

Desenvolvimento de um programa de Produção Mais Limpa para uma indústria de tubos de papel

Paula Izabella Machado Murgueytio, Nathannael Victor Santos Cutrim e Juliana Ferreira Soares*

Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias. Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária. Av. Luiz de Camões, 2090. Lages-SC, Brasil (CEP 88520-000). *E-mail: juliana.soares@udesc.br.

Resumo. Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um programa de Produção Mais Limpa em indústria de fabricação de tubos de papel, com o intuito de propor medidas que otimizem a gestão ambiental da empresa e reduzam os impactos negativos do processo produtivo. A metodologia utilizada baseou-se no Manual de Implementação de Programas de Produção Mais Limpa, do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI-RS). Os dados quantitativos e qualitativos foram obtidos a partir de entrevistas, visita *in loco*, questionários e dados fornecidos pela empresa. Os resultados evidenciaram a existência de barreiras organizacionais, técnicas e econômicas, bem como as soluções que devem ser adotadas. As oportunidades de P+L propostas visam à redução de desperdícios, ao reaproveitamento de materiais e à promoção de educação ambiental para os funcionários. Dessa forma, este estudo ofereceu contribuições importantes para a sustentabilidade no setor e recomendações para futuras pesquisas no tema.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Oportunidades de melhoria; Sustentabilidade.

Abstract. *Development of a Cleaner Production Program for a paper tube industry.* This study aimed to develop a Cleaner Production (CP) program for a paper tube manufacturing industry, proposing measures to optimize the company's environmental management and reduce the negative impacts of its production process. The methodology was based on the Cleaner Production Program Implementation Manual, by the National Center for Clean Technologies (CNTL/SENAI-RS). Quantitative and qualitative data were collected through interviews, on-site visits, questionnaires, and information provided by the company. The results highlighted the presence of organizational, technical, and economic barriers, as well as the necessary solutions to overcome them. The proposed CP opportunities focus on waste reduction, material reuse, and promoting environmental education for employees. In this way,

Recebido
21/02/2025

Aceito
27/04/2025

Publicado
30/04/2025



Acesso aberto



ORCID

- 0009-0002-7552-9358
Paula Izabella Machado Murgueytio
- 0009-0006-8504-2526
Nathannael Victor Santos Cutrim
- 0000-0003-4687-1875
Juliana Ferreira Soares

this study has made important contributions to sustainability in the sector and recommendations for future research on the subject.

Keywords: Environmental management; Opportunities for improvement; Sustainability.

Introdução

O papel é um material versátil e que pode combinar qualidades ambientais e econômicas, por isso, tem sido utilizado para diversas funções na construção civil e indústrias. Produtos como papelão ondulado, painéis, tubos de papel e papelão são utilizados para formar estruturas de armação, paredes e até mesmo edifícios (Jasiolek, 2018). Os tubos de papel são criados a partir de papel sólido, unidos por cola adesiva, geralmente em formato cilíndrico (Venkatesan et al., 2023), podendo ser empregado a variadas finalidades, principalmente para a indústria têxtil, de papéis e laminados. Dessa forma, aliado ao crescimento das indústrias desse setor, tem-se o aumento do consumo e da produção de tubos de papel, onde, segundo Sousa et al. (2006), os impactos ambientais mais significativos, compreendem a poluição da água, do solo e sonora.

Neste sentido, surgem as ferramentas de gestão ambiental, que incluem ações tomadas de forma sistemática para supervisionar e controlar os impactos ambientais das atividades de uma empresa (Chuang, 2012). Um importante modelo de gestão ambiental, originado em 1991, é a Produção Mais Limpa (P+L), que consiste em uma abordagem econômica, ambiental e tecnológica aplicada em empresas para a redução dos impactos negativos de suas produções no meio ambiente (Paulo et al., 2025; Wengratt et al., 2025). Dessa forma, a P+L possui objetivos como: aumentar a eficiência do uso de energia, diminuir a geração de efluentes e gases de efeito estufa, facilitar a gestão da operação e reduzir ou eliminar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana (Wang et al., 2022).

