



# **Projeto de um sistema de produção racional para a coleta seletiva de materiais recicláveis, a partir da aplicação de uma esteira de triagem no Layout de produção para a melhoria do processo produtivo e da segurança dos trabalhadores da Associação CAVI.**

*Pedro Henrique Alves da Silva<sup>1</sup>, Joelcio Gomes da Fonseca Neto<sup>2</sup>, Elisângela Silva Porto<sup>3</sup>, Wanderley Ferreira de Amorim Júnior<sup>4</sup>,  
[elisangelasps.ufcg@gmail.com](mailto:elisangelasps.ufcg@gmail.com)*

**Resumo:** O presente projeto de extensão teve como objetivo desenvolver um sistema de produção racional para a coleta seletiva de materiais recicláveis, otimizando a eficiência produtiva e a segurança dos trabalhadores da Associação CAVI, através do estudo e melhorias do seu layout de produção. Além disso, foi incorporado o estudo e desenvolvimento de uma esteira de triagem para aprimorar a separação de materiais recicláveis, aumentando a produtividade das cooperativas e reduzindo manuseio de materiais. O projeto envolveu revisão de planos municipais e estaduais, aplicação de questionários, realização de oficinas sobre segurança do trabalho e simulações computacionais da esteira. Como principais resultados, destaca-se a elaboração de um novo layout para a cooperativa, a implementação de um sistema de triagem eficiente e a introdução de dispositivos de segurança na esteira. Além disso, foram promovidas capacitações sobre combate a incêndios e foi desenvolvida uma cartilha educativa para conscientização ambiental. O projeto também contribuiu para a articulação da CAVI com órgãos públicos, buscando fortalecer sua atuação no gerenciamento de resíduos sólidos e na promoção saúde e maior qualidade de vida no trabalho.

**Palavras-chaves:** *Coleta Seletiva, Engenharia de Produção, Sustentabilidade, Segurança do Trabalho, Esteira Transportadora.*

## **1. Introdução**

A crescente preocupação com a sustentabilidade impõe a necessidade de soluções eficazes para o gerenciamento de resíduos sólidos. Nesse contexto, o projeto desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em parceria com a Associação CAVI, teve como propósito estruturar um sistema produtivo eficiente para a coleta seletiva,

alinhado aos princípios da economia circular e da segurança do trabalho. A pesquisa incorporou o desenvolvimento de uma esteira de triagem de recicláveis, visando melhorar a separação de materiais, reduzir riscos ergonômicos e aumentar a eficiência do trabalho nas cooperativas de reciclagem.

## **2. Metodologia**

A metodologia adotada combinou pesquisa bibliográfica, visitas técnicas e entrevistas com os trabalhadores da CAVI. Foram realizadas análises do espaço físico da cooperativa, identificando gargalos no fluxo produtivo e oportunidades de melhoria. No estudo da esteira transportadora, foram utilizadas simulações computacionais para testar diferentes inclinações e configurações, considerando normas técnicas de segurança. Questionários foram aplicados para avaliar a percepção dos cooperados sobre segurança e eficiência do trabalho. Além disso, foram promovidos minicursos sobre combate a incêndios e gestão de resíduos. O projeto também envolveu reuniões com órgãos públicos para discutir políticas de inclusão socioeconômica dos catadores.

## **3. Resultados e discussões**

Os principais resultados incluem:

- **Novo layout produtivo:** reorganização do espaço físico da CAVI para facilitar o fluxo de trabalho e otimizar a utilização dos equipamentos;
- **Desenvolvimento da esteira de triagem:** construção de uma esteira de 36 metros com capacidade mínima de 500 kg, projetada para melhorar a eficiência na separação de materiais recicláveis;
- **Capacitações em segurança do trabalho:** oficinas e treinamentos com foco na prevenção de

<sup>1</sup> Estudantes de Graduação UAEM/UFCG, Campus Campina Grande, PB. Brasil.

<sup>2</sup> Estudantes de Graduação UAEP/UFCG, Campus Campina Grande, PB. Brasil.

<sup>3</sup> Coordenadora, Professora da UAEP/UFCG, Campus Campina Grande, PB. Brasil.

<sup>4</sup> Colaborador Professo da UAEM/UFCG, Campus Campina Grande, PB. Brasil.

incêndios e uso correto de equipamentos de proteção individual;

- **Simulações computacionais:** início testes de inclinação e comportamento dos materiais recicláveis na esteira, garantindo sua funcionalidade e segurança;
- **Desenvolvimento de materiais educativos:** elaboração de uma cartilha sobre boas práticas na gestão de resíduos e segurança no ambiente de trabalho;
- **Fortalecimento institucional:** articulação com órgãos públicos para apoio técnico e operacional à cooperativa.

