



Ecopaper : Solução Sustentável e Automatizada para Reciclagem de Papel

Melissa Oliveira Pinto
Roberta Silva Melo
Pedro Urias Ferrari

Orientador : Wellington Fernandes
Coorientador : Rogério Donizetti

ETEC Rosa Perrone Scavone
RUA JOÃO DOS SANTOS
RANGEL,66 -VILA BELÉM
CEP:13256-312
ITATIBA-SP

Sumário :

1. Introdução :	5
2. Objetivos :	5
3. Justificativa :	6
4. Metodologia :	6
5. Resultados :	11
6. Conclusão :	12
7. Referências Bibliográficas :	13

Resumo :

A crise ambiental, agravada pelas mudanças climáticas e pelo ritmo acelerado do consumo, exige soluções urgentes e sustentáveis. A produção de papel, embora essencial para a sociedade, está entre as atividades industriais que mais impactam o meio ambiente, devido ao desmatamento, ao uso intensivo de água e energia e à emissão de gases poluentes. De acordo com estudos sobre a cadeia produtiva do papel, esse setor pode consumir centenas de litros de água por quilo produzido, além de ser responsável por significativa parcela das emissões industriais de CO₂.

Diante desse cenário, desenvolvemos o Ecopaper, um protótipo funcional de máquina automatizada para reciclagem de papel usado. O equipamento transforma papéis descartados em novos suportes reutilizáveis, reduzindo resíduos e oferecendo uma alternativa concreta à produção convencional. Mais do que um resultado técnico, o projeto promove a integração entre tecnologia e sustentabilidade, incentivando a preservação ambiental e a educação socioambiental. Os testes confirmaram a viabilidade do processo, demonstrando que pequenas iniciativas podem gerar grandes transformações. Assim, o Ecopaper alia inovação, consciência ecológica e impacto social, evidenciando como a automação pode contribuir no enfrentamento dos desafios ambientais do presente. O projeto também se alinha diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): o ODS 11, ao incentivar cidades e comunidades mais sustentáveis; o ODS 12, ao promover consumo e produção responsáveis; e o ODS 13, ao contribuir para a mitigação das mudanças climáticas por meio da redução de impactos ambientais.

Palavras - Chave :

Reciclagem, Papel, Sustentável

Abstract :

The environmental crisis, worsened by climate change and the accelerated pace of consumption, demands urgent and sustainable solutions. Paper production, although essential to society, is among the industrial activities with the greatest environmental impact, due to deforestation, intensive use of water and energy, and the emission of polluting gases. According to studies on the paper production chain, this sector can consume hundreds of liters of water per kilogram produced, in addition to being responsible for a significant share of industrial CO₂ emissions.

In this context, we developed Ecopaper, a functional prototype of an automated machine for recycling used paper. The equipment transforms discarded paper into new reusable sheets, reducing waste and offering a concrete alternative to conventional production. More than just a technical result, the project fosters the integration of technology and sustainability, encouraging environmental preservation and socio-environmental education. Tests confirmed the feasibility of the process, demonstrating that small initiatives can lead to major transformations. Thus, Ecopaper combines innovation, ecological awareness, and social impact, showing how automation can contribute to addressing today's environmental challenges. The project is also directly aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs): SDG 11, by encouraging more sustainable cities and communities; SDG 12, by promoting responsible consumption and production; and SDG 13, by contributing to climate change mitigation through the reduction of environmental impacts.

Key Words :

Recycling, Paper, Sustainable

Introdução :

Na atual realidade, evidencia-se cada vez mais os impactos relacionados às mudanças climáticas e à degradação ambiental, mostrando que a busca por soluções sustentáveis torna-se indispensável. A produção de papel, embora essencial para diversas atividades humanas, está diretamente ligada ao desmatamento de flora e à emissão de gases de efeito estufa. Estima-se que a indústria de papel seja responsável por cerca de 1% das emissões globais de dióxido de carbono. Além disso, a fabricação de papel a partir de celulose virgem consome grandes quantidades de água e energia, intensificando os impactos ambientais. A reciclagem de papel surge como uma alternativa eficaz para amenizar esses efeitos. Ao reutilizar fibras de papel, reduz-se a necessidade de abate de novas árvores, preservando ecossistemas e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. Ademais, a reciclagem consome menos recursos naturais e energia, resultando em menores emissões de gases poluentes. Assim, este projeto se alinha diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas: ODS 11, ao incentivar cidades e comunidades mais sustentáveis; o ODS 12, ao fomentar o consumo e a produção responsáveis; e o ODS 13, ao contribuir para o enfrentamento das mudanças climáticas por meio da redução de impactos ambientais.

