DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE SIX SIGMA E DMAIC NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Osmar Gutzmann Neto e Vanessa Nappi

INTRODUÇÃO

A metodologia Seis Sigma constitui uma abordagem voltada à melhoria de processos e à redução da variabilidade, tendo como uma de suas principais estruturas o ciclo DMAIC, composto pelas etapas "*Define*" (Definir), "*Measure*" (Medir), "*Analyze*" (Analisar), "*Improve*" (Melhorar) e "*Control*" (Controlar). Essas etapas orientam a identificação do problema, a coleta e análise de dados, a proposição de melhorias e o acompanhamento dos resultados, contribuindo para a melhoria contínua dos processos (Pande; Neuman; Cavanagh, 2001; Rotondaro, 2010; Werkema, 2012). A utilização de dados e ferramentas estatísticas também constitui um elemento importante para a análise e o controle da qualidade dos processos (Montgomery, 2016).

No ensino de Engenharia de Produção, a utilização de estratégias que aproximem os conteúdos teóricos de situações práticas pode contribuir para a aprendizagem dos estudantes. As metodologias ativas favorecem a participação dos alunos no processo de aprendizagem, permitindo maior interação com problemas e situações que simulam contextos reais (Bacich; Moran, 2018). Nesse contexto, objetivo deste trabalho consistiu em desenvolver um jogo didático como ferramenta de apoio ao ensino dos conceitos de Seis Sigma e do ciclo DMAIC para estudantes de Engenharia de Produção.

DESENVOLVIMENTO

A pesquisa foi desenvolvida a partir da proposição de um *framework* conceitual relacionando o ambiente fabril, as etapas do ciclo DMAIC e os resultados de aprendizagem. A proposta foi fundamentada nos princípios das metodologias ativas, buscando aproximar os conceitos teóricos de Seis Sigma de uma situação prática e promover a participação dos estudantes no processo de aprendizagem (Bacich; Moran, 2018).

Com base nesse framework, foi desenvolvido um jogo didático que simula uma linha de produção utilizando blocos de LEGO e desenhos técnicos para a montagem de sete unidades de bonecos Funko Pop, contemplando quatro modelos diferentes. A dinâmica foi estruturada com especificações de tempo e qualidade, sendo as equipes compostas por quatro participantes, distribuídos nas funções de dois operadores, um inspetor e um analista. Foram utilizados dois cronômetros e dois notebooks para apoiar a execução e o registro das atividades.

O sistema produtivo foi organizado em seis estágios: Plano de Montagem, Montagem, Inspeção da Qualidade, Produto Final, DMAIC e Reinício do Processo. As etapas do DMAIC foram integradas à dinâmica por meio de ferramentas da qualidade. Na etapa "Definir", foi utilizado o SIPOC; na etapa "Medir", foram coletados dados de qualidade e tempo; na etapa "Analisar," foi aplicada a técnica dos 5 Porquês; na etapa "Melhorar," foram propostas alterações no processo; e na etapa "Controlar," foram definidos procedimentos de acompanhamento da qualidade e do tempo.

Para verificar a dinâmica da proposta, foi realizado um teste piloto com oito estudantes de graduação em Engenharia de Produção. A aplicação seguiu um roteiro estruturado em quatro etapas: apresentação das instruções do jogo, apresentação do fluxograma do processo produtivo, orientação sobre a aplicação do DMAIC no cenário simulado e realização das rodadas de simulação. Durante a atividade, foram coletados dados de qualidade e tempo, além de observações sobre a execução das etapas e a dinâmica das equipes, utilizados posteriormente para a análise da proposta e o aprimoramento do jogo.

RESULTADOS

O jogo "POP! *Sigma Challenge*" simula uma linha de produção na qual os estudantes utilizam blocos de LEGO e desenhos técnicos para montar sete unidades de bonecos Funko Pop, contemplando quatro modelos diferentes. O desafio consiste em atingir o nível Seis Sigma, considerando uma especificação de tempo de 30 segundos por unidade e de qualidade entre 98 e 100 pontos. Foram utilizados 14 bonecos e peças de diferentes cores, além de dois cronômetros e dois notebooks para o gerenciamento dos dados. As equipes foram formadas por quatro participantes, distribuídos nas funções de dois operadores, um inspetor e um analista.

O sistema produtivo é delineado em seis estágios: 1) Plano de Montagem, etapa de engenharia baseada em vistas técnicas e modelos 3D; 2) Montagem, correspondente à execução da linha de produção; 3) Inspeção da Qualidade, destinada à verificação de erros de encaixe; 4) Produto Final, destinado ao cálculo do desempenho; 5) DMAIC, no qual são aplicados os princípios do Seis Sigma para solucionar falhas; e 6) Reinício do Processo, destinado à implementação da melhoria contínua e à redução da variabilidade.

As ferramentas da qualidade integram as etapas do DMAIC. Na etapa "Definir", utiliza-se o mapeamento SIPOC. Em "Medir", os dados registrados pelo inspetor são utilizados para calcular os níveis de qualidade e tempo. Na etapa "Analisar", aplica-se a técnica dos 5 Porquês para investigar as causas dos erros. Em "Melhorar", são testadas alternativas para aprimorar a organização da mesa, enquanto "Controlar" envolve o monitoramento por meio de inspeção visual e cronometragem.

