grau de aprofundamento (teórico ou prático) dos jogos. Por exemplo, espera-se ensinar o conceito e uma forma de como o servente pode lidar na prática com o que foi explanado e ao estudante de engenharia, espera-se ensinar como estes conceitos podem interagir na obra como um todo. Ressalta-se ainda que, mesmo que todos os conceitos abordados sejam compreendidos pelos participantes, se não houver um planejamento prévio, o resultado esperado poderá não ser positivo.

REFERÊNCIAS

CO, F. A.; CO, M. A.; MERIGUET, B. DE A. O "Heijunka didático": um jogo interdisciplinar que auxilia na elevação da aprendizagem sobre a produção enxuta. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro, RJ.

COSTA, A. C. F.; JUNGLES, A. E. O Mapeamento do Fluxo de Valor Aplicado a uma Fábrica de Montagem de Canetas Simulada. In: XXVI ENEGEP, 2006, Fortaleza, CE.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**, 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2008. 190p.

DEPEXE, M. D.; DORNELES, J. B.; COSTA, A. C. F.; SANTOS, D. DE G. **Apresentação de um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino da produção enxuta**. Revista Gestão Industrial, v.02, n 04, p 140-151, 2006.

DEPEXE, M. D.; DORNELES, J. B.; KEMMER, S. L.; SILVEIRA, J. P.; SANTOS, D. G.; HEINECK, L. F. M. Aprendizado da técnica de programação da linha de balanço por meio

de jogos didáticos. *In*: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 11., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2006b. p. 2209-2218.

González, V. A., Senior, B., Orozco, F., Alarcon, L. F., Ingle, J., and Best, A. (2014). "Simulating lean production principles in construction: A Last Planner-driven game." Proc. 22nd Ann Conf. Int. Group for Lean Construction, 1221-1232.

Hamzeh, F.R, and Albanna, R.M, (2019). "Developing a Tool to Assess and Enhance the Workers' Understanding of Lean Concepts of Construction." In: Proc. 27th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC), Pasquire C. and Hamzeh F.R. (ed.), Dublin, Ireland, pp. 179-190.

JARDIM, L. A.; CECÍLIO, W. A. G. **Tecnologias educacionais: aspectos positivos e negativos em sala de aula.** XI Congresso Nacional de Educação - EDUCERE. **Anais...**2013.

LEE, H. L., PADMANABHAN , V.; WHANG, S. Comments on \Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management Science*, 50(12S):1887-1893, 2004.

MCMANUS, H. L.; REBENTISCH, E.; Murman, E. M.; Stanke, M. **Teaching lean thinking principles through hands-on simulations.** In: 3rd International CDIO Conference, MIT, Cambridge, Massachusetts, 2007. **Electronic Proceedings.**

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 140p.

OZELKAN, E.; GALAMBOSI, A. **Lampshade game for teaching lean manufacturing.** In: American Society for Engineering Education, 2007. **Electronic Proceedings.**

PANTALEÃO, L. H.; OLIVEIRA, R. M.; ANTUNES JR, J. A. V. **Utilização de um jogo de produção como ferramenta de aprendizagem de conceitos de Engenharia de Produção: o jogo do barco.** In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto, MG.

RIEMER, K. **The Beergame in business-to-business eCommerce courses** – a teaching report. 21th Bled eConference eCollaboration: Overcoming Boundaries Through Multi-Channel Interaction, 2008; Bled, Slovenia.

SACKS, R.; ESQUENAZI, A.; GOLDIN, M. **LEAPCON: Simulation of Lean Construction of High-Rise Apartment Buildings.** In: **JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT**, 2007, p. 529.

SAFFARO, F. **Discussão de princípios da lean production através de um jogo didático.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos, SP.

SILVEIRA, R.; HEINECK, L. **Jogo do andaime:** discussões sobre o tempo de setup. In: V SIBRAGEC - Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2007, Campinas - SP.

STERMAN, John D. Teaching Takes Off - Flight Simulators for Management Education
"The Beer Game" **Operational Research /MS Today**, 1992, p. 40-44.

TOMMELEIN, I. D.; RILEY, D; HOWELL, G. A. Parade Game: Impact of work flow
variability on succeeding trade performance. In: International Group for Lean Construction,
1999, Guarujá, RJ.

Abstract: *This research aims to gather and analyze the main production management didactic games and simulations that we can find in Brazil and around the world to apply them in the teaching of this subject in Civil Engineering. The data collected during the research came from the reading of articles, congresses and journals related. Reports from the application of games were also included in the data. The concepts of these games and the conclusions drawn by the students were included in this work. As a result of the analysis there is a table summarizing the characteristics of fifteen games which shows the practical aspects and the topics worked by them. At the end of the analysis we can see that a great part of the topics of stability and pattern in Just-in-time were seen during its application. However, the part of heijunka, which is one of the most important parts of the Toyota Production System, was not worked well enough during the application of the game. As a suggestion, it is important that games approaching these concepts can be included from now on. Besides, some changes are suggested in three of the analyzed games, accomplishing the discussion after pondering about perspectives of didactic games to teach production management.*

Keywords: games, lean, management of production, civil engineering.