



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ARMAZENAMENTO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

Maria Gabriela Silva Campos

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP
(maria.gs.campos@unesp.br)

Elias Carlos Aguirre Rodrigues

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP
(elias.aguirre@unesp.br)

Fernando Augusto da Silva Marins

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP
(Fernando.marins@unesp.br)

CONTEXTUALIZAÇÃO: Os sistemas automatizados desempenham um papel fundamental na gestão do processo de armazenamento, possibilitando a disposição adequada dos itens e a melhoria da eficiência operacional. Em contextos com limitações de espaço, essas soluções tornam-se essenciais para maximizar a utilização dos compartimentos e reduzir custos. Nesse cenário, a técnica de *Bin Packing* (Matsui, 2024) destaca-se como abordagem relevante por buscar o número mínimo de compartimentos necessários para acomodar um conjunto de objetos, configurando-se como um problema clássico de otimização combinatória. Diversos estudos recentes têm explorado o tema. Matsui (2024) propôs uma formulação matemática para o problema de *Bin Packing* e ressaltou a necessidade de testes práticos. Popa *et al.* (2024) desenvolveram um modelo matemático e apontaram a importância da automação na alocação dos itens. Tresca *et al.* (2022) elaboraram uma metaheurística e destacaram as dificuldades de automatizar processos logísticos. Por fim, Silva *et al.* (2021) aplicaram técnicas de *Big Data* e *Machine Learning*, evidenciando desafios na otimização logística. Diante disso, este trabalho busca preencher a lacuna identificada por Popa *et al.* (2024), propondo o



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

desenvolvimento de um sistema automatizado capaz de otimizar o processo de armazenamento por meio da geração de representações visuais do posicionamento dos itens dentro dos compartimentos, utilizando a abordagem *Bin Packing*.

OBJETIVO: Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um sistema automatizado capaz de coletar informações de cubagem a partir de desenhos 3D, analisar a embalagem mais adequada e gerar representações visuais do posicionamento ideal das peças dentro do compartimento. Além disso, o trabalho abrangeu a análise e a otimização do processo de armazenamento de peças automotivas, considerando dados fornecidos por uma empresa do setor. Para o desenvolvimento do sistema, foram utilizadas ferramentas como *Solid Edge*, linguagem de programação *Python* e bibliotecas específicas para modelagem e otimização, com foco na solução de problemas reais do setor industrial.

MÉTODO: Este trabalho foi realizado por meio do método científico Pesquisa-Ação, desenvolvido com base na criação de um artefato, definido como um sistema composto por elementos interrelacionados, proporcionando o aprimoramento de processos (WEIGAND; JOHANNESSON; ANDERSSON, 2021; RAYMUNDO; CONTADOR, L.; CONTADOR, C., 2014). O método foi implementado para desenvolver uma solução tecnológica que otimiza o processo de seleção de embalagens e o armazenamento de peças automotivas, além de gerar representações visuais da disposição ideal dos itens no compartimento. O trabalho foi estruturado em seis etapas: definição dos elementos básicos de pesquisa, revisão bibliográfica, desenvolvimento do sistema automatizado, implementação para validar a precisão, análise dos resultados e implementação de melhorias, e elaboração da conclusão. Na etapa I, foram definidos tema, objetivos, lacuna científica e a questão de pesquisa. Na etapa II, realizou-se revisão bibliográfica na plataforma Scopus, com artigos de 2021 a 2025, em inglês, definidos por critérios de busca específicos (SINGH *et al.*, 2021). Na etapa III, o desenvolvimento do sistema ocorreu em três fases: A, seleção e conversão de arquivos tridimensionais para visualização; B, identificação das dimensões do item e informações complementares, como peso e quantidade, determinando a embalagem adequada e capacidade do compartimento; C, geração de representações visuais do posicionamento ideal utilizando



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

técnicas de *Bin Packing* para otimizar o uso do espaço e preservar a integridade das peças (ERBAYRAK; ÖZKIR; MAHIR, 2021). Na etapa IV, o sistema foi implementado na empresa sob supervisão para validação. Na etapa V, os resultados foram analisados para identificar melhorias, e na etapa VI, elaborou-se a conclusão com respostas à questão de pesquisa, cumprimento dos objetivos, contribuições científicas e aplicadas, e sugestões para estudos futuros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A implementação do sistema automatizado, desenvolvido para coletar informações de cubagem, selecionar a embalagem mais adequada e gerar representações visuais do posicionamento ideal das peças, possibilitou a redução de custos e a utilização mais eficiente dos recursos. O sistema vem sendo implementado gradualmente na empresa, passando por ajustes para atender às necessidades organizacionais. Além disso, a técnica de *Bin Packing* mostrou-se eficaz na otimização do espaço e na redução de desperdícios, enquanto a visualização tridimensional facilitou a tomada de decisão, proporcionando a maior agilidade e precisão na organização e armazenamento das peças automotivas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: Por meio deste trabalho foi desenvolvido um sistema automatizado capaz de aprimorar os processos de armazenamento de peças automotivas. O objetivo foi alcançado ao criar um sistema que coleta e analisa informações de desenhos 3D, gera representações visuais do posicionamento ideal dos itens dentro da embalagem e indica a embalagem mais adequada. Além disso, este trabalho contribui para o preenchimento da lacuna científica identificada, que evidencia a necessidade de sistemas automatizados para otimizar o processo de armazenamento.

PALAVRAS – CHAVE: Sistemas Automatizados; *Bin Packing*; Otimização.

REFERÊNCIAS:

ERBAYRAK, Seda; ÖZKIR, Vildan; YILDIRIM, U. Mahir. Multi-objective 3D bin packing problem with load balance and product family concerns. **Computers & Industrial Engineering**, v. 159, p. 107518, 2021.



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

POPA, Cicerone Laurentiu et al. Optimization of Wiring Harness Logistics Flow in the Automotive Industry. **Applied Sciences**, v. 14, n. 22, p. 10636, 2024.

RAYMUNDO, Ricardo Viduedo; CONTADOR, José Luiz; CONTADOR, José Celso. Formulação da estratégia competitiva com auxílio de artefatos. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 11, n. 3, p. 281-308, 2014.

SILVA, Nuno et al. Advancing logistics 4.0 with the implementation of a big data warehouse: a demonstration case for the automotive industry. **Electronics**, v. 10, n. 18, p. 2221, 2021.

SINGH, Vivek Kumar et al. The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. **Scientometrics**, v. 126, n. 6, p. 5113-5142, 2021.

TAKESHI, Matsui. A Multi-Period Bin Packing Approach to a Multi-Warehouse Inventory Management. **ICIC International**, v. 15, n. 11, p. 1159, 2024.

TRESCA, Giulia et al. Automating bin packing: A layer building matheuristics for cost effective logistics. **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, v. 19, n. 3, p. 1599-1613, 2022.

WEIGAND, Hans; JOHANNESSON, Paul; ANDERSSON, Birger. An artifact ontology for design science research. **Data & Knowledge Engineering**, v. 133, p. 101878, 2021.