Ressalta-se que a implementação da esteira de triagem vai proporcionar um avanço significativo na separação dos materiais recicláveis; reduzindo o tempo necessário para a triagem manual; melhorando as condições ergonômicas dos trabalhadores e contribuindo com a redução do manuseio de materiais por parte dos trabalhadores e trabalhadoras e tudo isso repercute com impactos positivos na produtividade também.

Quanto à relação da racionalização do processo de produção a partir da introdução da esteira de triagem foi determinante para definir critérios importantes para a idealização de seu projeto. Foram feitas simulações computacionais que demonstraram que uma inclinação entre 20 a 25 graus é ideal para evitar deslizamentos excessivos dos materiais e manter a eficiência operacional. Durante os testes, mas podendo ser modificado posteriormente, verificou-se que materiais leves, como plásticos e papéis, necessitavam de ajustes na superfície da esteira para melhorar a aderência, enquanto metais e vidros permaneceram estáveis mesmo em inclinações mais acentuadas.

A participação dos trabalhadores da CAVI nos treinamentos foi essencial para a compreensão das mudanças implementadas, facilitando a adaptação ao novo sistema e garantindo um ambiente de trabalho mais seguro. Ademais, os resultados indicam que a otimização do layout e a introdução da esteira transportadora trouxeram ganhos expressivos em produtividade e segurança no ambiente virtual, permitindo um fluxo contínuo de trabalho e minimizando riscos de acidentes operacionais. Por outro lado, é importante dar continuidade ao estudo do layout no sentido de trabalhar a melhoria do protótipo da esteira de triagem e racionalização do layout com vistas a aumentar a flexibilidade de uso de ambos no que se refere à variação de volume de materiais como de variação de materiais envolvidos na triagem. Há também que se trabalhar agora questões relativas à maior governança, mas pautada nos princípios de economia solidária com as cooperadas; oficinas para ferramentas de gestão e planejamento e articulação entre a cooperativas e instituições nacionais e internacionais de fortalecimento do setor de cooperativas de coleta seletiva entre outros passos para a construção da autonomia de gestão e empoderamento das trabalhadoras envolvidas.

Figura 1 – Reunião com o CEREST/CG.



Figura 2 – Reunião com o CEREST/CG.



Figura 3 – Reunião e treinamento com a CAVI.



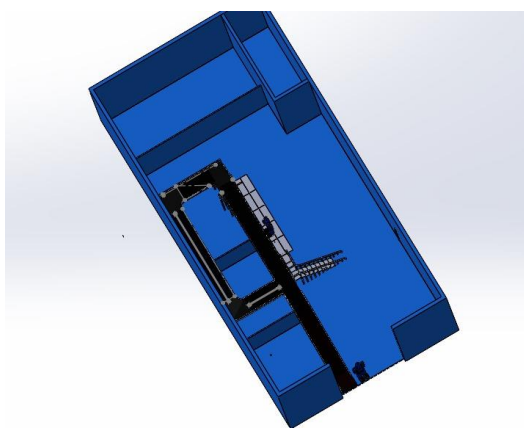
Figura 4 – Reunião e treinamento com a CAVI.



Figura 5 – Encerramento do treinamento.



Figura 6 – Prévia do protótipo da esteira de triagem.



#### 4. Conclusões

O projeto contribuiu significativamente para a melhoria das condições de trabalho da CAVI, demonstrando a importância da engenharia de produção na otimização de processos sustentáveis. A reestruturação do layout, o desenvolvimento da esteira de triagem e as capacitações realizadas trouxeram impactos positivos na produtividade e na segurança dos trabalhadores. Além disso, a aproximação com órgãos públicos fortaleceu a posição da cooperativa no contexto das políticas municipais de resíduos sólidos. Os resultados obtidos indicam a viabilidade de replicação do modelo em outras cooperativas, incentivando a formalização e o desenvolvimento sustentável da coleta seletiva.

#### 5. Referências

ANGELFIRE. Microcontrolador. Disponível em: [Angelfire](http://angelfire.com).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.

CAMAROTTO, J. A. e MENEGON. Projeto de Instalações Industriais. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. Apostila do Departamento de Engenharia de Produção, 1999.

DIAS, Marco Aurélio P. Administração de materiais: uma abordagem logística. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

ECODESENVOLVIMENTO. *Oportunidades econômicas da reciclagem no Brasil*. 2010. Disponível em: <http://www.ecodesenvolvimento.org>.

