SIBRAGEC +SBTIC 2023
Aracaju - SE

Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

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

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

[1] NÍVEIS HIERÁRQUICOS GERENCIAIS E BOAS PRÁTICAS ENXUTAS: JOGO DIDÁTICO COM FOCO NA TOMADA DE DECISÃO

Management Hierarchical Levels and Best Lean Practices: Didactic Game Focused on Decision-Making

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

Denise Conceição de Gois Santos Michelan
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, SE | denisegois@academico.ufs.br

Marina Ribeiro Viana
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis, SC | viana.r.marina@gmail.com

Amélia Gomes Nunes
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, SE | ameliacivil@academico.ufs.br

Mayana Chagas Carvalho
Instituto Federal da Paraíba | Catolé do Rocha, PB | mayanacc@gmail.com

Pamella Menezes Teodósio
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, SE | pamellateodosio@academico.ufs.br

Taiane Aparecida Santos Torres
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão, SE | taianetorres@academico.ufs.br

RESUMO

De forma a contribuir com a difusão de informação na área de gestão da construção, estudos têm sido feitos com relação às formas de minimizar ou eliminar as perdas na construção, em particular as decorrentes da perda por making-do. Nesse artigo, investiga-se sobre a aprendizagem de conceitos enxutos por meio de jogos didáticos e sua ligação com níveis hierárquicos do planejamento. O objetivo desta pesquisa é correlacionar boas práticas enxutas utilizadas pelos jogadores com o nível hierárquico de planejamento onde devem ser aplicadas. O método de trabalho consistiu em pesquisa bibliográfica, simulação com jogos didáticos de construção de casas em Lego, para entendimento da relação das boas práticas enxutas com níveis hierárquicos e posicionamento das boas práticas identificadas nos níveis hierárquicos. Como resultado, observou-se que os fluxos enxutos com mais aprendizagem foram de materiais e mão de obra e as categorias de boas práticas com impactos mais positivos foram a de Proteção dos Processos, Proteção dos Operários, Conferência do Trabalho e Conflito Espacial. As demais tiveram decisões equivocadas nos diversos níveis hierárquicos. Conclui-se que a temática pode ser mais explorada e contribuirá para apontar lacunas de ensino em relação à aplicação de conceitos enxutos e o nível hierárquico correspondente.

Palavras-chave: construção enxuta; jogos didáticos; boas práticas enxutas; aprendizagem; níveis hierárquicos.

ABSTRACT

To contribute to the dissemination of information lean in the construction management, studies have been carried out on ways to minimize or eliminate wastes due to making-do in construction. In this paper, it was investigated the learning of lean concepts through didactic games and their connection with hierarchical levels of planning. The main objective was to correlate the best lean practices used during the game with the hierarchical level of planning where they should be applied. The method consisted of bibliographical research, simulation with didactic games of building houses in Lego, to understand the relationship of good lean practices with the hierarchical levels and positioning of the best practices identified in the hierarchical levels. As a result, it was observed that the lean flows with more learning were Material and Labor and the categories of best practices with the most positive were Processes Protection, Workers Protection, Labor Conference and Conflicts Space. The others made wrong decisions at different hierarchical levels. It was concluded that the topic can be studied further and will contribute to pointing out teaching gaps in relation to the application of lean concepts and the corresponding hierarchical level.

Keywords: lean construction; didactic games; best lean practices; learning; hierarchical levels.

[1]SANTOS, D. G.; MICHELAN, D. C. G. S.; VIANA, M. R.; NUNES, A. G.; CARVALHO, M. C.; TEODÓSIO, P. M.; TORRES, T. A. S. Níveis hierárquicos gerenciais e boas práticas enxutas: jogo didático com foco na tomada de decisão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

1 INTRODUÇÃO

A construção enxuta, adaptada por Koskela (1992) da produção enxuta, tem sido objeto de estudo de pesquisadores como forma de desenvolvimento da própria teoria, mas também quanto à sua aplicação em campo, seja esse último os canteiros de obras, escritórios de projeto ou a etapa de pós, uso e manutenção. Observa-se, porém, que os relatos, por meio de trabalhos científicos publicados, são, em sua maioria, de estudos de caso e que não há avanços em termos desses desdobramentos sistêmicos, que atinjam as pessoas envolvidas diretamente no mercado de trabalho.

Assim, em termos teóricos verifica-se que os trabalhos se remetem ao trabalho seminal de Koskela (1992) assim como à tese do mesmo autor (KOSKELA, 2000), bem como ao making-do (KOSKELA, 2004) e o kit completo (RONEN, 1992). Esses são os trabalhos de referência quando se pesquisa perdas, causas para improvisações (SOMMER, 2010) ou interrupções no processo (SANTOS, 2004), sendo os dois últimos mais voltados para a aplicação de ferramentas nesse contexto. Soma-se a essas a preocupação com a cultura organizacional, área de conhecimento que intercepta a gestão da construção civil, ao buscar uma integração desses conhecimentos na direção de disseminar os conceitos enxutos.