A P+L foi definida pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) como uma estratégia em resposta à abordagem fim de tubo, focada na prevenção da poluição. Deste modo, a P+L promove uma atitude pró ativa, visando não apenas o cumprimento de leis. No Brasil, a P+L teve início no ano de 1995, quando o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul (SENAI-RS, 2003), criou o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), oferecendo a disseminação de informações sobre os processos da P+L (CNTL, 2003).

É importante ressaltar que, diante da crescente demanda por práticas sustentáveis na indústria, a P+L vem se destacando como uma ferramenta estratégica, podendo atingir resultados otimistas. Medeiros et al. (2007) apontaram que no setor de fabricação de embalagens, por exemplo, a aplicação de práticas de P+L demonstrou resultados positivos, como maior eficiência operacional, redução de resíduos e uma melhoria na imagem da empresa. No entanto, no contexto da fabricação de tubos de papel, nota-se uma carência nas pesquisas e estudos sobre o desenvolvimento do programa de P+L.

Neste sentido, esse trabalho buscou contribuir para o preenchimento dessa lacuna, onde os resultados obtidos poderão servir de referência para posteriores pesquisas e para outras empresas do segmento. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi propor medidas de P+L para uma empresa de tubos de papel, com o intuito de determinar oportunidades de melhoria para o gerenciamento dos aspectos ambientais e, consequentemente, contribuir com a redução dos impactos ambientais negativos do processo produtivo. Assim, a P+L poderá contribuir para a melhoria dos aspectos ambientais e econômicos da empresa, além de auxiliar no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

(ODS), principalmente ODS 9 “Indústria, inovação e infraestrutura” e o ODS 12 “Consumo e produção responsáveis” (ONU, 2015).

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no setor produtivo de uma indústria de tubos de papel, incluindo toda as áreas referentes a produção, sendo elas: área de operação, estoque de matéria-prima, estoque do produto acabado, estoque de cola, prensa e estufa. A área de operação é composta por dois desbobinadores (maquinário responsável por desbobinar os rolos de papéis), duas tubeteiras (maquinário responsável pela formação dos tubos de papel), três máquinas multicortes (maquinário responsável pelo corte dos tubos de papel) e duas mesas de acabamento. O fluxograma do processo produtivo da empresa se encontra na Figura 1.

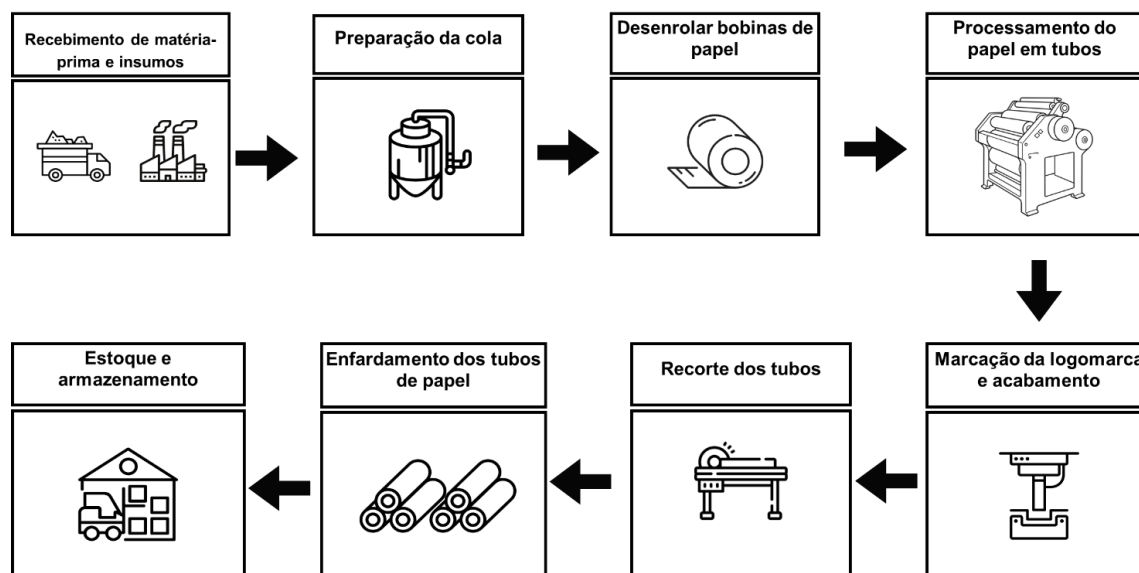


Figura 1. Fluxograma do processo produtivo.

