

EFICIÊNCIA LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL: ANÁLISE DE TECNOLOGIAS PARA ESTABILIDADE DE PALLETS E REDUÇÃO DE CONSUMO DE PLÁSTICO

SUSTAINABLE LOGISTICS EFFICIENCY: ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR PALLET STABILITY AND PLASTIC CONSUMPTION REDUCTION

Beatriz Botelho Coronado^{1, i}
Clodoaldo Lazareti^{2, ii}

RESUMO

A contenção de resíduos e uso desenfreado dos plásticos descartáveis no ambiente logístico induz o desafio desse trabalho em buscar alternativas de eliminação do filme stretch para estabilização de pallets. A pesquisa compara duas tecnologias: uma sem uso de stretch e sem cola, e outra com aplicação de cola entre camadas. Os testes, realizados em ambiente industrial, avaliaram estabilidade da carga, segurança e impacto ambiental. Os resultados indicam que a aplicação de cola oferece melhor desempenho, reduzindo significativamente o consumo de plástico e promovendo maior eficiência logística com menor impacto ambiental.

Palavras-chave: Logística sustentável; Estabilização de pallets; Filme stretch; Redução de plástico; Aplicação de cola; Eficiência logística; Economia circular.

ABSTRACT

The challenge of reducing waste and the excessive use of disposable plastics in logistics operations drives this study, which explores alternatives to eliminate stretch film for pallet stabilization. This research presents a comparative analysis of two technologies: one without stretch film and glue, and another without stretch film but with glue applied between pallet layers. Practical tests conducted in an industrial environment demonstrated that the glue-based method offers superior load stability, enhanced product safety, and significant plastic reduction. The findings support the adoption of more sustainable logistics practices aligned with circular economy principles

Keywords: Sustainable logistics; Pallet stabilization; Stretch film; Plastic reduction; Adhesive application; Logistics efficiency; Circular economy.

1 INTRODUÇÃO

O processo logístico desempenha um papel crucial no sistema produtivo, pois é nessa etapa que se assegura que os produtos cheguem em boas condições aos consumidores finais. Seja no transporte de mercadorias por carretas de pallets ou na logística de e-commerce em quantidades reduzidas, a eficiência e a segurança no manuseio são essenciais. Neste contexto, destaca-se a logística de pallets transportados por carretas, onde o uso do filme stretch é amplamente adotado. A

¹ Pós-graduada em Engenharia de Polímeros na Faculdade SENAI Mario Amato. E-mail: beatriz.botelho@hotmail.com

² Docente Me. em Engenharia de Polímeros na Faculdade SENAI Mario Amato. E-mail: clodoaldo.lazareti@sp.senai.br

estabilidade da carga durante o transporte é um fator crítico para a segurança e a eficiência logística, especialmente em setores que lidam com produtos de alto risco, como a indústria de aerossóis. A movimentação inadequada de pallets pode resultar em tombamentos e danos aos produtos e desperdício de materiais.

1.1 Problema de pesquisa

A empresa em questão enfrenta históricos recorrentes de instabilidade na carga, com registro de 61 carretas apresentando tombamentos de produtos no período de seis meses. Tal ocorrência demandou o retrabalho de aproximadamente 1.830 pallets, exigindo a remoção completa do filme stretch, reavaliação da carga e reaplicação manual do filme, aumentando significativamente o consumo de plástico.

1.2 Objetivo

Avaliar, de forma comparativa, duas tecnologias utilizadas na estabilização de pallets: sem stretchamento e sem cola e, sem stretchamento e com aplicação de cola entre as camadas do pallet identificando a alternativa que ofereça maior eficiência logística, estabilidade do pallet, segurança do produto, sustentabilidade e redução de custos aplicado a uma fábrica de produtos aerossóis.

1.3 Justificativa

Com a adoção de uma tecnologia mais eficiente, estima-se a redução de cerca de 33 toneladas de plástico, gerando uma economia aproximada de R\$ 385.000,00 para a empresa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O filme stretch é amplamente utilizado para envolver e estabilizar cargas paletizadas. Pesquisas indicam que a aplicação adequada desse material pode aumentar a produtividade e reduzir riscos e desperdícios nos centros de distribuição (Rocha; Rosini; Santos, 2015). Além disso, a redução do desperdício de filme stretch em indústrias não apenas diminui custos, mas também contribui para práticas mais sustentáveis (Carbolin; Belusso, 2019).

