57º SBPO
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
Gramado • RS
DE 5 A 9 DE OUTUBRO DE 2025

ABORDAGEM INTEGRADA PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROBLEMA DE CORTE COM SOBRAS APROVEITÁVEIS E PREVISÃO DE DEMANDA VIA MACHINE LEARNING

Thiago Bigotte Gullo, Adriana Cristina Cherri
Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, UNESP
Av. Eng. Luiz Edmundo C. Coube 14-01, Bauru, SP, 17033-360
tb.gullo@unesp.br, adriana.cherri@unesp.br

Douglas Nogueira Nascimento
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, USP
Av. Trab. São Carlense, 400, São Carlos, SP, 13566-590
douglasnn92@gmail.com

RESUMO

A produção industrial enfrenta desafios relevantes no planejamento de seus processos, nos quais decisões inadequadas, como a gestão ineficiente de estoques ou o uso inadequado de materiais, podem resultar em perdas significativas. Esses desperdícios comprometem não apenas a rentabilidade das empresas, mas também o meio ambiente, devido ao descarte excessivo de recursos e ao consumo desnecessário de matérias-primas. Neste contexto, este trabalho propõe uma abordagem integrada voltada à otimização da produção industrial, combinando dois elementos centrais: o desenvolvimento de modelos preditivos de *Machine Learning* baseados em redes neurais recorrentes LSTM (*Long Short-Term Memory*) para previsão de demanda, e a resolução do Problema de Corte de Estoque com Sobras Aproveitáveis (PCESA), que minimiza perdas no processo produtivo por meio do aproveitamento estratégico de sobras de materiais (retalhos). O modelo LSTM, um tipo de rede neural recorrente (RNN) projetada para dados sequenciais, é apropriado para previsão de demanda devido à sua capacidade de aprender dependências de longo prazo em séries temporais. Neste trabalho, o modelo LSTM foi treinado com uma base de dados artificial que simula o cenário do problema, contendo variáveis como *Cliente*, *Depósito*, *Data*, *Preço* e *Demanda*. A variável *Cliente* representa o consumidor final, cujos perfis de consumo são definidos a partir de preferências por categorias de itens (Médio ou Grande). O *Depósito* corresponde ao local de produção dos itens, responsável por controlar o estoque de sobras e por gerenciar a capacidade produtiva necessária para atender à demanda. A variável *Data* identifica a variação temporal dos dados, possibilitando uma análise dinâmica ao longo do tempo. O *Preço*, que sofre variações periódicas, tem um impacto direto na *Demanda* do cliente: aumentos de preço reduzem o consumo, enquanto reduções de preço o ampliam, refletindo a sensibilidade dos clientes ao custo dos produtos. As demandas previstas pelo modelo LSTM são integradas à solução obtida pela resolução de um modelo da literatura para o PCESA. Esse problema de otimização busca definir a melhor forma de cortar objetos em estoque para produzir itens em diferentes tamanhos e quantidades, minimizando perdas. O diferencial do PCESA está na possibilidade de gerar e reutilizar sobras aproveitáveis, aumentando a eficiência do processo. A implementação do modelo da literatura foi realizada com o uso do solver *Gurobi*. Tanto os objetos adquiridos pela empresa quanto os retalhos são considerados na formulação, permitindo atender à demanda prevista pelo modelo LSTM de forma mais sustentável e eficiente.

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro (Proc. nº 2023/10381-3).

PALAVRAS CHAVE. Problema de Corte de Estoque, Aproveitamento de Sobras, Predição de Demanda, Aprendizado de Máquina.

https://proceedings.science/p/212322?lang=pt-br

57º SBPO
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
Gramado • RS
DE 5 A 9 DE OUTUBRO DE 2025

INTEGRATED APPROACH FOR THE OPTIMIZATION OF THE CUTTING STOCK PROBLEM WITH USABLE LEFTOVERS AND DEMAND FORECASTING VIA MACHINE LEARNING

ABSTRACT

Industrial production faces significant challenges in planning its processes, where inadequate decisions, such as inefficient inventory management or improper use of materials, can lead to substantial losses. These inefficiencies compromise a company's profitability and the environment due to excessive resource waste and unnecessary consumption of raw materials. In this context, this work proposes an integrated approach aimed at optimizing industrial production by combining two core elements: the development of predictive *Machine Learning* models based on recurrent neural networks of the LSTM (*Long Short-Term Memory*) type for demand forecasting, and the solution of the Cutting Stock Problem with Usable Leftovers (CSPUL), which minimizes production losses through the strategic reuse of leftover materials (scraps).

The LSTM model, a recurrent neural network (RNN) designed for sequential data, is well-suited for demand forecasting because it can learn long-term dependencies in time series. In this study, the LSTM model was trained on an artificial dataset that simulates the problem scenario, containing variables such as *Client*, *Warehouse*, *Date*, *Price*, and *Demand*. The variable *Client* represents the end consumer, with consumption profiles defined by preferences for item categories (Medium or Large). The *Warehouse* corresponds to the production site, responsible for controlling the stock of leftovers and managing the production capacity needed to meet demand. The variable *Date* captures temporal variation in the data, enabling dynamic analysis over time. The *Price*, which fluctuates periodically, directly impacts on *Demand*: price increases reduce consumption, while price decreases increase it, reflecting customer sensitivity to the product cost.

The demands predicted by the LSTM model are integrated into the solution obtained from a model in the literature for the CSPUL. This optimization problem aims to determine the best combination of cutting patterns for stock materials, to produce items in various sizes and quantities while minimizing waste. The distinguishing feature of the CSPUL lies in its ability to generate and reuse usable leftovers, increasing the process's overall efficiency. The implementation of the model was carried out using the *Gurobi Optimizer* solver. Both standardized stock materials acquired by the company and previously stored leftovers are considered in the formulation, enabling the forecasted demand to be met more sustainably and efficiently.

KEYWORDS. Cutting Stock Problem, Usable Leftovers, Demand Forecasting, Machine Learning.

https://proceedings.science/p/212322?lang=pt-br