Etapas de desenvolvimento da P+L

Para o desenvolvimento do programa de P+L, este estudo teve como referência o Manual de Implementação de Programas de Produção Mais Limpa (CNTL, 2003) e o Manual das Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção Mais Limpa (CNTL, 2003), ambos elaborados pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Os manuais estabelecem cinco etapas que norteiam a implementação da ferramenta, sendo elas: Planejamento e organização; Pré-avaliação; Avaliação; Estudo de viabilidade, e; Implementação. Por se tratar de um estudo de caso, neste trabalho não houve a realização da quarta e quinta etapa, referentes a viabilidade e implementação, ficando a critério da gerência seguir ou não as ações sugeridas.

Etapa 1 - Planejamento e organização. O planejamento é constituído por 4 passos e permite o estabelecimento das metas e a organização das ações a serem desempenhadas. No primeiro passo, avaliou-se o comprometimento da gerência em aderir as ações do programa, bem como, quais interesses da empresa com relação às questões ambientais que permeiam no funcionamento da fábrica. Essa avaliação foi realizada

através de entrevistas e questionário com o gerente da unidade, a fim de entender se haveria interesse e comprometimento por parte da alta direção nas aplicações das ações e, dessa forma, garantir a aderência da empresa no projeto.

O segundo passo para a realização da etapa de planejamento consiste na identificação de barreiras à implementação do programa e a sugestão de possíveis soluções para as mesmas. As barreiras podem ser de caráter organizacional, que se baseia na falta de cooperação e comprometimento entre os funcionários da empresa, de caráter econômico, a qual vai depender da disponibilidade de recursos financeiros, custos de mão-de-obra e política financeira da empresa, e de caráter técnico, em que a falta de equipamentos ou conhecimento técnico pode impedir ou atrasar a implementação das ações. Assim, para a identificação das possíveis barreiras, aplicou-se questionários e entrevista com a gerência que permitiram a avaliação da cultura organizacional e financeira da empresa.

No terceiro passo definiu-se a amplitude, ou seja, quais setores e áreas irão abranger o estudo e as metas que orientarão o desenvolvimento do programa. Para a definição da amplitude observou-se as características do local de estudo, como área, quantidade de maquinários, quantidade de funcionários e complexidade do processo de produção. E, para a definição das metas utilizou-se do método de definição de objetivos SMART, no qual cada letra representa um princípio para definir as metas de forma mais clara e acessível, sendo elas S (*specific*) - específico, M (*measurable*) - mensurável, A (*attainable*) - alcançável, R (*relevant*) - relevante e T (*time-based*) - temporal (Feiten e Coelho, 2019).