Neste contexto, apresentamos um protótipo inovador de reciclagem de papel, desenvolvido como parte do nosso Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Este projeto visa reciclar folhas de papel usadas, promovendo sustentabilidade e conscientização ambiental.

Objetivos :

Objetivo Geral :

- Desenvolver uma máquina automatizada, eficiente e acessível para o reaproveitamento de papel usado, promovendo a sustentabilidade ambiental e o uso didático de tecnologias de automação.

Objetivos Específicos :

1. Desenvolver e montar uma máquina que seja capaz de reciclar papel. Composta por etapas automatizadas de: trituração, mistura, prensagem e secagem; utilizando sensores e atuadores controlados por CLP
2. Reduzir o impacto ambiental do descarte de papel ao reaproveitar resíduos de papel escolar, comercial ou doméstico em um sistema sustentável e acessível.
3. Conscientizar a comunidade escolar e técnica sobre práticas sustentáveis, utilizando o protótipo como ferramenta educacional em oficinas, feiras científicas e salas de aula.
4. Avaliar o desempenho técnico e ambiental da máquina, testando a eficiência do processo e a qualidade do papel reciclado.
5. Alcançar uma diminuição significativamente o impacto ambiental do descarte de papel . A aplicação de tecnologias sustentáveis em equipamentos recicladores pode alinhar-se às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS 11, 12, 13).

Justificativa :

A justificativa do projeto traz a seguir os argumentos que sustentam a relevância e a necessidade da iniciativa:

1. Impactos ambientais da indústria do papel : o processo de produção tradicional está associado ao desmatamento, consumo intenso de água e energia, e emissões significativas de CO₂.
2. Potencial de redução de resíduos: a reciclagem minimiza o descarte de papel, reduzindo a quantidade de resíduos enviados aos aterros e mitigando a poluição.
3. Eficiência de recursos: o consumo de água e energia na reciclagem é consideravelmente menor do que na produção a partir de celulose virgem, refletindo em menor custo ambiental.
4. Conformidade com os ODS: o projeto contribui diretamente com metas dos ODS 11, 12 e 13, fortalecendo políticas de sustentabilidade urbana, consumo responsável e combate às mudanças climáticas.
5. Inovação tecnológica e conscientização: ao criar e demonstrar um protótipo, promovemos a disseminação de práticas sustentáveis e de baixo custo, incentivando a adoção em outros contextos educacionais, comunitários e industriais.

Ao implementar tecnologias acessíveis e eficientes, buscamos demonstrar que é possível aliar inovação e responsabilidade ecológica na produção de papel.

Desenvolvimento :

1. Público - Alvo :

• Este projeto é direcionado a locais com alto consumo de papel, como escolas, empresas, escritórios e setores de embalagens. Entretanto, nada impede que alcance uma conscientização ainda maior, chegando também ao uso em ambientes domésticos. O objetivo central é promover o reaproveitamento de papel já utilizado, contribuindo para a redução de resíduos e para o uso consciente dos recursos naturais. A proposta busca integrar práticas ecológicas ao cotidiano de instituições e indivíduos, incentivando a sustentabilidade por meio de ações simples e acessíveis.

2. Soluções :

• O projeto tem como finalidade minimizar o desperdício de papel em ambientes escolares, empresariais, residenciais e industriais, por meio do reaproveitamento de folhas já utilizadas. Ao incentivar a reutilização e a reciclagem do papel, contribui-se diretamente para a redução da produção de resíduos sólidos, a diminuição do consumo de matéria-prima virgem e a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado. Além disso, apresenta-se como uma alternativa econômica e sustentável para a gestão de materiais de papel, reforçando a importância da responsabilidade ambiental e da consciência ecológica entre os usuários.

3. Metodologia :

• O presente projeto de pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza experimental e voltada ao desenvolvimento tecnológico. Seu objetivo geral é a concepção e construção de um protótipo funcional para a reciclagem artesanal de papel. O diferencial dessa abordagem consiste na aplicação de conhecimentos técnicos e científicos para propor uma solução prática e sustentável, mitigando as consequências ambientais do descarte inadequado. A pesquisa adota uma abordagem quali-quantitativa. O aspecto qualitativo envolve a análise descritiva dos materiais utilizados, dos métodos e dos resultados obtidos. Já o aspecto quantitativo abrange a observação sistemática e o registro de dados objetivos relacionados ao desempenho do protótipo, como tempo de secagem, proporção da mistura e resistência mecânica do material final. Essa metodologia mista permite um diagnóstico amplo sobre a eficiência do sistema proposto. O desenvolvimento do projeto ocorreu em fases estruturadas:

