



DESENVOLVIMENTO DE JOGO PARA SIMULAÇÃO DA APRENDIZAGEM DO MAPA FLUXO DE VALOR COM MATERIAIS ALTERNATIVOS

Cristhian Gonçalves Araújo
cristhian-014@hotmail.com
URCA

Francisca Jeanne Sidim de Figueiredo
jeanne.sidrim@urca.br
URCA

Dalila Rayanne do Nascimento Andrade
dalilaandrade2009@hotmail.com
URCA

Amanda Duarte Feitosa
amandalfeitosa@hotmail.com
UFPE

Bruna Stephany Coelho de Souza
brunastephanycs@gmail.com
URCA

Resumo:O desenvolvimento tecnológico teve um crescente aumento nos últimos anos, resultando em melhorias na qualidade dos produtos, assim exigindo adaptações e novas estratégias para que a evolução produtiva seja continua. Uma das formas encontradas é a aprendizagem e o uso do Lean Six Sigma por meio de metodologia ativas de ensino, com uso da gamificação, que poderá de forma mais interativa e dinâmica melhorar a aprendizagem. Desta forma, o presente trabalho tem por finalidade desenvolver um jogo para simulação que facilite o ensino do Value Stream Mapping (VSM), com aplicabilidade ao ensino de graduação e a treinamentos empresariais. Ao que refere-se á metodologia, este estudo configura-se como pesquisa-ação que terá como produto a confecção de um jogo de tabuleiro, para o ensino do VSM de forma lúdica em processos produtivos, como ferramenta para eliminação de desperdícios.Como resultado, houve grande aprofundamento teórico da ferramenta VSM e suas aplicações. Além disso, foi desenvolvido o protótipo que contribuiu na identificação das problemáticas existentes na empresa alfa.

Palavras Chave: VSM - Metodologias Ativas - Lean Six Sigma - -

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento do desenvolvimento tecnológico durante últimos anos, consequentemente observa-se a ocorrência de acréssimos relacionados ao nível de qualidade dos produtos, isso parte do pressuposto que organizações investiram diretamente na qualidade durante seus processos produtivos, diminuindo defeitos decorrentes de problemas e aumentando significativa e eficaz a lucratividade. Para Drucker (1999) os líderes empresariais do próximo milênio precisam se adaptar às mudanças e encontrar novas estratégias para garantir o sucesso contínuo. Como desafios específicos, ele menciona a “Revolução da Nova Informação”, a importância da produtividade do trabalhador do conhecimento e as complexidades associadas a uma maior longevidade do trabalhador.

Desta forma, o presente trabalho evidencia a aprendizagem e o uso do *Lean Six Sigma* por meio de metodologia ativas de ensino, com uso da gamificação, que poderá de forma mais interativa e dinâmica melhorar a aprendizagem.

O *Lean Six Sigma* é conhecido como uma estratégia de gestão voltada para a otimização dos processos e a consequente qualidade de produtos e serviços. A disseminação do mesmo, torna-se uma necessidade em relação a uma melhoria no processo produtivo que gera a diminuição ou eliminação da variabilidade e aumento de lucratividade e qualidade do produto.

O treinamento por meio de metodologias ativas possibilita um maior aprendizado e maiores possibilidades de assimilação dos conhecimentos. Uma das formas de trabalho das metodologias ativas é a utilização de jogos, ou gamificação. Este estudo trata da aplicação do VSM, uma ferramenta fundamental para a observação de ações que não agregam valor ao processo produtivo. O objetivo, portanto é desenvolver um jogo para simulação que facilite o ensino do *Value Stream Mapping (VSM)*, com aplicabilidade ao ensino de graduação e a treinamentos empresariais.

2. MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa, classifica-se como uma pesquisa-ação que terá como produto a confecção de um jogo de tabuleiro, para o ensino do VSM de forma lúdica em processos produtivos, uma ferramenta para eliminação de desperdícios.

De acordo com Ganga (2012), pesquisa-ação tem como objetivo solucionar uma problemática social, buscando fazer algo sobre um evento particular. Esse tipo de pesquisa possibilita aplicações ou testes de modelos de soluções baseado em variadas pesquisas. Todo o processo de desenvolvimento do produto seguiu as etapas apresentadas na Figura 1.