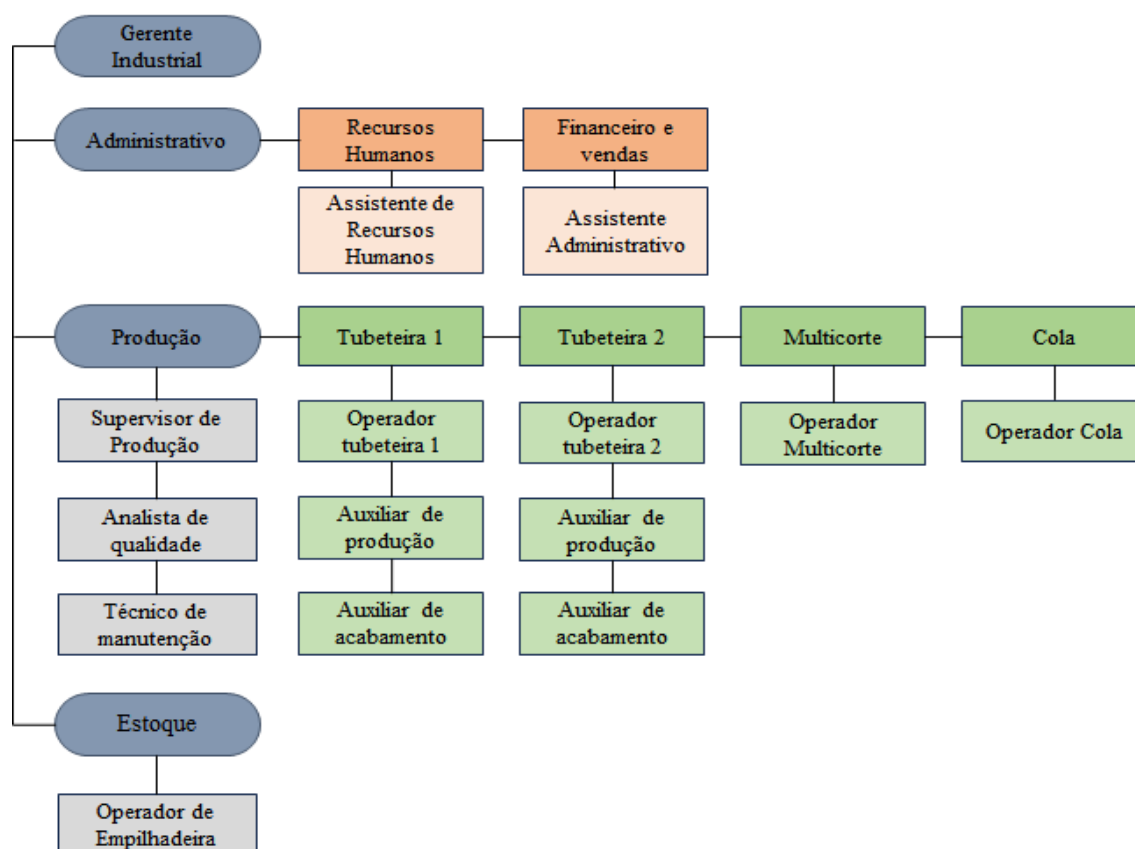


Figura 2. Fluxograma da estrutura organizacional da empresa.

Por fim, o quarto passo da primeira etapa consistiu na formação do Ecotime, equipe responsável por realizar o diagnóstico, implantar o programa, identificar as oportunidades, monitorar as ações e indicadores e dar continuidade ao programa. No entanto, não houve a formação do Ecotime em um primeiro momento, visto que o diagnóstico e identificação das oportunidades foram realizados no decorrer deste estudo. Entretanto, para uma futura implementação do programa de P+L, sugeriu-se um perfil de equipe a partir da avaliação da estrutura organizacional da empresa (Figura 2).

Etapa 2 - Pré-avaliação. Compreende a elaboração do fluxograma de produção e o diagnóstico ambiental. O fluxograma deverá identificar as entradas e saídas de cada etapa da produção, enquanto o diagnóstico ambiental deve levantar informações da situação ambiental da empresa, bem como dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento. Para a coleta dos dados que servirão de apoio para essa etapa, foi realizada entrevista com o gerente da unidade estudada e análise dos documentos fornecidos pelo mesmo. Nesta segunda etapa, também se definiu o foco de avaliação, observando os seguintes critérios: nível de periculosidade para o meio ambiente, custos, quantidade de resíduos e emissões, consumo de energia, potencial para produção mais limpa e potencial para a remoção das condições que retardam o progresso da produção.

Etapa 3 - Avaliação. A terceira etapa do estudo consistiu na elaboração do balanço material detalhado para o foco de avaliação, quantificando as entradas e saídas de cada processo da produção para uma melhor compreensão das perdas e emissões do sistema. Para a sua elaboração, baseou-se em informações como relatórios de compras, documentos de estoque, contas de energia, consumo de água, manuais de operação e entrevista com o gerente. Nesta etapa, também realizou-se uma avaliação das causas das saídas identificadas, para facilitar a elaboração das oportunidades de P+L. Por fim, após a análise do balanço de material e das causas, definiu-se as oportunidades de P+L, que obedeceram a níveis de prioridade definidos pelo CNTL (2003).

Resultados e discussão

Etapa 1 - Planejamento e organização

Identificou-se que existe interesse e comprometimento pela gerência e alta direção da empresa na aplicação das práticas de Produção Mais Limpa. As barreiras identificadas foram de caráter organizacional, técnico e econômico e as soluções que poderão ser utilizadas para enfrentá-las estão apresentadas na Tabela 1. O enfrentamento das barreiras deverá partir, principalmente, adoção de práticas de gestão de pessoas, visto que os colaboradores poderão apresentar certa resistência a aderência das novas práticas devido a saída da zona de conforto. Nesse sentido, o treinamento tem um papel fundamental, pois possibilita suscitar o interesse e atenção dos funcionários para a importância do tema para a empresa (Oliveira e Pinheiro, 2010).