- levantamento dos requisitos e identificação do problema, a partir de uma análise crítica do impacto ambiental da produção convencional de papel;
- realização de pesquisa bibliográfica sobre métodos de reciclagem artesanal, impactos ambientais da indústria papelreira e alternativas ecológicas existentes;
- observação em campo sobre o descarte de papel em ambientes escolares e residenciais, confirmando a necessidade do projeto;
- elaboração de esboços e desenhos do protótipo, priorizando simplicidade, baixo custo e fácil confecção;
- planejamento do protótipo com definição do processo artesanal a ser seguido (trituração, mistura com água, moldagem e secagem);
- montagem do protótipo com materiais acessíveis, como molduras de madeira, telas de nylon, bacias plásticas e prensas manuais;
- realização de testes iniciais, seguidos de ajustes relacionados ao tempo de secagem, quantidade ideal de água e resistência do produto final.

Para o desenvolvimento tecnológico e controle do protótipo, utilizou-se um CLP Telemecanique Schneider (*imagem 1*), além de softwares como TinkerCAD e AutoCAD.



Imagem 1: CLP Telemecanique Schneider

4. Funcionamento do Protótipo :

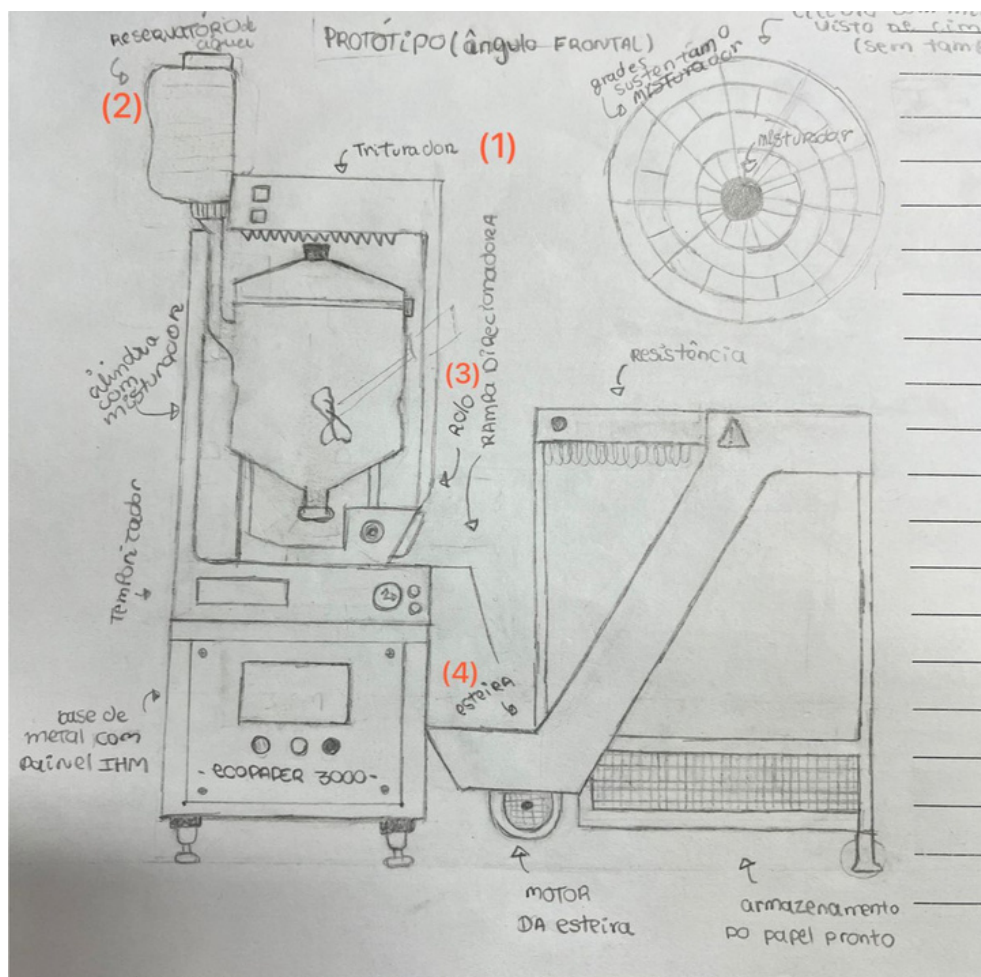


Imagem 2: versão 2 do protótipo, desenhado a mão.