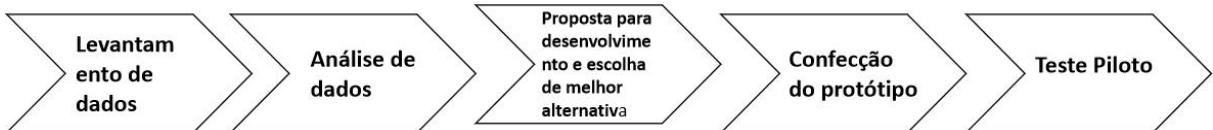


Figura1: Etapas do Processo de Desenvolvimento do Produto.

Fonte: Autor (2019)

A etapa inicial consistiu em um levantamento de dados referente à possibilidade de desenvolvimento do produto. Logo após esta etapa, os dados foram analisados com o objetivo de definir a viabilidade do produto. Na etapa seguinte foi feita a proposta de desenvolvimento do produto, com relação aos materiais utilizados, as dimensões adequadas e o *design* do produto a ser construído. Na penúltima etapa é iniciada a confecção do protótipo, através dos dados levantados e analisados nas etapas anteriores. Na última etapa, realizou-se o teste piloto



onde foi analisada a funcionalidade do protótipo, bem como possíveis problemas de utilização e ergonomia.

Na etapa da prototipagem foi feito o levantamento de dados, onde foram analisados quais materiais em busca da facilidade de aquisição e viabilidade econômica e que poderiam ser utilizados na construção do protótipo. Seguindo a linha de desenvolvimento do produto foi confeccionado o protótipo, com a utilização de materiais de fácil aquisição no mercado. Com todas essas etapas realizadas seguimos para teste, para confirmar tudo que foi exposto no objetivo do trabalho.

Logo após o desenvolvimento do protótipo do tabuleiro, foi realizado um teste piloto, para análise da necessidade de possíveis melhorias antes da realização da simulação. O teste piloto foi realizado com alunos da disciplina de Engenharia de Qualidade no curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Regional do Cariri-URCA, localizada na cidade de Juazeiro do Norte, Região Metropolitana do Cariri, no sul do estado do Ceará.

3.REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO (PDP)

Bezerra *et al* (2018) retrata que o Projeto de Desenvolvimento de Produto (PDP) tem por finalidade atender as exigências e demandas do mercado consumidor, criando produtos com produção em tempo adequado, com custos condizentes e sem excessos no processo.

Diferentemente dos projetos, que possuem inicio, meio e fim definidos de forma sequencial e não modificável, o PDP, caso necessário, possui alternativas de modificações em quaisquer de suas etapas. E mesmo existindo essa distinção, em muitos casos, o PDP é confundido com projeto (BATISTA e BORGES, 2017).

3.2 METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO

O PBL é um método de ensino e aprendizagem inovador. Envolve conceitos e princípios de uma ou mais disciplinas, desenvolvendo atividades com os alunos para resolver problemas, permitindo trabalhos de forma independente para construir o conhecimento com base em projetos que envolvem situações reais. Permite que os educadores ministrem aulas com maior proximidade aos alunos, identificando as deficiências individuais e coletivas. Como resultado, este método permite uma melhor preparação de profissionais (DOS SANTOS, et al, 2018).

As Metodologias Ativas possuem um foco no processo de aprendizagem e não no ensino; levam o aluno a “aprender a aprender” por meio de experiências reais ou simuladas que o levem a resolver problemas condizentes à sua realidade. Um dos métodos utilizados no PBL é a Gamificação (MENDES, et al, 2017).

3.2.1 GAMIFICAÇÕES

A gamificação é definida como aplicações em programas de marketing e web, com objetivo de motivação, engajamento e fidelização de clientes e usuários englobando o uso do game de forma interativa, competitiva e criativa no estímulo da identificação de problemas e suas possíveis formas de solução (FARDO, 2013).

Gamificação é um fenômeno emergente e, por isso, existem poucos relatos de experiências empíricas em processos educacionais, devido ao fato de que os educadores precisam dominar bem essa linguagem antes de serem capazes de utilizá-la em seus projetos, o que normalmente ainda não ocorre em nossa realidade. Sem um conhecimento aprofundado



sobre a gamificação, aplicá-la na educação pode impactar de forma não esperada os processos de ensino e aprendizagem (FARDO, 2013).

3.3 LEAN SIX SIGMA

O *Six Sigma* trabalha com a otimização do processo produtivo que tem como consequências principais a lucratividade e produtos com maior qualidade e padronização.

