

OTIMIZAÇÃO DO SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA AUTOMOBILÍSTICA COM O AUXÍLIO DA SIMULAÇÃO A EVENTOS DISCRETOS

César Mendes – cesarmendes@unifei.edu.br
José Arnaldo Barra Montevechi – montevechi@unifei.edu.br
José Antonio de Queiroz – ja.queiroz@unifei.edu.br

Palavras-chave: Sequenciamento da Produção, Otimização, Simulação a Eventos Discretos.

1. INTRODUÇÃO

A indústria automobilística é caracterizada pela alta complexidade e competitividade no mercado. Para aumentar a produtividade e a competitividade, as empresas buscam otimizar os seus processos, e o sequenciamento da produção, que define a ordem em que os produtos serão fabricados, é um dos principais pontos críticos que impacta diretamente na eficiência, na produtividade e, conseqüentemente, nos custos operacionais. Uma gestão adequada deste sequenciamento pode evitar gargalos e atrasos em entregas de produtos e garantir um melhor controle de estoque.

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo analisar e propor soluções com a finalidade de otimizar o sequenciamento da produção entre etapas da cadeia produtiva de uma empresa do setor automobilístico – Joyson Safety Systems (JSS). A JSS atua fornecendo componentes e sistemas de segurança para diversas montadoras. A empresa enfrenta desafios relacionados ao sequenciamento da produção, devido à complexidade de seus processos, à variedade de produtos e às flutuações na demanda.

A pesquisa busca identificar as principais dificuldades e restrições no sequenciamento atual, modelar o sistema produtivo dentro de um *software* de Simulação a Eventos Discretos (SED), simular os cenários propostos e avaliar o impacto das mudanças propostas tendo como base indicadores de produtividade. A

otimização deste sequenciamento será crucial para garantir a entrega dos produtos no prazo e a redução dos custos operacionais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial teórico

O sequenciamento da produção se refere ao processo de determinar a ordem em que os pedidos serão executados em um sistema produtivo. O principal objetivo desta programação é buscar a melhor forma de utilizar os recursos disponíveis, de maneira a garantir o atendimento das demandas do mercado com eficiência. Righi (2012) defende que na manufatura, a programação de produção serve para minimizar o tempo e os custos, informando o que, quanto e quando fabricar e quais recursos disponíveis devem ser utilizados. Porém, se não planejada adequadamente, a programação pode trazer alguns problemas.

Os problemas de programação se mostram presentes toda vez que um conjunto comum de recursos deve ser utilizado na produção de variados produtos durante um mesmo intervalo de tempo (Rodammer e White Jr, 1988). Os autores ressaltam que para garantir um bom resultado é necessário encontrar uma maneira de atribuir e sequenciar a utilização destes recursos, respeitando as restrições de produção e minimizando os custos. Wang e Liao (2024) citam que por se tratar de uma parte crítica do sistema de manufatura, a programação da produção deve ser cada vez mais inteligente. Para isso, diversas técnicas e metodologias podem ser empregadas para auxiliar no sequenciamento, como otimizações via algoritmos genéticos e outras metaheurísticas, aprendizado por reforço e modelos matemáticos complexos (Wang, Hu e Gong, 2018; Negri *et al.*, 2021; Wassick *et al.*, 2012; Wang e Liao, 2024).

A SED surge como uma ferramenta complementar para modelar e analisar sistemas produtivos complexos, podendo ser utilizada nas análises de otimização. Esta ferramenta tem se consolidado na Pesquisa Operacional, impulsionada pelo avanço da capacidade computacional (Siebers *et al.* 2010). Ela permite simular o comportamento de um sistema em intervalos discretos de tempo. Ferro *et al.* (2021) definem o uso da simulação como auxiliador em análises de determinados problemas

para se tomar decisões sem correr riscos. Através da simulação, é possível avaliar diferentes cenários de sequenciamento, identificar gargalos e otimizar o desempenho do sistema.

2.2 Metodologia

A metodologia a ser adotada neste estudo será estruturada em seis etapas, abrangendo desde a coleta de dados até a validação dos resultados. Na primeira etapa, será realizada a coleta de informações sobre os processos produtivos da empresa, como as ordens de produção, recursos disponíveis, tempos de ciclo, tempos de *setup*, tempos médios de reparo e tempos médios entre falhas de máquinas, além de restrições operacionais. Esses dados servirão de base para segunda etapa, que será focada no desenvolvimento do modelo computacional de simulação do sistema produtivo, o qual será construído no *software* FlexSim, de forma a representar de maneira fidedigna os principais processos, recursos e limitações da produção.