FABRICA DE AÇO PAULISTA S.A. Manual de transportadores de correias. São Paulo: Fabrica de Aço Paulista S.A., [ano de publicação].

FACHINI, Odília. Fundamentos de Metodologia. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

Franco, L. (2010). Estudo sobre reciclagem e geração de empregos. Fundação Friedrich Ebert Stiftung. Disponível em: [Friedrich Ebert Stiftung](http://www.friedrich-ebert-stiftung.org).

FRANCO, R. *Impactos econômicos e sociais da reciclagem no Brasil*. Revista Brasileira de Sustentabilidade, v. 4, n. 2, p. 87-101, 2010.

FREITAS, Felipe Fonseca Tavares de; NASCIMENTO, Kelly Sales Corrêa do; PELAES, Thiago Souza; FRANÇA, Vilciane de Oliveira. Otimização das operações de Movimentação e Armazenagem de materiais através de rearranjo físico: uma proposta de melhoria para um almoxarifado da esfera pública. Artigo publicado no XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

GOMES, L. R.; RIBEIRO, F. S. *A influência dos aterros sanitários na emissão de gases do efeito estufa e a importância da reciclagem*. Revista de Gestão Ambiental, v. 12, n. 3, p. 56-72, 2017.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). (2010). Economia e Reciclagem no Brasil. Disponível em: [Ipea](http://ipea.gov.br).

IPEA. Catadores de materiais recicláveis e sustentabilidade na gestão integrada de resíduos sólidos urbanos.

manual de transportadores de correias, faixa fábrica de aço paulista s.a

Memorial Descritivo. (n.d.). Projeto – Esteira de Triagem de Resíduos. Proprietário: Consórcio Intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos (CIGRES). Endereço do Consórcio: BR 386 – Km 43, Linha Osvaldo Cruz – Seberi/RS.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de materiais.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora NR-12: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora NR-17: Ergonomia.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma Regulamentadora NR-18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR 23 – Proteção contra incêndios (123.000-0). Brasília, 1998.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR 24 – Condições sanitárias de conforto nos locais de trabalho.

OKUBARA, T. F. (n.d.). Projeto de retrofit de galpão de triagem de recicláveis visando baixo custo operacional. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil.

OUTEIRO, C. (2011). Reciclagem e Coleta Seletiva. Disponível em: [Outeiro](#).

PEDRO, H. Estudo de uma Esteira de Triagem de Recicláveis. UFCG, 2024.

PORTO, Elisângela S. A influência da prevenção de incêndio no arranjo físico uma pequena empresa fabricante de calçados. João Pessoa, 2008. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: < <http://www.teses.eps.ufsc.br>>.

SEBRAE. Gestão de Resíduos Sólidos: Guia Prático para Cooperativas. 2023.

SILVA, M. A.; SANTOS, R. F.; PEREIRA, J. C. A importância das cooperativas de reciclagem na inclusão social e geração de renda. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 5, n. 10, p. 45-62, 2018.

SILVA, M. A.; SANTOS, R. F.; PEREIRA, J. C. A importância das cooperativas de reciclagem na inclusão social e geração de renda. *Revista Brasileira*

*de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 5, n. 10, p. 45-62, 2019.

SLACK, N. CHAMBERS S. HARLAND C. HARRISSON A. E Tiberti J. Administração da Produção. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

SOUZA, L. M.; ALMEIDA, T. R. Desafios e perspectivas para a reciclagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Cadernos de Sustentabilidade e Meio Ambiente*, v. 7, n. 2, p. 112-129, 2020.

TAKEUTI, C., & Werneck, R. (2015). Processo de Reciclagem e Materiais. Disponível em: [Takeuti e Werneck](#).

TOMPKINS, J. A. et al (1996). Facilities Planning. 2ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.

UFCG. Relatório Final do Projeto PROBEX – 2024.

VERSIANI, C. S. V. (n.d.). É possível uma esteira não taylorista? Sobre a forma social da tecnologia – O projeto de uma esteira de triagem de materiais recicláveis. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

VILLAR, Antônio de Melo. A inserção das técnicas de prevenção a incêndios na metodologia de elaboração de arranjos físicos industriais. Florianópolis, 2001. Tese (doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <http://www.teses.eps.ufsc.br>>.

VILLAR, Antônio de Melo. NÓBREGA JR, Claudino Lins. Planejamento das Instalações Industriais. João Pessoa: Manufatura, 2004.

## ***Agradecimentos***

À Associação CAVI, à UFCG e aos órgãos parceiros pelo suporte no desenvolvimento deste projeto.