

APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS PARA OTIMIZAÇÃO DA CAPACIDADE EM UMA FÁBRICA DO RAMO DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

Anelize Rosa De Oliveira Chiarini – anelizeoliveira015@gmail.com

José Arnaldo Barra Montevechi – montevechi@unifei.edu.br

Rafael de Carvalho Miranda – rafael.miranda@unifei.edu.br

Palavras-chave: simulação a eventos discretos, modelagem e simulação, IDEF-SIM

1. INTRODUÇÃO

No contexto econômico atual, caracterizado por transformações rápidas, avanços tecnológicos e crescente complexidade nos mercados globais, as empresas do setor industrial enfrentam desafios significativos para manter sua competitividade e garantir sua sustentabilidade a longo prazo. Nesse cenário, torna-se fundamental adotar práticas que promovam a eficiência dos processos produtivos e a agilidade na tomada de decisões operacionais (MOURA *et al.*, 2020).

No âmbito dos modelos clássicos de simulação a eventos discretos (SED), Leal *et al.* (2009), apresentam uma estrutura metodológica robusta que abrange a coleta de dados, a construção do modelo computacional, a validação estatística e a análise de cenários. O estudo evidencia a eficácia da SED na identificação de gargalos produtivos, na avaliação de diferentes configurações de layout e na mensuração dos impactos de setups e variações operacionais sobre o desempenho da linha. Essa linha de pesquisa demonstra que, mesmo em ambientes altamente competitivos, a SED segue sendo uma ferramenta prática e de alta aplicabilidade no chão de fábrica.

Para abordar essa questão de forma abrangente e detalhada, este trabalho propõe a utilização da SED para modelar a linha de produção da empresa analisada. Assim, o objetivo desse trabalho é projetar um aumento de capacidade da etapa de teste por meio da SED. Através da SED será possível obter como resultados: redução do lead time, aumento de produtividade e redução no custo da peça.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Gestão de Sistemas de Produção

A Gestão de Sistemas de Produção é um componente vital para garantir o sucesso operacional das organizações industriais. Este campo envolve a coordenação estratégica de recursos humanos, materiais e tecnológicos, com o objetivo principal de alcançar eficiência nos processos produtivos. De acordo com Slack *et al.* (2018), a gestão de sistemas de produção não apenas visa maximizar a produtividade e a qualidade dos produtos, mas também busca otimizar custos e tempo.

No âmbito das estratégias de planejamento e controle, a Gestão de Sistemas de Produção utiliza abordagens como o planejamento agregado e a programação detalhada para gerenciar a capacidade produtiva de maneira eficiente. Conforme ressaltado por Slack *et al.* (2018), o planejamento agregado permite ajustar a capacidade produtiva de longo prazo às flutuações da demanda do mercado, enquanto a programação detalhada visa garantir a utilização otimizada dos recursos no curto prazo, minimizando custos operacionais e aprimorando a eficiência dos processos produtivos.

Dessa forma, a eficiência produtiva não depende apenas de tecnologia ou controle, mas da existência de sistemas de gestão integrados, capazes de alinhar rotinas operacionais diárias às metas estratégicas da organização. Estudos recentes apontam que a combinação entre gestão de curto prazo (como programação da produção e controle de recursos) e diretrizes de longo prazo (como padronização, análise de desempenho e melhoria contínua) favorece o equilíbrio entre flexibilidade e produtividade em ambientes industriais dinâmicos (MINH, 2023).

2.2 Simulação a Eventos Discretos

A SED auxilia na análise de dados para descobrir inferências de medidas de performance para os sistemas analisados (HUERTA-TORRUCO *et al.*, 2022).

De acordo com Huerta-Torruco *et al.* (2022), os principais passos para construção de projetos de SED são:

1. Definição do problema;
2. Modelo conceitual;

3. Desenvolvimento do projeto computacional;
4. Experimentação;
5. Análise dos resultados.

Além disso, a SED é amplamente utilizada para melhorias em campos como produção, saúde, logística e transportes. Esta pode ser utilizada para atingir diversos objetivos, como: otimização da capacidade interoperacional que minimize os custos de inatividade, otimização da disponibilidade de peças e otimização dos intervalos de manutenção.

2.2 Metodologia

Para Urbani *et al.* (2020), modelos baseados em simulação têm se mostrado muito eficientes, apresentando bons resultados em vários tipos de indústrias. Uma abordagem, segundo Montevechi *et al.* (2010), para elaboração de modelos de SED é dividida em três fases: (1) Concepção, (2) Implementação e (3) Análise.

A primeira, Concepção, engloba o modelo conceitual que guia a coleta de dados, bem como a elaboração do modelo computacional. Após a implementação do modelo computacional, a etapa de Análise envolve elementos matemáticos e estatísticos. A fase de Concepção é a que possui maior dispêndio de tempo, pelos modeladores.