Com o modelo devidamente configurado, será realizada terceira etapa, onde ocorrerá a simulação do cenário atual de sequenciamento da produção, com o objetivo de identificar gargalos, avaliar o desempenho operacional e estabelecer uma linha de base para comparação com cenários otimizados. A partir dessa análise, a quarta etapa se baseará na elaboração das propostas de melhoria fundamentadas em princípios de otimização, contemplando a aplicação de regras de prioridade e algoritmos, a alocação eficiente de recursos e a implementação de mecanismos de controle da produção, a fim de auxiliar em processos de tomadas de decisões.

A quinta etapa será focada na aplicação das melhorias propostas no ambiente virtual, realizando a alteração e a simulação dos cenários desenvolvidos dentro do FlexSim, a fim de avaliar seus impactos sobre o desempenho do sistema, especialmente quanto à produtividade. Por fim, na sexta e última etapa, os resultados obtidos serão validados e comparados ao cenário inicial, possibilitando mensurar os ganhos proporcionados pela otimização do sequenciamento e evidenciando o potencial das melhorias sugeridas para o aumento da eficiência produtiva.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Com a otimização do sequenciamento de produção nos processos envolvidos, espera-se que haja um aumento significativo na produtividade, em vista da redução do *lead time* e do aumento na taxa de produção. Espera-se, também, uma redução dos custos operacionais, devido a otimização da utilização dos recursos disponíveis, com um uso mais adequado e estratégico, e da redução dos desperdícios ao longo do processo. Além disso, espera-se que haja uma diminuição na quantidade de *setups* necessários para o cumprimento das demandas, sendo assim, prevê-se um maior atendimento dentro do prazo destas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A otimização do sequenciamento da produção é essencial para garantir o sucesso operacional e o aumento de competitividade da empresa Joyson Safety Systems no setor automobilístico. Através da aplicação de técnicas e conceitos de otimização e SED, prevê-se a oportunidade de propor e implementar melhorias significativas para o desempenho dos processos produtivos envolvidos, ocasionando a redução do *lead time* de entrega dos produtos e no aumento da produtividade.

Portanto, este estudo visa demonstrar a importância da compreensão, análise e modelagem dos processos produtivos. Espera-se que a SED se consolide como uma ferramenta auxiliar estratégica na tomada de decisões de sequenciamento de produção, permitindo testes e avaliação de diferentes cenários, em busca da otimização. Nesse sentido, os resultados esperados demonstraram a aplicabilidade e o potencial da integração entre a SED e de conceitos de otimização para o avanço das técnicas da área de Pesquisa Operacional dentro do campo da Engenharia de Produção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PRPPG-UNIFEI), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à empresa

Joyson Safety Systems pelo apoio financeiro e institucional concedido para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

FERRO, R.; CORDEIRO, G. A.; ORDÓÑEZ, R. E. C.; BEYDOUN, G.; SHUKLA, N. An Optimization Tool for Production Planning: A Case Study in a Textile Industry. **Applied Sciences**, Basel, v. 11, n. 18, p. 8312, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app11188312>. Acesso em: 17/10/25.

NEGRI, E; PANDHARE, V; CATTANEO, L; SINGH, J; MACCHI, M; LEE, J. Field-synchronized Digital Twin framework for production scheduling with uncertainty. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 32, n. 4, p. 1207–1228, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-020-01685-9>. Acesso em: 16/10/25.

RIGHI, R. (Ed.). *Production Scheduling*. InTech, 2012. DOI: 10.5772/1392.

RODAMMER, F. A.; WHITE JR., K. P. A recent survey of production scheduling. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v. 18, n. 6, p. 841-851, nov./dez. 1988. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/23085>. Acesso em 16/10/25.

SIEBERS, P. O.; MACAL, C. M.; GARNETT, J.; BUXTON, D; PIDD, M. Discrete-event simulation is dead, long live agent-based simulation! **Journal of Simulation**, v. 4, n. 2, p. 204- 210, (2010). Disponível em: <https://doi.org/10.1057/jos.2010.14>. Acesso em: 16/10/25.

WANG, Z; HU, H; GONG, J. Framework for modeling operational uncertainty to optimize offsite production scheduling of precast components. **Automation in Construction**, v. 86, p. 69–80, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.026>. Acesso em: 17/10/25.

WANG, Z.; LIAO, W. Smart scheduling of dynamic job shop based on discrete event simulation and deep reinforcement learning. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 35, p. 2593–2610, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10845-023-02161-w>. Acesso em: 17/10/25.

WASSICK, J. M.; AGARWAL, A.; AKIYA, N.; FERRIO, J.; BURY, S.; YOU, F. Addressing the operational challenges in the development, manufacture, and supply of advanced materials and performance products. **Computers and Chemical Engineering**, v. 47, p. 157–169, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2012.06.041>. Acesso em: 16/10/25.