

USO DE SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS NA OTIMIZAÇÃO DE LAYOUT DE UM PROCESSO DE UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Mariane Borim Lima – ma.borim.lima@unifei.edu.br
José Antonio de Queiroz – ja.queiroz@unifei.edu.br
José Arnaldo Barra Montevechi – montevechi@unifei.edu.br

Palavras-chave: Otimização de *layout*, Simulação a Eventos Discretos, Planejamento Sistemático de *Layout* (PSL), Indústria automobilística.

1. INTRODUÇÃO

A crescente competitividade dos mercados e a busca por sustentabilidade têm exigido das empresas uma reavaliação contínua de seus processos produtivos. No setor automobilístico, esses desafios se tornam ainda mais intensos devido à diversificação e à personalização crescentes dos modelos, que exigem maior flexibilidade e agilidade nos fluxos de produção. O arranjo físico, ou *layout*, se mostra um fator determinante para o desempenho desses sistemas produtivos, uma vez que influencia diretamente o fluxo de materiais, os tempos de transporte e a utilização de recursos. *Layouts* ineficientes podem gerar desperdícios, gargalos e movimentos desnecessários, reduzindo a produtividade, aumentando custos operacionais e impactando negativamente indicadores de sustentabilidade.

Nesse contexto, o Planejamento Sistemático de *Layout* (PSL) se configura como metodologia eficaz para projetar *layouts* eficientes, considerando o fluxo de materiais, as atividades e as restrições da planta. A otimização de *layout*, por sua vez, representa uma estratégia para elevar a eficiência produtiva e apoiar decisões de reconfiguração de linhas de produção. Todavia, sem a utilização de ferramentas adequadas para validar as alterações, há o risco de investimentos em decisões equivocadas e imprecisas, que podem custar recursos.

Para mitigar este risco, a Simulação a Eventos Discretos (SED) se mostra uma ótima ferramenta, pois permite testar virtualmente diferentes alternativas de *layout* e

identificar configurações mais eficientes antes da implementação física. Além disso, o FlexSim, um dos softwares que oferecem suporte à Simulação a Eventos Discretos (SED), integra um módulo de otimização baseado nos indicadores analisados e nas restrições espaciais definidas por modeladores e gestores, permitindo gerar layouts otimizados sem a necessidade de múltiplos testes manuais de cenário.

Diante desse contexto, o estudo tem como objetivo principal aplicar o PSL junto a um modelo de SED, utilizando o FlexSim, para otimizar o *layout* de uma linha de produção, de modo a reduzir desperdícios, melhorar o fluxo de materiais e aumentar a eficiência operacional, alinhando-se aos princípios da manufatura enxuta e à busca por um futuro sustentável. Como objetivo secundário, pretende-se avaliar os benefícios da integração entre o PSL e a otimização de *layout* através da SED, no ambiente dinâmico e competitivo da indústria automobilística.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial teórico

O arranjo físico de uma planta se refere ao modo em que seus recursos físicos estão dispostos e organizados no espaço. Essa distribuição está diretamente relacionada à eficiência operacional da linha, uma vez que uma organização equivocada pode gerar desperdícios de movimento e movimentação, obrigando os operadores e máquinas envolvidos a percorrerem trajetos desnecessários ou a executarem muitas atividades que não agregam valor. Nesse sentido, o Planejamento Sistemático de *Layout* (PSL), proposto por Muther (1978), oferece uma metodologia para a análise da disposição dos recursos, com o objetivo de maximizar a eficiência produtiva.

A simulação é uma ferramenta para construção de modelos virtuais com o objetivo de testar cenários ou verificar o desempenho de um sistema real, sem a necessidade de interferir nesse sistema (Chwif, 1999). Assim, a simulação evita custos relacionados a teste e implementação de melhorias, além de facilitar a visualização dos fluxos. A Simulação a Eventos Discretos retrata as mudanças de estado em intervalos discretos de tempo, o que a torna muito útil para a aplicação na análise de fluxos produtivos complexos (Banks *et al.*, 2010). Complementando essas

perspectivas, Mohanavelu *et al.* (2025) destacam que a integração entre SED e técnicas de otimização amplia significativamente o potencial de análise e melhoria do arranjo físico industrial.

Além desses detalhes, está sendo conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com foco em estudos recentes que abordam a aplicação da SED em projetos de otimização de layout apoiados pelo PSL. Essa revisão tem como objetivo identificar lacunas de pesquisa, mapear as principais abordagens metodológicas e consolidar o embasamento teórico necessário para a definição dos indicadores de desempenho e métodos adotados neste estudo.