A metodologia *Lean* é utilizada em melhorias de processos com o intuito de eliminar ou reduzir etapas produtivas que não possuem valor agregado, evitando diferentes formas de desperdícios e provocando uma produção mais enxuta (KRISHAN et al, 2012) O *Lean* é usado para solucionar problemas baseados na melhoria contínua, reduzindo ações que no processo não agregam valor ao cliente.

Por necessitar de uma melhoria contínua no processo, empresas adotaram o seu uso para tornar seu sistema de produção mais viável. Com isso, provocam-se fatores positivos para a produção enxuta, tais como, redução do tempo de ciclo, diminuição de custos com entrega, provável eliminação de defeitos e eficiência em extinção de problemas (HABIDIN; YUSOF, 2012).

3.4 FERRAMENTA LSS

As ferramentas que auxiliam na realização dos projetos LSS, inclusive as estatísticas que servem para identificar e consequentemente reduzir potenciais causas de variações nos processos, bem como defeitos, são importantes para solução de problemas (MIGUEL, 2012a). Neste trabalho, o foco está na Ferramenta VSM.

3.4.1 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Value Stream Mapping (VSM) ou Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta eficaz para a prática do LSS, por suas características de mapear todo o fluxo do processo e o seu valor agregado, assim como identificar as etapas que não agregam valor, na movimentação de um produto ou serviço, do fornecedor ao cliente (JIN, DOOLAN, 2014; LIBRELATO et al., 2014; RAHANI; AL-ASHRAF, 2012).

O VSM Mostra como cada processo é, com o momento de proceder e as necessidades do cliente do próximo processo, com todos os movimentos de materiais e informação. As fontes de perdas são identificadas, e no planejamento do estado futuro são eliminadas, considerando toda a cadeia de valor e não apenas os processos individuais ou otimizações locais (LIBRELATO et al., 2014).

Em qualquer indústria de transformação, as operações podem ser classificadas em três gêneros principais: atividades que não agregam valor (ANVN), mas necessárias; atividades que não agregam valor desnecessário (ANVD), e as que agregam valor (AV). As ANVD não agregam valor ao cliente e nem a empresa, se constituem como total desperdício e precisam ser erradicadas (manuseio desnecessário, retrocesso, tempo de espera, etc.).

Para apresentação dos processos de produção de forma esquemática, são utilizados símbolos que representam produtos, operações e fluxos de informação (JASTI; SHARMA, 2014).



Figura 2: Símbolos do VSM.

Fonte: Adaptado de EDRAW, (2019).

4. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Inicialmente realizou-se o levantamento de dados que se deu por meio de uma revisão teórica, onde foram realizadas pesquisas acerca da ferramenta VSM, gamificação, simulação, desenvolvimento de produto e materiais alternativos, de forma a conhecer melhor suas aplicabilidades, com o intuito de utilizá-los como solução para a falta de dinamismo no repasse de conhecimentos em sala de aula, que ocasiona desinteresse nos alunos em aprender.

Observou-se que existe uma pequena quantidade de dados relacionados ao uso de ferramentas como forma de dinamizar a aprendizagem. O uso da ferramenta VSM encaixa-se no método de gamificação, desta forma, as análises feitas direcionam o foco para a criação de um jogo físico, utilizando materiais de fácil acesso e manipulação, como madeiras, pregos, parafusos, chapas de zinco, papel adesivo, folhas de imã e pincéis.

Ao final da análise dos materiais, optou-se pela construção do tabuleiro com madeira reutilizada, revestido com chapas de zinco, para aderir à utilização das peças com imã.

O tabuleiro foi construído com madeira reutilizada, chapas de zinco e plástico adesivo na cor branca. Na figura 3 é ilustrada a composição de materiais utilizados na construção do tabuleiro.

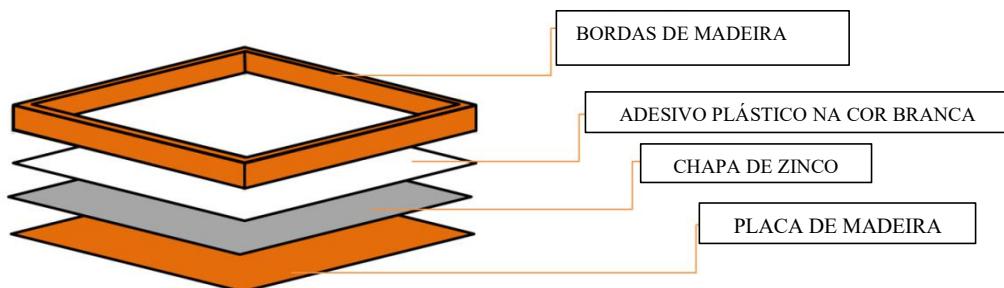


Figura 3 : Composição de materiais do tabuleiro.