No entanto, a aplicação inadequada do filme stretch na estabilização de pallets pode gerar impactos negativos na logística, afetando diretamente a segurança dos produtos, a eficiência no transporte e a qualidade do armazenamento.

A falta de uniformidade na aplicação pode provocar tensões desiguais, reduzindo a capacidade do filme de absorver choques e vibrações, o que é crítico em operações que envolvem transporte em longas distâncias ou armazenagem vertical (Park et al., 2018). Estudos experimentais determinam do número ideal de camadas de filme é essencial para garantir a segurança da carga sem desperdício de material (Matyja, 2024).

Por sua vez, a logística sustentável tem se tornado um fator determinante para a competitividade e a responsabilidade socioambiental das empresas. O crescimento da preocupação com os impactos ambientais do setor logístico impulsiona a busca por alternativas que reduzam a geração de resíduos, aumentem a eficiência dos processos e minimizem os custos operacionais. Dentre os desafios ambientais na logística de transporte de cargas, destaca-se o uso excessivo de materiais descartáveis, como o filme stretch, utilizado na estabilização de pallets. (Carbolin; Belusso, 2019) sendo este, um dos principais utilizados para estabilização de pallets no transporte e armazenamento de mercadorias, porém seu descarte inadequado e

alto consumo são fatores que agravam a poluição ambiental. (Santos; Munis, 2023). A busca por uma logística mais sustentável exige a adoção de estratégias que minimizem o impacto ambiental do setor. A otimização do uso de filme stretch, aliada a alternativas tecnológicas como a aplicação de cola entre camadas e o stretchamento orbital, pode reduzir significativamente o consumo de plástico sem comprometer a segurança e a eficiência das operações logísticas. (Carbolin; Belusso, 2019) A abordagem por outras tecnologias pode diminuir significativamente o deslocamento das cargas durante o transporte, tornando a movimentação mais segura e eficiente. Além disso, a cola utilizada é geralmente removível e reciclável, contribuindo para práticas sustentáveis e alinhadas às diretrizes de economia circular (Stefanini et al., 2024). Por sua vez, a aplicação otimizada do filme pode reduzir o consumo de plástico sem comprometer a segurança da carga, tornando o processo mais sustentável e economicamente vantajoso (Park et al., 2018). O Quadro 1 apresenta uma comparação entre as tecnologias discutidas:

Quadro 1 – Comparação entre tecnologias de estabilização de pallets

Tecnologia	Estabilidade da Carga	Consumo de Plástico	Impacto Ambiental	Aplicação Ideal
Filme Stretch Convencional	Alta <i>(Se aplicado corretamente)</i>	Alto	Negativo <i>(Alto descarte de plástico)</i>	Qualquer setor, mas com alto custo ambiental
Aplicação de Cola entre Camadas	Média-Alta	Muito Baixo	Positivo <i>(Reduz uso de plástico)</i>	Cargas homogêneas e estáveis

Fonte: Adaptado de Matyja (2024), Stefanini et al. (2024) e Park et al. (2018).

3 METODOLOGIA

Consiste na realização de testes práticos comparativos para avaliar a eficácia de duas tecnologias de estabilização de pallets: sem stretchamento e sem cola e sem stretchamento e aplicação de cola entre camadas.

Os testes experimentais serão conduzidos em ambiente industrial, sob condições reais de operação.

- Ensaio de aceleração, EUMOS 40509 (estabilidade da carga durante o transporte);
- Ensaio de vibração, ASTM D5415, (resistência da carga a impactos externos);
- Ensaio de inclinação, ASTM D6179 (resistência da carga a quedas);
- Circuito de obstáculos, ASTM D6055 (resistência da carga sob pressão).

