

## GERENCIAMENTO DE RECURSOS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO RECONFIGURÁVEL PARA MELHORIA DO DESEMPENHO DO PROCESSO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

VITOR MIRANDA ARANTES (IC), ISABELA MAGANHA (PQ)<sup>1</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - CAMPUS ITABIRA

**Palavras-chave:** linha de montagem, sequenciamento da produção e sistema de produção reconfigurável.

### Introdução

O gerenciamento de recursos em uma linha de produção reconfigurável desempenha um papel fundamental na busca pela melhoria contínua do desempenho dos processos industriais. Esta abordagem visa aprimorar a eficiência, flexibilidade e adaptabilidade das linhas de produção, promovendo a competitividade e a produtividade nas indústrias.

Neste relatório, propõe-se a realização de uma revisão sistemática da literatura sobre linhas de produção reconfiguráveis, com o intuito de identificar os principais desafios enfrentados nesse tipo de sistema produtivo. Além disso, espera-se contribuir com um aporte teórico sólido para subsidiar a tomada de decisões e a implementação de estratégias eficazes nas indústrias.

O objetivo final é promover avanços significativos na gestão de recursos em linhas de produção reconfiguráveis, impulsionando a inovação e a eficácia em um cenário industrial em constante evolução.

### Metodologia

Para entender o conceito de sistemas e linhas de produção reconfiguráveis, essa atividade incluiu o estudo de livros e artigos científicos, com o objetivo de compreender o conceito de sistemas e linhas de produção reconfiguráveis e as suas características principais. Uma revisão sistemática da literatura (RSL) é uma revisão de uma pergunta formulada de forma clara, que utiliza métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, e coletar e analisar dados desses estudos que

são incluídos na revisão (GALVÃO *et al.*, 2015).

As revisões da literatura têm sido há muito tempo um meio de resumir e apresentar uma visão geral do conhecimento, atual e histórico, derivado de um corpo de literatura (AROMATARIS; PEARSON, 2014).

O responsável pela RSL deve pesquisar a literatura existente, adquirir conhecimento, antes de incluir ou fornecer razões para excluir outros estudos. Este resultado da pesquisa é o número de relatórios encontrados. Uma vez que esses relatórios tenham sido selecionados e os critérios de elegibilidade aplicados, um número menor de artigos deverá ser encontrado (GALVÃO *et al.*, 2015).

Para realizar uma RSL é necessário seguir um conjunto de etapas bem definidas e padronizadas. A primeira delas consiste na definição das palavras-chave da pesquisa, que devem ser claras, objetivas e bem definidas, para que dessa maneira, abranja o conteúdo por completo. A partir das palavras-chaves, é efetuada uma busca sistemática de estudos relevantes nas bases de dados disponíveis.

Os estudos encontrados foram então avaliados quanto à sua relevância e qualidade metodológica, por meio de critérios pré-definidos. Aqueles que atendem aos critérios de inclusão são incluídos na revisão, enquanto os que não atendem são excluídos.

A RSL envolve um plano detalhado e abrangente e uma estratégia de busca derivada a priori, com o objetivo de reduzir o viés, identificando, avaliando e sintetizando todos os estudos relevantes sobre um determinado tópico (UMAN, 2011).

Foi feita a leitura do tema, juntamente aos artigos da área, visando que o primeiro passo é adquirir uma compreensão sólida do campo de estudo

relacionado ao sistema produtivo que você está pesquisando. Isso é crucial para identificar os principais problemas, objetivos, pressupostos, restrições e métodos de resolução. Portanto, a busca por artigos acadêmicos, pesquisas anteriores e literatura relevante relacionada ao tema foi levada em conta. Após uma leitura minuciosa, foi possível adquirir um conhecimento e introdução ao tema presente.

Foi desenvolvida uma planilha no Google Sheets, com o intuito de organizar as informações coletadas durante a leitura dos artigos.

Para obter a análise e interpretar os resultados, foi feita uma planilha na qual possuía os seguintes itens para organização: Item, Título, Ano, Autor, Fonte, Resumo, Comentários, Objetivos, Metodologia, Método, Trabalhos Futuros, Limitações e as seis características-chave da reconfigurabilidade (modularidade, integrabilidade, conversibilidade, personalização, escalabilidade e capacidade de diagnóstico).