Desta forma, o questionamento do artigo é como identificar quais níveis hierárquicos são mais suscetíveis à existência de boas práticas enxutas, de modo a embasar a tomada de decisão, ou seja, em qual nível hierárquico a providência deve ser tomada. Supõe-se que os jogos didáticos são ferramentas lúdicas que facilitam a aprendizagem, seja de profissionais ou de estudantes, para experimentar soluções de forma lúdica. Considera-se ainda que as peças Lego® podem ser usadas para simulações didáticas. Acrescenta-se também que as boas práticas enxutas têm alcance operacional, mas que quando agrupadas podem fazer parte de medidas gerenciais (que vêm do conhecimento tácito). Desse modo, o objetivo foi correlacionar boas práticas enxutas utilizadas pelos jogadores com o nível hierárquico de planejamento onde devem ser aplicadas.

2 CONCEITOS ENXUTOS

Ronen (1992) conceitua o kit completo como um conjunto de componentes e informações necessários para iniciar um processo. Caso seja iniciado sem que esses pré-requisitos sejam atendidos, resulta em uma perda por *making-do*. Conceitualmente, a chamada oitava perda, refere-se a iniciar uma atividade sem todas as pré-condições para sua execução, ou continuar a tarefa mesmo que uma das entradas não estejam mais disponíveis. Como consequência, o *making-do* pode aumentar o tempo de processamento e a variabilidade do produto, comprometendo a terminalidade do mesmo (KOSKELA, 2004).

O trabalho inacabado tem consequências além da terminalidade em si (FIREMAN, 2012), uma vez que impactam na motivação dos colaboradores por não ter completado uma tarefa ou ter que refazê-la, na produtividade da mão de obra e na qualidade dos produtos (SANTOS; SANTOS, 2017). Os autores apresentam um mapa conceitual que resume os conceitos trabalhados para a incorporação das atividades facilitadoras e das boas práticas (Figura 1).

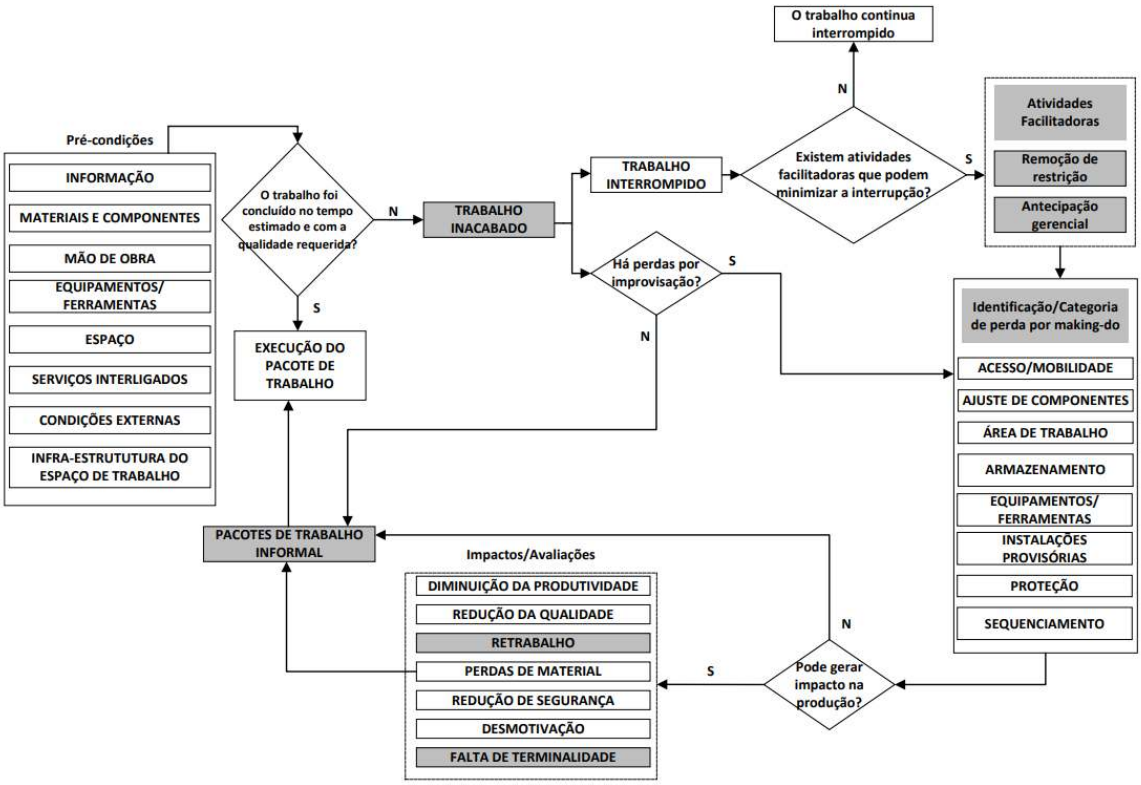
Em 2004, Koskela afirma que caso um dos elementos do kit completo esteja ausente ou falte durante a produção, pode ocorrer a perda por *making-do*. Anteriormente, as categorias de perdas foram definidas por Ohno (1997). São estas: superprodução; transporte; processamento em excesso; estoque; fabricação de produtos defeituosos; movimentação e espera.