No caso da aplicação de cola entre camadas, a análise será conduzida de maneira qualitativa, considerando a integridade da carga após o transporte e manuseio. Será testada a configuração de paletização, denominadas AERO3, que varia em volumetria, peso e altura, sendo produto com menor quantidade por pallet, porém com maior instabilidade na paletização e maior risco de carga devido à altura e peso elevados (450ml, 923kg, 1834mm de altura, 1872 produtos).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os testes demonstraram que a tecnologia com aplicação de cola entre camadas apresentou maior resistência nos ensaios de aceleração e inclinação, com redução significativa de movimentação da carga. A integridade dos produtos foi mantida mesmo após simulações de transporte em condições adversas. Além disso, observou-se uma redução de 98% no consumo de plástico por pallet, reforçando o potencial da tecnologia como solução sustentável. A análise qualitativa evidenciou que a cola

utilizada não compromete a reciclabilidade dos materiais, sendo removível e compatível com processos de reaproveitamento industrial. (Figuras 1 e 2)

Figura 1: Teste de movimentação de carga (AERO3) sem stretch e sem aplicação de cola



Figura 2: Teste de movimentação de carga (AERO3) sem stretch e com aplicação de cola



5 CONCLUSÃO

A aplicação de cola entre camadas mostrou-se uma alternativa eficaz e sustentável para estabilização de pallets, reduzindo significativamente o consumo de plástico. Os testes mostram que é possível obter estabilidade no deslocamento e movimentação dos pallets mesmo sem adoção do filme stretch como elemento de fixação da carga. A tecnologia contribui para maior segurança logística e alinhamento com práticas de economia circular.

REFERÊNCIAS

ALBERTO DA ROCHA, Carlos; MARCO ROSINI, Alessandro; SANTOS, Fernando de Almeida. Aumento de produtividade, redução de riscos e desperdícios no stretchamento de paletes em centro de distribuição: relato técnico em provedor logístico (Productivity Increase, Reduction of Risks and Wasting in Distribution Center in Stretching Pallet Report: Technical Logistic Operator). Revista Científica Augusto Guzzo, n. 1, p. 281-288, 2015.

CARBOLIN, Ricardo; BELUSSO, Marcel. Redução do desperdício de filme stretch em uma indústria frigorífica. Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657, v. 3, n. 2, p. 180-193, 2019.

MATYJA, T. Determining the optimal number of stretch film layers for ensuring palletized cargo stability: a simulation study. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, v.124, p.93-108, 2024. DOI: 10.20858/sjsutst.2024.124.7. Disponível em: https://sjsutst.polsl.pl/archives/2024/vol124/093_SJSUTST124_2024_Matyja.pdf.

Acesso em: 07 fev. 2025.

PARK, J.; HORVATH, L.; WHITE, M.; ARAMAN, P.; BUSH, R. J. The influence of stretch wrap containment force on load bridging in unit loads. *Packaging Technology and Science*, v. 31, n. 11, 2018. DOI: 10.1002/pts.2385.

ROCHA, Patricia Mara de Freitas. Estudo das propriedades do filme stretch produzido com polietileno linear de baixa densidade. 2013.

SANTOS, Deyvisson Nilo dos; MUNIS, Willian Gomes. Logística reversa aplicada ao filme stretch. 2023.

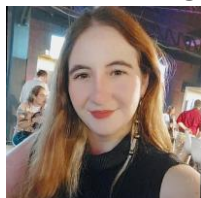
STEFANINI, R.; PAINI, A.; BUSTI, M.; ARCHETTI, M.; BUFFOLI, A.; CANGIANO, V. Packaging stretch film alternatives in a circular economy perspective: comparison of three scenarios with a life cycle assessment approach. *IFAC PapersOnLine*, v. 58, n. 19, p. 457-462, 2024. DOI: 10.1016/j.ifacol.2024.09.254. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896324016835>. Acesso em: 07 fev. 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato pelo suporte e recursos essenciais para a realização deste estudo, bem como aos professores e colegas pela valiosa orientação e colaboração.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

i BEATRIZ BOTELHO CORONADO



Graduada em Engenharia Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (2020), Pós Graduada em Engenharia de Embalagem e Indústria 4.0 pelo Instituto Mauá de Tecnologia (2022) e Pós Graduada em Engenharia de Polímeros pela Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato (2024). Atua em Qualidade, Projetos, Pesquisa e Desenvolvimento na área de Desenvolvimento de Embalagens de produtos de bens de consumo.

ii CLODOALDO LAZARETI



Graduado em Tecnologia Mecânica, Tecnologia de Polímeros, Engenharia de Produção, especialista em Docência no Ensino Superior, Mestre em Nanociências e Materiais Avançados. É professor da Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato campus SENAI Almirante Tamandaré, lecionando na graduação e pós graduação em polímeros