Para coletar dados, foi conduzido um jogo piloto com estudantes do curso de Engenharia de Produção e Sistemas, conforme um roteiro estruturado em quatro etapas: apresentação das instruções, apresentação do fluxograma produtivo, orientação sobre a aplicação do DMAIC no cenário do jogo e realização das rodadas de simulação (Figura 1).

A partir das métricas extraídas no piloto, a Equipe A atingiu um score de 54,65/100 em Qualidade e 39,77/100 em tempo (Figura 2). Em contrapartida, a Equipe B apresentou um desempenho superior, com 77,28/100 em Qualidade e 62,40/100 em Tempo. Contudo, ambas as pontuações se encontram distantes do nível de desempenho esperado pela metodologia Seis Sigma, cuja referência corresponde a aproximadamente 99,99966% de conformidade, representando uma baixa taxa de defeitos.

A análise dessas pontuações evidencia a influência da variabilidade humana, da interpretação dos desenhos e da pressão temporal. A aplicação dos 5 Porquês demonstrou que parte das falhas na execução técnica está relacionada a ineficiências no estágio inicial de planejamento da engenharia, especialmente na identificação de pontos críticos dos desenhos 3D. Assim, as equipes utilizaram as etapas finais do sistema, DMAIC e Reinício do Processo, para ajustar seus planos e técnicas, demonstrando, na prática, a importância da melhoria contínua para a redução das falhas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do jogo possibilitou estruturar uma atividade didática baseada na simulação de um processo produtivo, integrando as etapas do ciclo DMAIC e ferramentas da qualidade. O teste piloto permitiu verificar a dinâmica proposta e identificar aspectos a serem ajustados em sua estrutura. Dessa forma, o jogo desenvolvido constitui uma proposta de apoio ao ensino de Seis Sigma e DMAIC, aproximando os conceitos apresentados em sala de aula de uma situação prática no contexto da Engenharia de Produção.

Palavras-chave: Seis Sigma; DMAIC; metodologias ativas; jogo didático; Engenharia de Produção.

ANEXOS



Figura 1. *Foto da Equipe A no dia jogo piloto.*

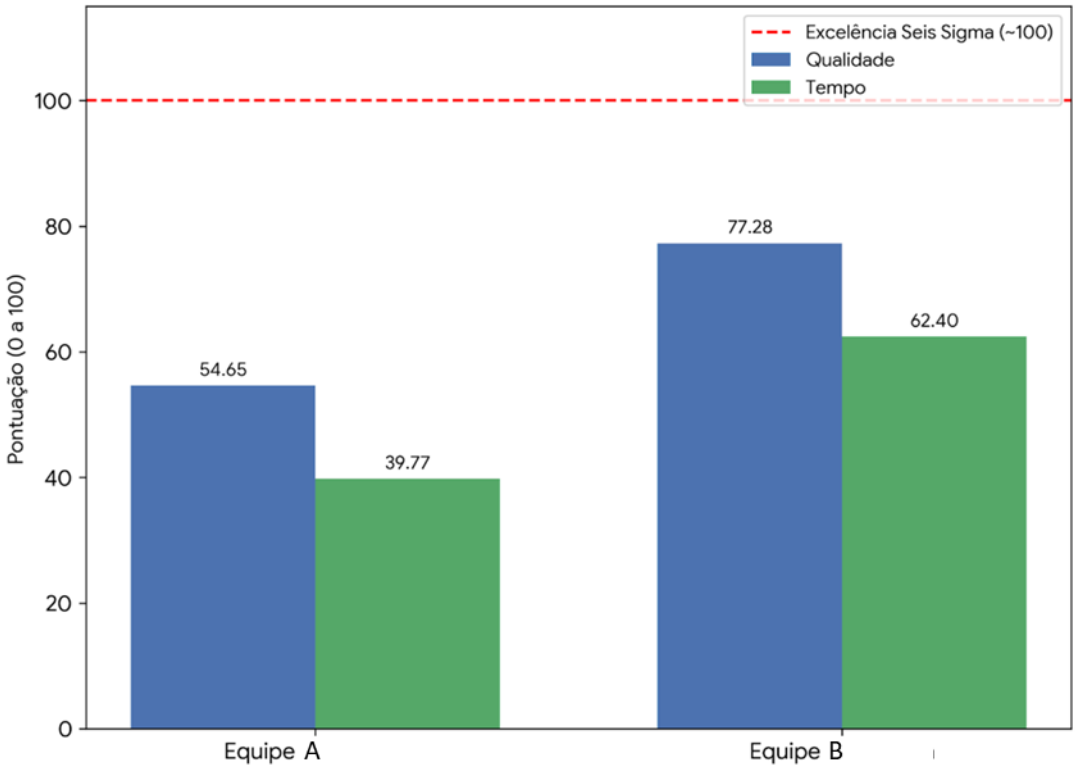


Figura 2. *Comparação do desempenho da Equipa A e da Equipe B no jogo.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

MONTGOMERY, D. C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH R. R. O Estilo Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão afinando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

ROTONDARO, R. G. (Org.). Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2010.

WERKEMA, C. Criando a cultura Seis Sigma. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.