Fonte: Autor (2019).

De acordo com a simbologia existente na ferramenta VSM, foram desenvolvidas as peças utilizadas no protótipo. Desenhadas e impressas em um tipo de papel com espessura maior e coladas a folhas com imã, para evitar o fácil deslizamento no tabuleiro.

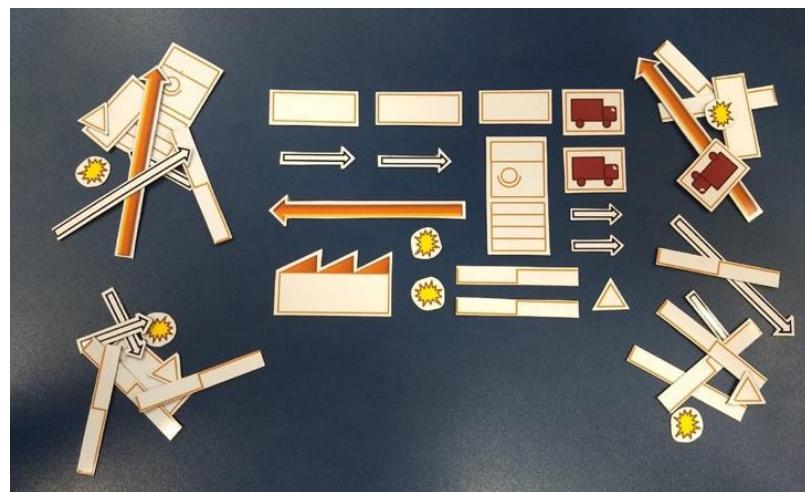


Figura 4: Peças desenvolvidas para o protótipo.

Fonte: Autor (2019)

O protótipo foi desenvolvido de forma manual, com o auxílio de algumas ferramentas como, furadeiras, maquitas, chaves de fenda, tesouras e estiletes. Alguns materiais como madeiras, chapas de zinco, parafusos, EVA, plástico adesivo, fita isolante foram utilizados. Nas peças utilizadas no protótipo foram desenvolvidas de forma interativa, com papel foto e folhas de imã, com o objetivo de facilitar a movimentação e organização no tabuleiro.

Há diversos modelos de simbologia existentes para o VSM, contudo, foi desenvolvido um modelo para a utilização do protótipo, segue abaixo:

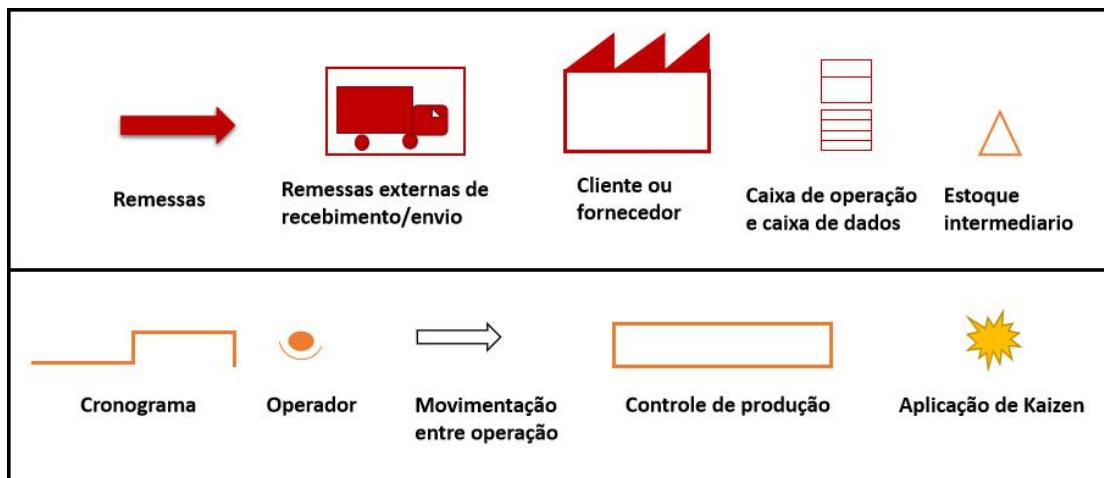


Figura 5: Simbologia das peças utilizadas no protótipol

Fonte: Autor (2019)

O teste piloto foi desenvolvido com alunos da disciplina de Engenharia de Qualidade do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Regional do Cariri – URCA, utilizando a ferramenta VSM. A seguir temos as etapas referentes à aplicação da simulação.