Segundo Ohno (1997), o modelo do Sistema Toyota de Produção (STP) está baseado nos chamados 4Ps: *Philosophy* - filosofia, *Process* - processo, *People and Partness* - pessoas e parceiros e *Problems Solve* – solução de problemas. Porém, as pesquisas costumam ocorrer apenas com o “P” de processo. Nesse contexto, “P” de pessoas também é importante. Em consonância, Liker (2005) afirma que a oitava perda na produção enxuta está relacionada com a “subutilização da mão de obra”, outros autores colocam o termo como perda (desperdício) de “conhecimento” (pessoal) ou “não uso da criatividade”.

Nesse contexto, o presente trabalho volta-se para estudar processo e pessoas (conhecimento), por meio da investigação de como reduzir a perda por *making-do*. Essa perda é associada ainda ao termo improvisação (SOMMER, 2010). A autora afirma que a improvisação pode ser uma situação positiva (que resulta em inovação) ou negativa que resulta em perdas, conforme o tipo aqui relatado.

A despeito das diferenças de país, região e empresa, verifica-se que as dificuldades e os exemplos de uso do *making-do* são comuns a qualquer realidade da construção civil, como também da indústria tradicional (KALSAAS, 2010). Verifica-se ainda que as ações que levam a interrupções são devidas a falhas corriqueiras.

Figura 1: Mapa conceitual de identificação de perdas e seus impactos



Fonte: Santos e Santos (2017)

Ao retornar aos 4P's, destacando-se processo e pessoas (conhecimento), Pasquire (2012) adiciona mais um item ao conjunto dos fluxos propostos por Koskela (2000). Trata-se de compreensão (*understanding*), que contribui, segundo a autora, para esclarecer a definição de *making-do*. Pasquire e Ebbs (2017) complementam que o "conhecimento" é uma parte importante do entendimento comum (comum *understanding*) para explicação de determinado fenômeno. Esse oitavo fluxo atua diretamente em como os gerentes de obras, ao explicitar o conhecimento tácito, podem contribuir para evitar perdas em seu canteiro de obras.

Estas aplicações são possíveis quando se difunde o conhecimento tácito dos gerentes e se aprende com os erros do próprio canteiro de obras ou de outro. Enquanto o saber técnico do operário é passado de um operário para outro com a prática cotidiana, o conhecimento tácito do gerente está, muitas vezes, apenas na cabeça das pessoas e esta experiência não é passada para outros. Isto significa que nem gerentes e nem operários, ao aprenderem com boas práticas em seus canteiros de obras, disseminam essas ações para outras pessoas (SANTOS et al., 2012). Conforme Cruz et al. (2018), as equipes especializadas movimentam-se de um local para outro, concluindo um trabalho que é pré-requisito para a entrada da próxima equipe. Isto significa que após o aprendizado, supõem-se que o conhecimento passe a ser disseminado entre os membros da equipe.

3 JOGOS DIDÁTICOS APLICADOS EM SALA DE AULA

Segundo Moraes e Cardoso (2018), o ensino tradicional não prioriza o desenvolvimento de habilidades requisitadas no mercado de trabalho, como competências gerenciais e capacidade de tomada de decisão, como também não desenvolve a motivação nos discentes, conforme Lima e Lopes (2021), uma vez que as gerações atuais aprendem de modo diferente do ensino tradicional.

De acordo com Evangelista (2020), esses fatores impactam no desempenho dos discentes que repercutem nas significativas taxas de trancamento e reprovação de disciplinas. Para Marcuzzo et al. (2019), pode ser um desafio para os professores formados no modelo tradicional atuar nessa realidade, pois precisam utilizar práticas didáticas que se ajustem à linguagem e ao interesse dos estudantes. Conforme Peretti, Yared e Bitencourt (2021, p.3), a superação das práticas tradicionais de ensino é necessária e urgente, a fim de promover espaços de diálogo, que contribuam para a formação do pensamento crítico e para uma relação de ensino-aprendizagem efetiva entre discente e docentes. Como salientado pelos referidos autores, "torna-se

necessário, assim, a criação de espaços educativos mais colaborativos e problematizadores, em que a teoria e a prática estejam em constante relação na formação profissional e acadêmica".

Nesse contexto, os jogos didáticos, por serem interativos, podem ser utilizados como recurso didático, uma vez que aproximam docentes e estudantes, promovendo a troca de conhecimentos e maior interação entre as pessoas (GRAMIGNA, 2007; ROMANEL, 2009; MESQUITA, 2014; BRAGHIROLLI et al., 2016; CRUZ et al., 2017; BOLLER, KAPP, 2018; LIMA, LOPES, 2021). Dessa forma, para o ensino torna-se um método de aprendizagem alternativo.