2.2 Métodos

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza quantitativa e abordagem experimental, uma vez que busca testar, em ambiente virtual, alternativas de *layout* produtivo e otimizar, via *software*, a planta estudada. O estudo é desenvolvido com base em dados de uma linha de produção real, fornecidos por uma empresa parceira do setor automobilístico.

A primeira etapa desta pesquisa consiste na Revisão da Literatura, cujo objetivo é identificar os indicadores de desempenho e os métodos de análise e otimização de layout empregados em estudos semelhantes. As buscas estão sendo realizadas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, selecionadas por sua abrangência e relevância científica. As chaves de pesquisa foram estruturadas em três blocos temáticos, correspondentes aos pilares do estudo — SED, PSL e otimização de *layout* —, utilizando termos em inglês e suas variações para garantir uma cobertura ampla dos estudos indexados.

Para a elaboração do modelo de simulação, será utilizado o *framework* proposto por Montevechi *et al.* (2010), elaborado para guiar projetos de simulação desde sua concepção e coleta de dados à análise dos cenários simulados. A verificação e a validação do modelo serão conduzidas conforme as boas práticas recomendadas, assegurando que a lógica de simulação represente fielmente o comportamento do sistema real (Chwif e Medina, 2014). A verificação consistirá na checagem da consistência interna do modelo e do correto funcionamento dos

elementos e fluxos definidos. A validação, por sua vez, será realizada por meio da comparação entre os resultados do modelo e dados reais da linha de produção, garantindo sua aderência estatística. Por fim, serão conduzidos testes e análises de sensibilidade, de modo a fortalecer a robustez e a confiabilidade dos resultados obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, serão apresentados os resultados esperados do estudo, considerando que se trata de um trabalho em fase de desenvolvimento. Espera-se que o estudo resulte em um modelo de simulação funcional, verificado e estatisticamente validado, capaz de representar o comportamento da linha de produção da empresa. O modelo deverá ser capaz de simular diferentes cenários de *layout*, absorver as restrições de alteração da linha e fornecer informações sobre os indicadores de desempenho da produção, definidos a partir da literatura.

Além disso, é esperado que a aplicação do PSL e da otimização via SED resulte na identificação de um *layout* otimizado que reduza os desperdícios, melhore o fluxo de materiais e aumente a eficiência operacional da linha de produção. Os resultados da otimização, quando comparados aos resultados do estado atual da linha através de testes de hipóteses, deverão demonstrar a melhoria dos indicadores de desempenho e dos indicadores sustentáveis, como tempo de ciclo, taxa de utilização dos equipamentos, nível de WIP e movimentação dos operadores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa tem o objetivo de demonstrar o potencial e a eficácia da combinação do PSL e da otimização via SED como uma abordagem eficaz para a reconfiguração do *layout*. Assim, é esperado que os achados deste estudo contribuam não apenas para a melhoria do desempenho operacional da empresa estudada, se efetivadas as alterações, mas também para o avanço das práticas sustentáveis e enxutas na indústria, demonstrando o potencial da simulação computacional como suporte à inovação e à eficiência industrial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à empresa Joyson Safety Systems pelo apoio financeiro e institucional concedido ao desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BANKS, J.; CARSON II, J. S.; NELSON, B. L.; NICOL, D. M. **Discrete-Event System Simulation**. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010.
- CHWIF, L. **Redução de Modelos de Simulação de Eventos Discretos na sua Concepção: Uma abordagem causal**. Dissertação (doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1999.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de eventos discretos: teoria e aplicações**. 4ed. São Paulo: Editora dos Autores, 2014.
- MOHANAVELU, S.; RAJESHKUMAR, R.; PRIYADHARSHINI, R.; RAMKUMAR, R. Dynamic layout optimisation through simulation enhancing machine utilisation for fluctuating demand. *Journal of Manufacturing Systems*, [S. l.], v. 74, p. 312–325, 2025.
- MONTEVECHI, J. A. B.; LEAL, F.; PINHO, A. F.; COSTA, R. F.; OLIVEIRA, M. L. O.; SILVA, A. L. F. **Conceptual modeling in simulation projects by mean adapted IDEF: An application in a Brazilian tech company**. In: Winter Simulation Conference. Proceedings. Baltimore, MD: 2010.
- MUTHER, R. **Planejamento do layout: Sistema SLP**. Tradução de Elizabeth de Moura Vieira, Jorge Aiub Hijjar; Miguel Simoni. 1.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1978.