5. TESTE PILOTO

O caso (Empresa Beta): A empresa Beta é uma empresa regional, familiar e é administrada pelo proprietário. Ela possui uma baixa variedade de modelos, sendo assim maior parte dos produtos seguem os mesmo de processos de fabricação, foram destacadas duas famílias principais: sandálias (estilo havaianas) e Alpargatas.

A empresa compra do Fornecedor 1, o tecido usado para o modelo alpargata, e do Fornecedor 2, a placa de EVA pronta para o corte, sendo esta usada para composição do solado de ambos os modelos e recebe também do mesmo Fornecedor 2 ,as tiras injetáveis para o já prontas para montagem para o modelo Sandália, e o prazo de entrega da matéria prima é de 5 dias.

Foram levantados os dados de tempos de ciclos, tempos de espera, quantidades de estoque intermediário e o número de operadores por processo. A seguir são colocados o tempo de ciclo das operações e os fluxos básicos de produção

Tabela 1: Tempo de ciclo de operações do modelo Alpargata.

Modelo Alpargata		Tempo de Ciclo	Tempo de espera	Quantidades WIP
Processo	Máquina	(segundos/par)	dias	unidade
Corte Solado	Balancim	0,17	1,8	600
Corte Tecido	Máquina de corte	0,20	1,2	484
Costura	Máquina de Coluna	0,16	0,7	248
Montagem	Bancada	0,46	0,5	220
Acabamento	Bancada	0,1	1,3	520

Fonte: Autor (2019)

Abaixo segue algumas informações sobre os tempos de ciclos de operações referentes ao modelo sandália.

Tabela 2: Tempo de ciclo de operações do modelo Sandália.

Modelo Sandália		Tempo de Ciclo	Tempo de espera	Quantidades WIP
Processo	Máquina	(segundos/par)	dias	unidade
Corte Solado	Balancim	0,17	1,8	600
Serigrafia	Mesa de gravação	0,15	0,5	240
Montagem	Bancada	0,46	0,5	220
Acabamento	Bancada	0,1	1,3	520

Fonte: Autor (2019)

O fluxo de materiais na produção é realizado de forma empurrada, no qual cada etapa produz o que foi planejado, não se preocupando se o estágio posterior necessita ou não

daquele material, ocasionando estoques intermediários antes e depois de cada processo. A seguir o fluxo do processo de produção (Figura 6)