Conforme Viana et al. (2021), no ensino da filosofia enxuta por meio de jogos, observa-se que os jogos abordavam múltiplos conceitos enxutos e utilizavam diferentes materiais, como papel, peças físicas para construção de miniaturas ou simulações computacionais. Poget e Granja (2015), por exemplo, abordaram os conceitos de linha de balanço e caminho crítico por meio da construção de miniaturas de casas em blocos de montagem. Rocha e Miron (2018) usaram gravuras de casas como objeto de um jogo para ensino de padronização. Pollesch et al. (2017) criaram um jogo de cartas para ensino de diferentes conceitos *lean*. Também, com uso de cartas, Leite et al. (2017) desenvolveram um jogo da memória para relacionar o nome dos princípios a suas definições. Tudo isso colabora para diferentes aplicações na disseminação do conhecimento enxuto.

4 NÍVEIS HIERÁRQUICOS DE PLANEJAMENTO E BOAS PRÁTICAS ENXUTAS

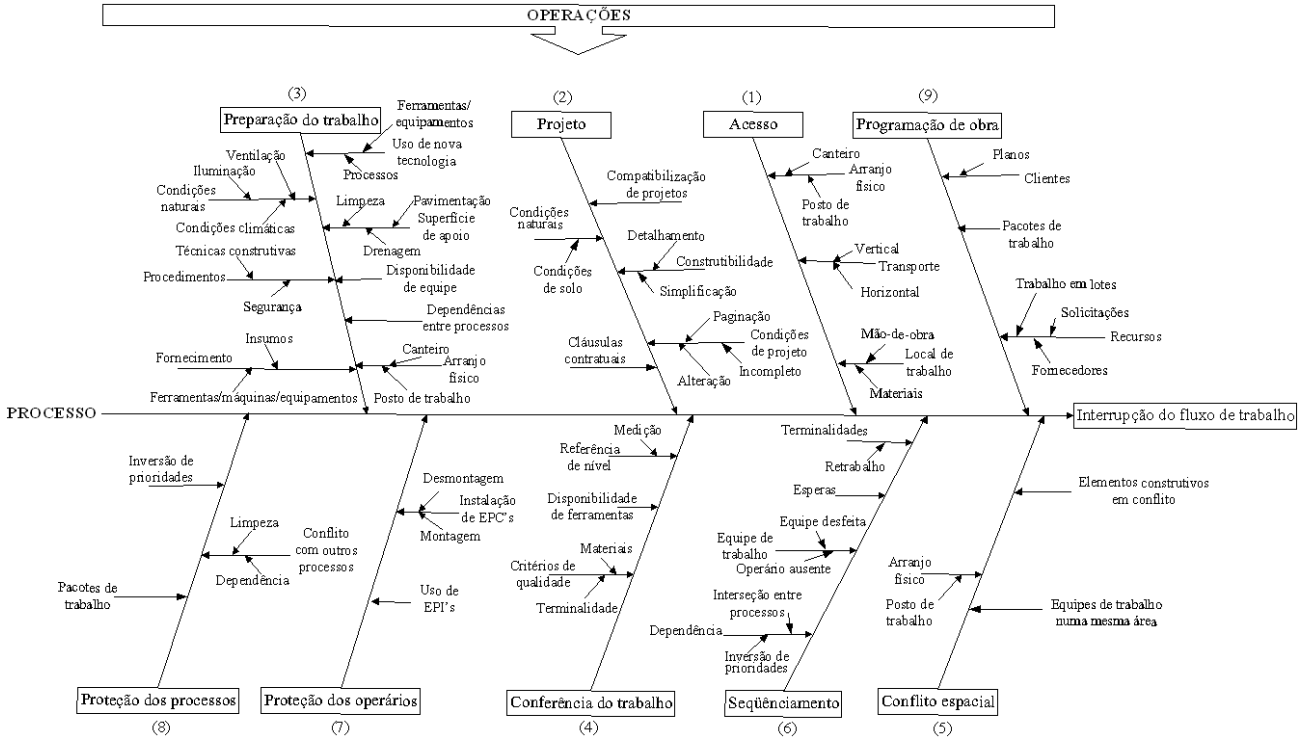
A divisão do planejamento em níveis hierárquicos verticais (estratégico, tático e operacional) relaciona-se à tomada de decisão (SANTOS, 2004). O planejamento estratégico analisa o ambiente, as oportunidades, ameaças, os pontos fortes e fracos da organização para então definir o propósito e objetivos que nortearão as ações da organização (FISCHMANN, ALMEIDA, 1991). De acordo com Chiavenato (1994), o planejamento tático realiza a integração entre o nível estratégico e tático, pois trata-se da tentativa da organização de alinhar as estratégias/objetivos previamente definidos ao processo decisório, de modo a orientar os processos tático e operacional. O mesmo autor pontua que o planejamento operacional é considerado a tomada de decisão de curto prazo, cuja responsabilidade é dos chefes de departamento nos níveis mais baixos, e nele se concretiza os planos estratégicos e táticos.

Em sua tese, Santos (2004) propôs categorias de atividades facilitadoras e suas respectivas providências, que foram apresentadas em níveis hierárquicos de planejamento no diagrama de Ishikawa adaptado (Figura 2). As categorias podem ser consideradas o nível estratégico, as informações nas setas horizontais o tático, e as setas inclinadas o nível operacional.