Nesse trabalho, a modelagem conceitual do processo foi realizada utilizando o mapeamento IDEF-SIM, que descreve as operações da linha e os fluxos de materiais e informações. Além disso, os dados de entrada para o modelo de simulação foram definidos utilizando a ferramenta ExpertFit®, que ajusta distribuições de probabilidade para representar os tempos de ciclo e as variabilidades observadas.

A fase de implementação, permite construir representações gráficas e lógicas do sistema real para representar as etapas de montagem, teste e fluxos intermediários. Por fim, na fase de análise é possível observar os resultados obtidos por meio da simulação servindo para apoio a tomada de decisão. Na fase de implementação foi possível utilizar o software FlexSim®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia apresentada foi possível obter um cenário válido para apoio à tomada de decisão. Havia um descompasso entre montagem e teste que dificultava a finalização dos fornos que iniciavam no teste advindos da montagem. Através do modelo de SED, foi possível simular de forma consistente a adição de um novo posto de trabalho em cada etapa de teste e a capacidade de equilibrar o fluxo produtivo, eliminando gargalos e aumentando a eficiência geral do sistema. Essa mudança não atende apenas à demanda crescente, mas também reduz os impactos causados por atrasos nas entregas e filas nos estoques intermediários. A simulação das duas linhas de produção demonstrou um ganho na produção diária total de 20%, com redução das filas e maior eficiência no fluxo de produtos. Além disso, foi possível identificar gargalos críticos, especialmente na etapa de teste, e propor melhorias na capacidade para minimizar estoques intermediários e aumentar a produtividade.

Em contextos produtivos marcados por incertezas e variabilidade, a utilização de métodos estatísticos tradicionais, que assumem distribuições conhecidas e bem comportadas, pode comprometer a precisão na definição dos níveis de estoque. Estudos recentes apontam que abordagens não paramétricas oferecem alternativas mais robustas, pois não exigem premissas rígidas sobre o comportamento da demanda e do tempo de reposição. Saldanha, Price e Thomas (2023) reforçam a relevância dessas técnicas ao demonstrar que estimativas baseadas em dados empíricos geram resultados mais confiáveis para a tomada de decisão em ambientes produtivos complexos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou a aplicação da modelagem e simulação em um ambiente produtivo industrial com o auxílio do software FlexSIM® para analisar gargalos, ociosidades e propor melhorias no processo produtivo.

A análise dos resultados permitiu identificar pontos críticos no fluxo produtivo, como o gargalo na etapa de teste, e propor um aumento na capacidade dessa fase para eliminar filas e reduzir estoques intermediários. As melhorias implementadas resultaram em um aumento de 20% na produção diária total das linhas, além de maior eficiência no uso dos recursos produtivos, com menor desperdício e ociosidade.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a análise de tempos de processo em outras etapas e realizem uma avaliação econômica detalhada para mensurar o retorno dos investimentos propostos. Assim, este trabalho contribui não apenas para a melhoria da operação analisada, mas também para o avanço metodológico no uso de simulação para resolução de problemas industriais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES, e FAPEMIG, bem como à empresa objeto deste estudo, pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- HUERTA-TORRUCO, V.A.; HERNANDÉZ-URIBE, O.; CÁRDENAS-ROBLEDO, L.A.; RODRÍGUEZ-OLIVARES, N. A. Effectiveness of Virtual Reality In Discrete Event Simulation Models for Manufacturing Systems. **Computers & Industrial Engineering**, 2022.
- LEAL, F., COSTA, R. F. da S., MONTEVECHI, J. A. B., ALMEIDA, D. A. de, & MARINS, F. A. S. (2011). A practical guide for operational validation of discrete simulation models. **Pesquisa Operacional**, 31(1), 57-77.
- MINH, N. D. Toyota's production efficiency improvement management: best practice for productivity evaluation and operation improvement. **Journal of Advances in Management Research**, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 366–385, 2023. Emerald Publishing Limited. DOI: 10.1108/JAMR-02-2022-0042. ISSN 2049-3207.
- MONTEVECHI, J. A. B.; LEAL, F.; PINHO, A. F.; COSTA, R. F. S.; OLIVEIRA, M. L. M.; SILVA, A. L. F. Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: an application in a Brazilian tech company. In: **Proceedings of the Winter Simulation Conference**, Baltimore, USA, 2010.
- MOURA, Cassiano Rodrigues; BORGES, William José; KOHLRAUSCH, Valnei. Otimização do processo de emissão de ordens de produção: um estudo de caso em uma indústria de confecção. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 15, n. 1, p. 171–191, 2020.
- SALDANHA, J. P.; PRICE, B. S.; THOMAS, D. J. **A nonparametric approach for setting safety stock levels. Production and Operations Management**, v. 32, n. 4, p. 1150–1168, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/poms.13918>.
- SLACK, N., *et al.* **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

URBANI, M.; BRUNELLI, M.; COLLAN, M. A. Comparison of Maintenance Policies for Multi-Component Systems Through Discrete Event Simulation of Faults. **IEEE Access**, 2020.