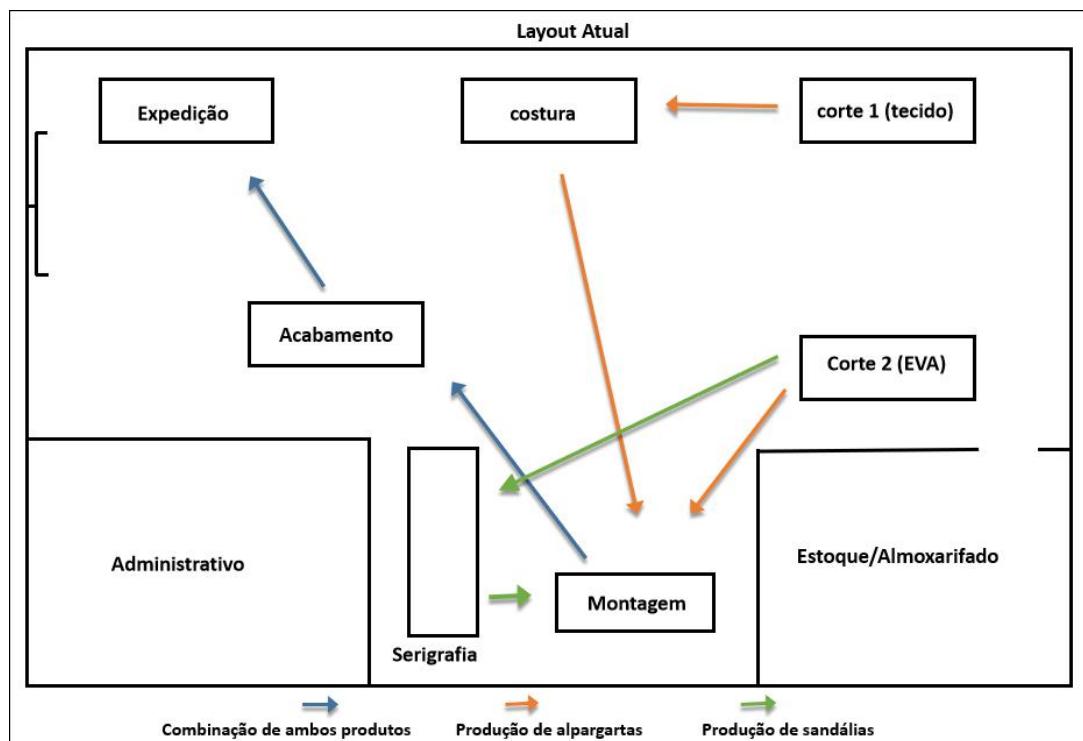


Figura 6: Fluxo do processo de produção dos modelos alpargatas e sandálias

Fonte: Autor (2019)

Especificação da empresa:

- Demanda Mensal: 18400 peças do modelo Alpargatas e 18400 peças Sandálias;
- A empresa trabalha atualmente, com apenas um operário por posto de trabalho;
- A empresa cumpre uma jornada de 8 horas (1 turno), incluindo 2 pausa de 10 min por turno.

Com o intuito de visualizar os problemas e indicar as operações que necessitam de melhoria foi utilizado o VSM.

O teste piloto foi realizado com alunos da disciplina de engenharia de qualidade do curso de engenharia de produção mecânica da Universidade Regional do Cariri – URCA, localizada na cidade de Juazeiro do Norte, no sul do estado do Ceará. Com a participação de 12 alunos, a sala foi dividida em 2 turmas de 6 pessoas. Segue abaixo cada etapa ocorrida no teste piloto.

1º - Conhecendo a ferramenta: Nesta primeira etapa do teste os alunos participantes obtiveram uma aula introdutória sobre a ferramenta VSM.

2º - Apresentação do protótipo: Nesta etapa os alunos receberam todas as instruções necessárias para utilização do protótipo.

3º - Conhecendo o caso: A etapa em que foi proposta uma problemática para os alunos.

4º - Utilizando o protótipo: Através dos dados repassados aos alunos, foi iniciado o uso do protótipo, construindo o VSM atual.



5º - Construindo o VSM futuro: Na quinta e última etapa com o VSM atual já desenvolvido, os alunos analisaram a situação e identificaram possíveis melhorias que poderiam ser aplicadas, ocasionando assim, a construção do VSM futuro.

5.1 PROPOSTA DE MELHORIA

Após o término do teste, foi aplicado um questionário de experiência, com o intuito de observar o ponto de vista do usuário. Na pergunta número 1, foi perguntado qual nota representaria melhor o critério visual do protótipo. Acima que 83,3% dos participantes do teste avaliaram o protótipo visualmente excelente, e apenas 8,3% consideraram muito bom, e a mesma porcentagem para regular.

Na pergunta número 2, foram perguntados sobre a avaliação de conforto e bem-estar na utilização do protótipo, foi obtido o resultado: 25% dos alunos avaliaram o protótipo como excelente, no quesito bem-estar e conforto de utilização, 58,3% como muito bom e 16,7% como regular.

Na pergunta de número 3, foi levantado o questionamento a aprendizagem do uso da ferramenta baseado na utilização do jogo. Dos participantes do teste, 83,3% dos alunos, isso equivale a 10 dos 12 alunos participantes responderam que sim, que o jogo foi utilizado de forma clara para o entendimento da ferramenta, e apenas 16,7%, equivalente a 2 alunos disseram que talvez.

Na pergunta de número 4 foi questionado sobre as peças do jogo, se as quais estavam devidamente dimensionadas e visualmente comprehensíveis. Neste quesito, 58,3% dos participantes responderam que estava muito bom, 33,3% afirmaram ser excelentes, e apenas 8,3% informaram ser regular.

Na pergunta de número 5, foi feita a avaliação geral do protótipo, onde 50% afirmaram ser excelente, 41,7% afirmaram ser muito bom, e apenas 8,3% afirmaram ser regular.