As atividades facilitadoras são atividades determinantes em processos, pois evitam a parada, configurando-se como boas práticas enxutas, devido a contribuição na redução/eliminação de perdas nos processos. As atividades facilitadoras podem se apresentar na forma de atividades antecipáveis ou de remoção de restrições (SANTOS, 2004). Segundo Santos (2004, p. 93), as atividades facilitadoras podem ser classificadas nas seguintes categorias:

> (1) Acesso: relaciona-se com o acesso de recursos humanos e materiais aos locais de trabalho. Compreende o posto de trabalho ou canteiro de obras; (2) Projeto: são características do projeto que possibilitam sua construtibilidade, como, por exemplo: detalhamentos, simplificações, padronizações e compatibilizações; (3) Preparação do trabalho: é a disponibilização, no posto de trabalho dos recursos necessários à produção para dar início dos processos – materiais, mão de obra, equipamentos, ferramentas, instruções de trabalho, qualidade da superfície a ser trabalhada e conclusão de processos antecedentes; (4) Conferência do trabalho: está relacionada com as medidas de desempenho do processo, a exemplo de tolerâncias dimensionais e qualidade do produto final; (5) Conflito espacial: relaciona-se com o confronto no espaço de elementos de construção ou categorias de mão de obra para a realização de processos diferentes; (6) Sequenciamento: relaciona-se com a ordem de produção de um determinado processo; (7) Proteção dos operários: trata-se da disponibilização de equipamentos de proteção coletivos e individuais; (8) Proteção dos processos: está relacionada com a proteção do serviço já concluído em relação a outros a serem executados no mesmo ambiente e que podem causar danos; e (9) Programação de obra: trata-se das exigências de clientes fora de hora, desrespeito a planos, definição de pacotes de trabalho, pedido de material, relação com fornecedores e interferência do cliente.

Figura 2: Diagrama de Ishikawa adaptado para as categorias de atividades facilitadoras.



Fonte: Santos (2004).

5 MÉTODO DE TRABALHO

5.1 Caracterização dos objetos de pesquisa

Foram realizadas seis dinâmicas de grupo, entre os meses de setembro de 2022 a abril de 2023, com estudantes de graduação e de pós-graduação (mestrandos) do curso de Engenharia Civil. Cada simulação foi formada por grupos de cerca de cinco estudantes cada, nas disciplinas de Tecnologia das Construções (seis equipes), Gerenciamento de Obras (nove equipes) e Gestão de Obras (uma equipe), totalizando 16 (dezesseis) equipes. Cada grupo recebia o material descrito no método de pesquisa. A equipe de aplicadores foi formada por dois docentes e três aplicadores em média (mestrandos), de modo a ter pelo menos duas pessoas cuidando do suprimento e outras duas acompanhando a atividade. Os membros da equipe foram anteriormente treinados, de modo que as aplicações ocorriam com representantes diferentes.

5.2 Coleta de dados e execução das dinâmicas

A pesquisa desenvolvida foi do tipo qualitativa e exploratória, pois os dados obtidos foram analisados a partir dos conhecimentos obtidos por meio de jogos didáticos para ensino de práticas enxutas. Para isso, utilizou-se busca bibliográfica e bibliométrica sobre ensino de engenharia e construção enxuta por meio de jogos didáticos, o que resultou em uma lacuna de conhecimento sobre a abordagem proposta. Verificou-se lacuna quanto ao uso de jogos de tabuleiro em particular, jogos com peças Lego. Optou-se então por aplicar jogos desse tipo na construção de casas e com discentes de graduação (disciplina de tecnologia das construções e de gestão) e pós-graduação em engenharia civil, de modo a estimular a aplicação de conceitos enxutos, boas práticas construtivas, projeto, setor de suprimento, *layout* de canteiro, trabalho em equipe e estratégias organizacionais. Na pesquisa bibliográfica, buscou-se nos trabalhos de jogos que foram selecionados, o nível de aplicação das práticas chaves. O mesmo foi feito para as dinâmicas realizadas.

Nas dinâmicas eram cinco jogadores por grupo, com média de três grupos simultaneamente, um local de fornecimento de materiais e um caminho delimitado para o fornecimento. Cada grupo tinha que montar uma casa popular utilizando o processo construtivo de alvenaria estrutural. O jogo teve uma duração total de no máximo 90 minutos, em que as equipes recebiam um manual, projeto arquitetônico acompanhado de cortes, uma lista de itens a serem fornecidos em *pallets* juntamente com os valores correspondentes. Dentre os itens disponíveis para a compra estava o projeto de produção de modulação da primeira e da segunda fiada.

Para facilitar o entendimento dos conceitos enxutos, utilizou-se os sete fluxos de Koskela (2000), em que 1. Informação referia-se aos projetos de modulação; 2. Materiais, aos blocos e acessórios; 3. mão de obra, à equipe de trabalho; 4. Equipamentos, ao extrator para retirada de peças; 5. Tarefas pré-requisito, ao sequenciamento definido em norma (ABNT, 2020a); 6. Condições externas, às restrições impostas pelos aplicadores para aproximar o ambiente de um ambiente real; 7. Espaço, ao *layout* do posto de trabalho.