O processo de reciclagem do papel inicia-se com o triturador (1), responsável por fragmentar o material. Em seguida, os pedaços de papel são transferidos para uma misturadora semelhante a um liquidificador, equipada com lâminas para triturar e misturar o papel com água proveniente de um reservatório lateral (2). A massa resultante é direcionada a um rolo e, posteriormente, despejada em uma tela de nylon, que a uniformiza em espessura e formato. Em seguida, a massa é conduzida a uma esteira (4), que realiza movimentos contínuos de ida e volta até a completa secagem, por meio de uma resistência acoplada à esteira.

Todos os comandos de tempo, liga/desliga, entrada e saída, válvulas e tubulações são controlados por meio de programações desenvolvidas no CLP e integradas ao sistema automatizado.

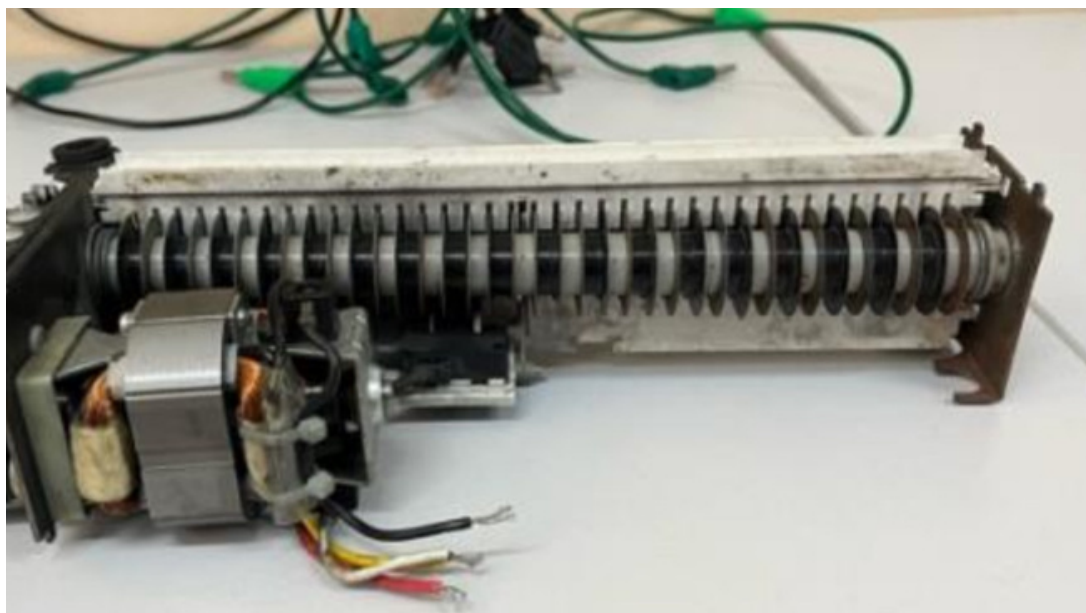


Imagem 3: Triturador (1)



Imagem 4: Rolos, massa direcionada aos rolos para ficar com a espessura correta e menos encharcada