6.CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos no teste piloto, pode-se afirmar que os objetivos foram alcançados, visto que houve grande aprofundamento teórico do VSM e suas aplicações. De acordo com pesquisa de experiência realizada com os alunos, conclui-se que o produto teve impacto positivo no meio acadêmico.

Nas etapas de utilizações do protótipo, foram feitas algumas observações em relação à didática:

- Maior absorção do conteúdo, colocando em prática a teoria para o caso estudado;
- Reutilização de materiais alternativos para a construção do tabuleiro e das peças do jogo;
 - Aprendizagem de metodologias como o *Lean Six Sigma*;
 - Preparo dos jogadores para possíveis situações reais do mercado de trabalho, baseado na metodologia ativa de ensino PBL.
- Interação entre usuários e simpatizantes, proporcionando uma vasta discussão produtiva sobre as aplicações do jogo.

Com a solução dos problemas físicos do protótipo, os quais foram identificados pelos alunos participantes do teste, conclui-se que a parte didática e de gamificação atendeu todos os objetivos deste trabalho.

7.REFERÊNCIAS

BATISTA, T. P. Z.; BORGES, F. H. **Aplicação do PDP no Desenvolvimento de uma Máquina de Despalhe de Cana-de-açúcar: Uma Pesquisa-ação em uma Indústria Multinacional de Grande Porte.** 2017. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_242_404_34724.pdf>.

BEZERRA, I. et al. **Projeto e Desenvolvimento de um Novo Produto: Aplicador Eficiente de Loção Capilar.** 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_262_506_35370.pdf>.

DOS SANTOS, E. F. et al. **Aprendizagem Baseada em Projetos Aplicado ao desenho técnico. Criativo Education**, n.9, p.479-496, MAR/2018.

BORGES, S. S. et al. **Gamificação Aplicada à Educação: Um Mapeamento Sistemático. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação.** 2013.

DRUCKER, P. Management Challenges for the 21st Century, HarperBusiness, New York, NY.

EDRAW. Disponível em :<<https://www.edrawsoft.com/linuxdiagram/value-stream-map-software-linux.html>>. Acesso em : 23 de Maio de 2020.

FARDO, M. L. **A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. Novas Tecnologias na Educação.** V.11, n.1, JULHO/2013.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção: Um Guia Prático de Conteúdo e Forma.** São Paulo: Editora Atlas, 2012.

HABIDIN, N. F; YUSOF, S. M. **Relationship between lean six sigma, environmental management systems, and organizational performance in the malaysian automotive industry. International Journal of Automotive Technology.** v.13, n.7, p.1119–1125, AGO/2012.

JASTI, N.V. K.; SHARMA, A.; **Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool A case study from auto components industry. International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 1, p. 86-116, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/IJLSS-04-2012-0002>>

JIN, H. W.; DOOLEN, T. L.; **A comparison of Korean and US continuous improvement projects. International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 4, p. 384-405, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-01-2013-0012>>

KRISHAN, N. et al. **Lean Six Sigma for higher education institutions (HEIs). International Journal of Productivity and Performance Management.** v.61, n.8, p.940-948, 2012.

LIBRELATO, T. P.; LACERDA, D. P.; RODRIGUES, L. H.; VEIT, D. R. **A process improvement approach based on the Value Stream Mapping and the Theory of Constraints Thinking Process. Business Process Management Journal**, v. 20, n. 6, p. 922–049, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/BPMJ-07-2013-0098>>.

MARI, F. A; SCHENATTO, F. J. A. **Análise do Processo de Desenvolvimento de Produtos como Estratégia para Inovação em uma Empresa do Setor Eletroeletrônico.** 2017. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_242_404_33792.pdf>

MENDES, A. A. el tal. **A Percepção dos Estudantes do Curso de Administração a Respeito do Processo de Implantação de Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem - O Desenvolvimento da Aprendizagem Significativa. Pensar Acadêmico, Manhuaçu**, v.15, n.2, p.182-192, julho-dezembro, 2017.

MIGUEL, P. A. C. **Benchmarking the use of tools and techniques in the Six Sigma programme based on a survey conducted in a developing country. Benchmarking: An International Journal**, v. 19, n. 6, p. 690–708, 2012.

RAHANI, a. R.; AL-ASHRAF, M. **Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. Procedia Engineering**, v. 41, n. Iris, p. 1727–1734, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>>.