Para dar mais veracidade ao ambiente, existiam restrições que eram aplicadas a partir de jogo de dados, onde cada número correspondia a um tipo de restrição de situações que podem provocar improvisações em canteiro. Após encerramento do jogo, o tempo e o custo por equipe era computado e se abria espaço para a discussão de dificuldades e decisões que foram tomadas durante o jogo, conceitos aprendidos e sugestões de melhorias. Feito isso e com base em um *checklist* de acompanhamento da equipe para a identificação dos conceitos e de decisões tomadas, os aplicadores do jogo puderam posicionar as boas práticas identificadas, com as categorias de atividades facilitadoras propostas por Santos (2004).

6 RESULTADOS

Após a aplicação das dinâmicas e debate entre participantes e aplicadores do jogo, foi possível correlacionar as perdas, via os sete fluxos propostos por Koskela (2000) com as categorias de boas práticas (SANTOS, 2004), para em seguida situar as observações no diagrama de Ishikawa adaptado para as categorias de boas práticas (Figura 3). Os exemplos positivos foram destacados em verde e os negativos em vermelho.

De modo geral, as categorias Proteção dos Processos, Proteção dos Operários, Conferência do Trabalho e Conflito Espacial, não apresentaram resultados negativos, demonstrado que as equipes conseguiram usar de estratégias competitivas que não impactaram na entrega do produto. Das 16 equipes, apenas uma não conseguiu concluir o produto a tempo e todas utilizaram o recurso financeiro dentro do limite proposto.

Apesar disso, é importante fazer alguns comentários, quanto às decisões que impactaram negativamente na entrega do produto. Para o fluxo 1 (Informação), correspondente à categoria Projeto, observou-se decisões equivocadas em termos do nível estratégico que refletiram diretamente nas decisões do nível tático, como a compra do projeto de modulação apenas por 5 grupos, sendo que um deles comprou já com meia hora de jogo, o que dificultou o entendimento da paginação das paredes e em informações incompletas para o encaixe das peças. Em resumo, essas decisões impactaram no tempo de conclusão do produto, quase nos 90 minutos, e no uso de praticamente quase todo o valor disponível, com estoque de material não utilizado em canteiro, demonstrando falhas no planejamento estratégico.

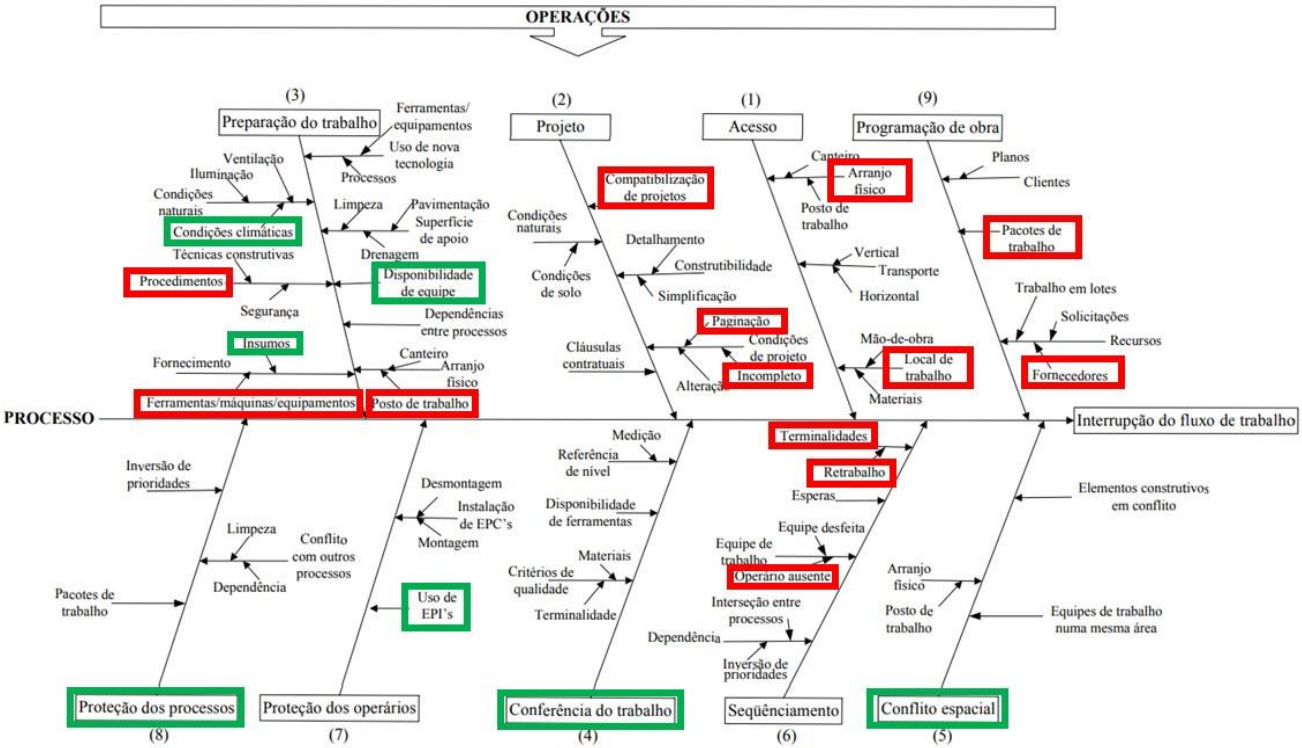
A categoria Preparação do Trabalho, teve impacto de quatro fluxos 2. Materiais, 3. Mão de obra, 4. Equipamentos e 6. Condições externas. No primeiro caso, o impacto, em geral, foi positivo, pois foram compradas todas as peças necessárias para a montagem, no caso de grupos que não compraram o projeto de modulação, essa compra foi realizada com atraso e gerou perdas de alguns materiais. No segundo caso, o impacto foi positivo em termos da cooperação entre os membros da equipe, naturalmente eles se dividiram entre coordenação, operários e quem ia buscar o suprimento. Porém, na ocasião da decisão de compra do projeto, nem sempre os integrantes do grupo que queriam comprar conseguiam argumentar com o grupo (ocorreu em duas equipes). Um ponto negativo a destacar é que como não ocorreu divisão de tarefas, levando a sobrecarga de tarefas para alguns integrantes, por outro lado, a polivalência possibilitou a continuidade do trabalho do grupo, sem tanta sobrecarga, quando ocorria a restrição de um integrante ficar sem trabalhar. Quanto ao terceiro caso, o impacto foi negativo, pois nenhum grupo adquiriu o extrator para retirada de peças, por acharem o equipamento caro, desconhecerem o uso ou, mesmo, acharem desnecessária a compra. Ambos os impactos foram em termos operacionais (2. e 4.). Ainda nessa categoria, na correlação com a 6. Condição Externa, verificou-se que os grupos reagiram bem à restrição de chuva, dedicando-se a atividades de gestão durante o intervalo de tempo que não poderiam trabalhar devido à chuva. Somente a equipe que não cumpriu o prazo foi penalizada pela restrição.