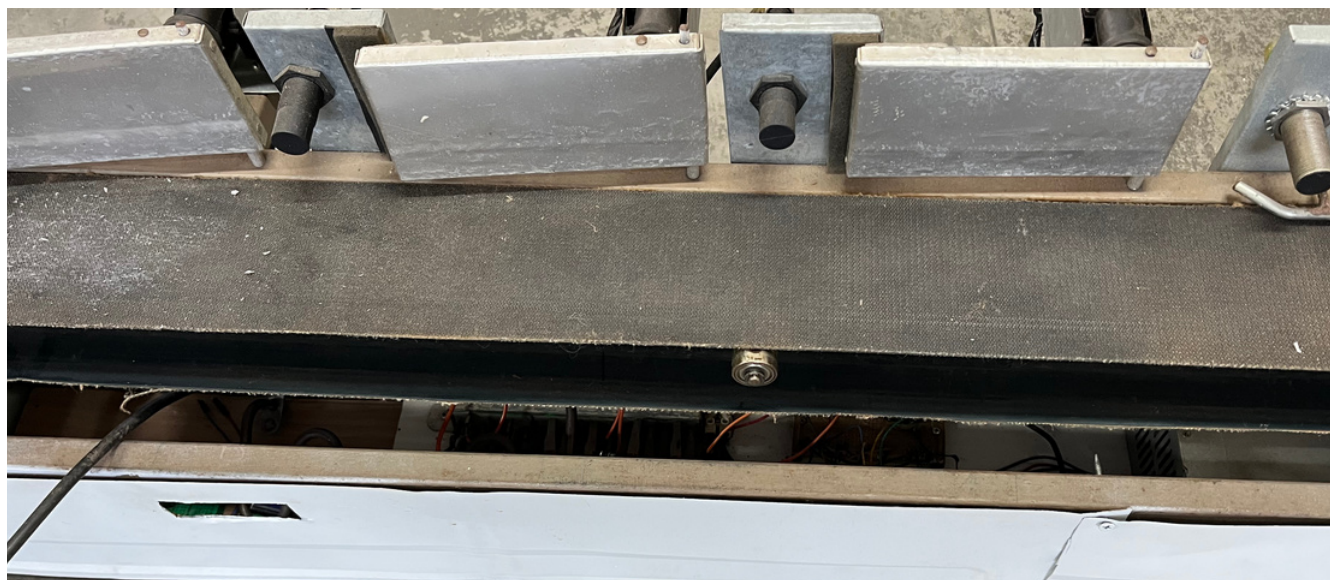


Imagem 3: Esteira (4)



Imagem 4: Esteira (4)

Resultados :

Durante o desenvolvimento do Ecopaper, utilizamos papel descartado na própria escola como base para os testes. No início, enfrentamos alguns desafios técnicos, mas, com ajustes feitos ao longo do processo, conseguimos alcançar um resultado funcional e consistente.

Os experimentos mostraram que o reaproveitamento do papel realmente funciona e pode gerar novos materiais simples e úteis para o dia a dia. Mais do que a parte prática, essa experiência reforçou a importância de pequenas ações para reduzir o desperdício e promover a sustentabilidade.

Do ponto de vista ambiental, o impacto é expressivo. Estimativas apontam que a produção de uma tonelada de papel pode exigir cerca de 24 árvores e mais de 26 mil litros de água. Já a reciclagem de papel contribui para economizar recursos e pode evitar o corte de até 17 árvores por tonelada reaproveitada, além de reduzir o consumo de energia e a poluição.

Com o *Ecopaper*, mesmo em pequena escala, conseguimos demonstrar que atitudes simples dentro do ambiente escolar podem somar forças nesse movimento, que além de resultados práticos, também gera conscientização, mostrando que sustentabilidade é algo possível de ser colocado em prática no dia a dia.



Imagem 5: *Protótipo para testes*



Conclusão :

O desenvolvimento deste projeto possibilitou a criação de um protótipo funcional voltado à reciclagem artesanal de papel, demonstrando que práticas simples e acessíveis podem contribuir significativamente para a redução de resíduos sólidos e para o uso consciente dos recursos naturais. A pesquisa bibliográfica e a observação em campo reforçaram a importância da busca por alternativas sustentáveis ao modelo de consumo atual, sobretudo em ambientes escolares, empresariais e domésticos. Os resultados obtidos indicam que o sistema proposto possui viabilidade prática, podendo ser aprimorado continuamente a fim de ampliar sua eficiência e aplicabilidade.

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio de diversas pessoas que, de diferentes formas, contribuíram para o seu desenvolvimento. Agradecemos especialmente ao nosso orientador Wellington Fernandes, pelo apoio e dedicação em todas as etapas do projeto. Ao coorientador Rogério Donizetti e ao professor Reinaldo Ventura, que auxiliaram principalmente na parte mecânica e elétrica, contribuindo para que o Ecopaper pudesse ganhar forma. Também agradecemos à escola, por disponibilizar os materiais que utilizamos nos testes e experimentos, e a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.



Refêrências Bibliográficas :

DIAS, Reinaldo. Educação ambiental: princípios e práticas. ed. São Paulo: Gaia, 2011.

MACHADO, Denise M. et al. Reciclagem de papel: uma alternativa sustentável para o meio ambiente. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, ano 4, vol. 10, 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-ambientais/reciclagem-de-papel>. Acesso em: 28 maio 2025.

NAÇÕES UNIDAS. Agenda 2030: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. ONU Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 maio 2025.

SENAI. Tecnologia em Automação Industrial. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/senai>. Acesso em: 28 maio 2025.

WWF : Pulp and Paper. Disponível em: https://wwf.panda.org/discover/our_focus/forests_practice/forestry/pulp_and_paper/

Tese Automatización de trituradora de papel para uso del reciclado. Automation of paper shredder for recycling use. Rómulo Alejandro Barba López