À medida que a planilha foi-se completando com informações, foi possível analisar as tendências e padrões, permitindo a identificação dos problemas mais frequentemente estudados, dos objetivos comuns, dos pressupostos compartilhados, das restrições recorrentes e dos métodos de resolução predominantemente utilizados durante o decorrer das situações impostas.

Foi feita uma análise completa de todos os artigos selecionados, para identificar padrões e tendências na área, que possui um grande espaço para a expansão por se tratar de uma área nova e muito extensa. Por isso, foi possível identificar lacunas e questões que precisam ser abordadas de melhores formas e que necessitam de um estudo mais aprofundado sobre o tema, para que dessa maneira, evolua o conhecimento e seja imensuravelmente útil na área.

## Resultados e discussão

Após a seleção dos estudos, chegou-se a 24 artigos, que, devido às restrições de acesso, se extinguiram em 10 artigos presentes. Sendo assim, foi possível prosseguir para a extração dos dados relevantes utilizando a plataforma Google Sheets.

Os seguintes itens foram analisados nos artigos: Título, Metodologia, Método, Ano, Autor, Limitações, Trabalhos Futuros, Problemas (Pressupostos, Restrições), Objetivos e as seis características de um SPR. Esses dados foram analisados de maneira sistemática e padronizada, a fim de identificar padrões e tendências nos resultados dos estudos incluídos.

Beldiceanu et al. (2021) trazem uma abordagem inovadora e abrangente baseada em IA e *digital twins* para melhorar a eficiência e a agilidade dos processos de manufatura em ambientes industriais complexos e em constante mudança. Desenvolver um conjunto de *digital twins* baseados em IA no âmbito do projeto ASSISTANT. Validar a metodologia e as ferramentas desenvolvidas por meio de casos de uso industriais em setores como energia, equipamentos industriais e automotivos.

Segundo Ge e Yuan (2021) a programação eficiente é um desafio devido ao tempo/custo de troca de módulos dependentes da sequência e à competição por módulos limitados. Os autores propõem um modelo de programação híbrido discreto/contínuo em várias etapas para otimizar a programação, combinando as vantagens dessas duas abordagens. Primeiro, um modelo de lote de tempo discreto é resolvido para determinar a estrutura da solução, depois um algoritmo de mapeamento de informações extrai informações essenciais dessa solução discreta e, finalmente, um modelo de tempo contínuo é construído e resolvido com base nas informações extraídas. O estudo aplicou esse modelo a um sistema de produção contínua modular reconfigurável com sucesso, especialmente na produção de sete produtos farmacêuticos ativos.

Por outro lado, Azab e Naderi (2015) mencionam diversos pontos e seus possíveis estudos futuros, conforme descrito a seguir.

**Desenvolvimento de meta-heurísticas:** uso de *simulated annealing* como uma abordagem para resolver o problema de agendamento em RMS. Estudos futuros podem explorar outras meta-heurísticas e algoritmos de otimização para encontrar soluções eficazes para instâncias maiores do problema.

**Extensão para cenários do mundo real:** os modelos matemáticos muitas vezes fazem simplificações para tornar o problema tratável. Estudos futuros podem trabalhar em modelos mais complexos que considerem elementos do mundo real, como variações na demanda, tempos de configuração mais realistas e outras restrições operacionais.

Para Bhargav et al. (2017) alguns tópicos devem ser considerados para o futuro, tais como:

**Desenvolvimento de algoritmos avançados:** pesquisas futuras podem se concentrar no desenvolvimento de algoritmos mais eficazes e precisos para a programação de produção em SPRs.

**Avaliação de desempenho:** pesquisadores podem conduzir estudos de caso reais para avaliar o desempenho do modelo proposto em ambientes de manufatura reais.

**Integração de IA:** a integração de técnicas de inteligência artificial, como aprendizado de máquina e redes neurais, pode melhorar ainda mais a eficiência da programação de produção em SPRs.

Dou et al. (2020) mostram a abordagem ao problema de otimização da configuração e programação de SPRs, com foco em sistemas de linha de fluxo de múltiplas peças (MPFL). O objetivo é encontrar configurações ideais de hardware e alocações de tarefas de produção que minimizem os custos totais e a tardia total da produção.