A categoria Sequenciamento, está aqui associada ao fluxo 5. Tarefas pré-requisito, onde teve impacto negativo nos três níveis hierárquicos, resultando em problemas de terminalidade, retrabalho e operário ausente (esse último devido à restrição imposta ao jogar o dado). Na categoria Acesso, fluxo 7. Espaço, verifica-se comprometimento em todos os níveis hierárquicos, uma vez nenhum grupo pensou em locar a casa no terreno e dispor de locais delimitados para a armazenagem de materiais, além disso rodavam a base da casa ao invés de se movimentarem para colocar as peças. Por fim, para a categoria Programação de Obras, os problemas observados, quer seja devido a restrições impostas ao jogar o dado, ou às decisões estratégicas das equipes, impactaram no andamento do jogo.

Assim, ao analisar a Figura 3, pode-se verificar onde os esforços devem ser direcionados em termos da tomada de decisão, bem como de maior intensificação no ensino de conceitos enxutos. É relevante relatar que a partir do momento que os discentes adquirem mais conhecimento de gestão eles passam a se preocupar mais com o planejamento estratégico e, com isso, passam a ter um comportamento mais enxuto. Porém, observou-se também que os cuidados com a boa técnica de construção passam a ser minimizados, o que sugere a necessidade de um ensino continuado.

Em discussão com a literatura, destaca-se a visão de Oliveira (2009) que afirma que a simulação estimula a tomada de decisão, o trabalho em equipe, liderança, interação entre teoria e prática, e visão sistêmica. Visão essa corroborada por Pellicer e Ponz-Tienda (2014), que aplicaram jogos para ensino de *lean* em curso de mestrado.

Figura 3: Diagrama de Ishikawa adaptado para Categorias de boas práticas.



Fonte: Adaptado de Santos (2004).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema gerencial de grande parte das empresas construtoras é falho, o que pode desencadear para que muitas providências deixem de ser tomadas, levando a interrupção do fluxo de trabalho. A aplicação de jogos no meio acadêmico tende a alertar futuros profissionais quanto aos riscos da ausência dessas providências, ao mesmo tempo que por meio dessas simulações leva-se ao conhecimento de práticas enxutas, contexto que corrobora para a tomada de decisão nos diferentes níveis hierárquicos.

Por meio da aplicação dos jogos foi possível correlacionar os sete fluxos enxutos com as categorias de boas práticas e assim poder apontar, para os jogos didáticos acompanhados, em qual nível a tomada de decisão estava impactando, seja positivamente, seja negativamente, no produto elaborado. De modo geral, falhas em decisões estratégicas comprometeram a qualidade das decisões em nível tático e operacional. É importante também destacar que a aplicação dos jogos possibilitou a fixação de conceitos enxutos, a análise pelos jogadores do impacto na tomada de decisão e a integração entre os membros da equipe.

Os fluxos enxutos com mais aprendizagem foram de materiais e mão de obra e as categorias de boas práticas com impactos mais positivos foram a de Proteção dos Processos, Proteção dos Operários, Conferência do Trabalho e Conflito Espacial. Para as demais, é preciso reforçar os conceitos enxutos correlatos. Ademais, a

temática pode ser mais explorada e contribuirá para apontar lacunas de ensino em relação à aplicação de conceitos enxutos e o nível hierárquico correspondente.

8 AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à CAPES e ao CNPq.

1. REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868-1: Alvenaria estrutural – Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2020a.

_____. NBR 16868-2: Alvenaria estrutural – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2020b.

_____. NBR 16868-3: Alvenaria estrutural – Parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2020c.

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.

BRAGHIROLLI, L. F. et al. Benefits of educational games as an introductory activity in industrial engineering education. **Computers in Human Behavior**, [S.l.] v. 58, 2016. 11 p.

CHIAVENATO, I. **Administração:** teoria, processo e prática. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1994. 522p.

CRUZ, H. M.; SANTOS, D. de; MENDES, L. A. Causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 51-67, jan./mar. 2018. ISSN 1678-8621.

CRUZ, H. M. et al. Jogo didático “Construbusiness: a cadeia produtiva da construção civil”: uma ferramenta de aprendizagem na engenharia civil. **Revista Docência Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 07, n. 02, 2017.

EVANGELISTA, T. S. Cálculo em Quadrinhos: Relato de Experiência. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v.6, n.1, 2020. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8654896/20834. Acesso em: 22 abr. 2020.

FIREMAN, M. C. T. **Proposta de Método de Controle Integrado da Produção e Qualidade, Com Ênfase na Medição de Perdas Por Making-Do e Retrabalho.** Porto Alegre, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FISCHMANN, A .; ALMEIDA, M. I. R. de. **Planejamento Estratégico na Prática.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GRAMIGNA, M. R. **Jogos de Empresa**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 180 p. ISBN 9788576051299.

KALSAAS, B. T. Work-time waste in construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18., 2010, Haifa, Israel. **Proceedings**[…]Haifa, Israel, 2010, 11p. Disponível em: http://www.iglc.net.

KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction.** 2000. 296p. Thesis (Doctor). Espoo, Finlândia: VTT. 2000.

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

KOSKELA. L. Making-do: the eighth category of waste. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., 2004, Elsinore, Denmark. **Proceedings**... Elsinore, 10 p. 2004. Disponível em: http://www.iglc.net.

LEITE, M. O. et al. O ensino dos conceitos da construção enxuta com uma dinâmica de jogos em sala de aula. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 10, Fortaleza. **Anais** [...] Fortaleza: ANTAC, 2017, 8 p.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota:** 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005. 320 p.

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

MARCUZZO, S. et al. Estratégias para motivar a aprendizagem da embriologia: um relato de experiência no curso de enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v.5, n.1, 2019. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8653470/18845. Acesso em: 22 abr. 2020.

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.

MORAES, M. N. de; CARDOSO, P. A. Jogos para ensino em engenharia e desenvolvimento de habilidades. **Revista Principia** -Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, [S.l.], n. 39, 2018. Disponível em: https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1769/840. Acesso em: 27 abr. 2020.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, RS: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, M. A. **Implantando o laboratório de gestão: um programa integrado de educação gerencial e pesquisa em administração**. 2009. Tese (Doutorado em Administração) -Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PASQUIRE, C. The 8th flow – common understanding. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE IGLC, 20, 2012, San Diego. **Proceedings [**…] San Diego, 2012. 10p.

PASQUIRE, C.; EBBS, P. Shared understanding: the machine code of the social in a socio-technical system. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 25th, 2017, Heraklion, Greece. **Proceedings [**…] Greece, 2017, p. 365-372. DOI: https://doi.org/10.24928/2017/0342.

PELLICER, E.; PONZ-TIENDA, J. L. Teaching and Learning Lean Construction in Spain: a Pioneer Experience. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22, 2014, Oslo, Norway. **Proceedings** […] Oslo: IGLC, 2014. 12 p.

PERETTI, E. de M.; YARED, Y. B.; BITENCOURT, R. M. de. Metodologias inovadoras no ensino de ciências: relato de experiência sobre a criação de um jogo de cartas como abordagem colaborativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 7, p. 1-37, 2021.

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

POLLESCH, P. et al. House of Cards – a Simulation of Lean Construction Principles. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 25, 2017, Heraklion, Grécia. **Proceedings** […] Heraklion: IGLC, 2017, 8 p.

ROCHA, C. G. da; MIRON, L. I. G. The House Factory: A Simulation Game for understanding mass constumization in house building. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**. v. 144, n. 1, 2018.

ROMANEL. F. B. **Jogo "Desafiando a Produção":** Uma Estratégia para a Disseminação dos Conceitos da Construção Enxuta entre Operários da Construção Civil. 2009. 155 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) -Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

RONEN, B. The complete kit concept. **The International Journal of Production Research**, v. 30, n. 10, p. 2457-2466, 1992.

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

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.

SOMMER, L. C**ontribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.

VIANA, M. R.; SANTOS, D. G.; VASCONCELOS, C. A. Jogo Didático no Ensino de Conceitos Lean na Disciplina de Administração de Obras: Relato de Experiência. **Revista Internacional de Ensino Superior.** Campinas, v. 7, 1-20. 2021.