**Extensão para mais de duas demandas consecutivas:** o estudo abordou o problema de duas demandas consecutivas, mas aponta que muitas situações do mundo real envolvem mais de duas demandas. Portanto, uma área de pesquisa futura seria estender o modelo para lidar com múltiplas demandas consecutivas.

**Adição de novos objetivos:** outros objetivos relevantes, como a capacidade de reconfiguração e modularidade, podem ser incorporados ao modelo para fornecer uma

visão mais abrangente da otimização de sistemas de fabricação reconfiguráveis.

## Conclusões

Em conclusão, este estudo proporcionou uma visão abrangente dos desafios e avanços no campo das linhas de produção reconfiguráveis, diretamente alinhados com os objetivos estabelecidos. Ao revisar a literatura, identificou-se que a otimização de múltiplos objetivos é fundamental para melhorar a eficiência e a qualidade da produção em sistemas reconfiguráveis. A introdução do algoritmo MOPSO-BM, uma versão aprimorada do MOPSO, destaca a importância de avanços algorítmicos na resolução de problemas complexos nesse contexto.

Além disso, ressalta-se a relevância da pesquisa para o aprendizado acadêmico e profissional ao longo deste ano de estudo. Este estudo não apenas enriqueceu o conhecimento acadêmico, mas também proporcionou uma base sólida para a aplicação prática. As descobertas e *insights* obtidos têm o potencial de moldar estratégias eficazes na indústria, preparando os envolvidos para enfrentar os desafios complexos e as oportunidades que surgem em sistemas de fabricação flexíveis e adaptáveis.

Portanto, a pesquisa desempenhou um papel fundamental, e foi de suma importância para o crescimento acadêmico e no desenvolvimento de habilidades profissionais, possibilitando que me tornasse um profissional mais capacitado e o estudo feito com o intuito de contribuir efetivamente para a melhoria da eficiência e da flexibilidade em sistemas de produção reconfiguráveis.

Em resumo, a RSL é um método rigoroso e padronizado para sintetizar a evidência disponível sobre um determinado tema, verificar pontos que necessitam de mais estudos, verificar possíveis brechas em assuntos e fazer um apanhado do determinado tema. A utilização desse método permite minimizar a possibilidade de viés na seleção dos estudos e na análise dos resultados, permitindo que a conclusão final seja mais confiável e robusta.

A utilização da mesma, foi feita com o intuito de obter os melhores e mais atuais artigos presentes na

atualidade, fazer a seleção e análise dos estudos incluídos na revisão, tornando a revisão sistemática mais confiável e replicável.

processes. *Computers & Chemical Engineering*, 151.

Galvão et. al. (2015). Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 335 Brasília, 24(2):

### **Agradecimentos**

A professora orientadora Isabela Maganha, pela oportunidade, confiança e por me orientar durante o decorrer dessa pesquisa.

À Universidade Federal de Itajubá.

Ao CNPq, pelo incentivo à pesquisa científica e à concessão de bolsa durante todo o período.

### **Referências**

Aromataris, E., & Pearson, A. (2014). The systematic review: an overview. *American Journal of Nursing*, 114(3), 53-58.

Uman LS (2011). Systematic reviews and meta-analyses. *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry*. Feb;20(1):57-9.

Bhargav, A., Sridhar, C. N. V., & Deva Kumar, M. L. S. (2017). Study of Production Scheduling Problem for Reconfigurable Manufacturing System (RMS). *Materials Today: Proceedings*, 4(8), 7406-7412.

Dou, J., Su, C., & Zhao, X. (2020). Mixed integer programming models for concurrent configuration design and scheduling in a reconfigurable manufacturing system. *Concurrent Engineering*, 28(1), 32-46.

Azab, A., & Naderi, B. (2015). Modelling the Problem of Production Scheduling for Reconfigurable Manufacturing Systems. *Procedia CIRP*, 33, 76-80.

Beldiceanu, N., Dolgui, A., Gonnermann, C., Gonzalez-Castañé, G., Kousi, N., Meyers, B., ... & Östberg, P. O. (2021). Learning and Robust Decision Support System for Agile Manufacturing Environments. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 641-646.

Ge, C., & Yuan, Z. (2021). Production scheduling for the reconfigurable modular pharmaceutical manufacturing