A partir da identificação das barreiras definiu-se a amplitude do programa, que abrangerá todas as etapas do setor de produção, envolvendo todos os processos, sendo eles: recebimento de matéria-prima e insumos, desenrolar as bobinas de papel, processamento do papel em tubos, marcação da logomarca, recorte dos tubos, enfardamento dos tubos de papel e estoque e armazenamento do produto final. Para dar continuidade ao planejamento, definiram-se as metas que nortearão a implementação do programa, seguindo o método SMART, ferramenta que possui a capacidade de auxiliar e desenvolver propósitos na gestão de uma empresa (Cardoso et al., 2018). Assim, as metas definidas estão descritas na Tabela 2.

Tabela 1. Barreiras identificadas e soluções.

Barreira		Solução
Organizacional	Possibilidade da falta de envolvimento dos funcionários na aplicação das ações.	Envolvimento dos funcionários na análise e criação das medidas de P+L, que pode ser utilizada como uma estratégia de pertencimento; Explicação sobre as vantagens adquiridas a partir da implementação da P+L, que poderá se converter em benefícios.
Técnica	Falta de conhecimento técnico para a aplicação das medidas por parte dos funcionários	Envolvimento dos funcionários na análise e criação do plano de ação das medidas de P+L.
Econômica	Falta de investimento na capacitação dos funcionários	Treinamento interno com multiplicadores, selecionando alguns membros da equipe para se especializarem e tornarem-se multiplicadores; Utilização de manuais e guias gratuitos disponibilizados pelo CNTL.

Tabela 2. Definição das metas SMART.

Meta inicial	Tornar o processo de produção da indústria de tubos de papel mais limpo
Específica (<i>specific</i>)	Diminuir a geração de resíduos sólidos e destiná-los corretamente em todas as etapas da produção.
Mensurável (<i>measurable</i>)	Diminuir em 20% a geração de resíduos sólidos e destinar corretamente todos os resíduos provenientes do processo.
Alcançável (<i>attainable</i>)	Utilizar as medidas de P+L para diminuir a geração de resíduos sólidos e destiná-los corretamente.
Relevante (<i>relevant</i>)	Diminuir os custos financeiros com descarte de resíduos e otimizar a produção.
Temporal (<i>time-based</i>)	Diminuir a geração de resíduos sólidos da produção em 20%, em um ano de aplicação do programa de P+L.

Tabela 3. Funções do EcoTime.

Setor	Cargo	Função
Administrativo	Gerente da unidade	Garantir a participação e colaboração da equipe.
		Intermediar discussões e conflitos entre a equipe e participantes indiretos do programa.
		Solicitar eventuais recursos humanos e financeiros a Alta Direção.
Produção	Supervisor de produção	Propiciar conhecimento técnico acerca de todos os processos que envolvem a produção.
		Avaliar a viabilidade técnica das ações sugeridas.
		Instruir a equipe sobre os procedimentos a serem realizados.
	Operadores de tubeteira	Sugerir novas ações de P+L.
		Propiciar conhecimento técnico acerca da operação do maquinário.
	Operador da máquina de corte	Sugerir novas ações de P+L.
		Propiciar conhecimento técnico acerca da operação do maquinário.
Qualidade	Analista de qualidade	Sugerir novas ações de P+L.
		Monitorar as ações já implementadas.
		Relatar possíveis problemas de produção, a fim de identificar a necessidade de novas ações.

Ainda na primeira etapa, obteve-se como resultado a formação de um possível EcoTime (Tabela 3), baseado na análise do fluxograma da estrutura organizacional da empresa. A formação do EcoTime é de suma importância, visto que a articulação de uma rede de atores para organizar e implementar o programa de P+L viabiliza a melhoria contínua nas ações implementadas, fazendo com que a empresa não se limite a mudanças superficiais e de curto prazo (Calia e Guerrini, 2006). Dessa forma, definiu-se o EcoTime, visando à implementação, à continuação e ao monitoramento do programa de P+L, contendo seis pessoas: o gerente da unidade, o supervisor de produção, os operadores das tubeteiras 1 e 2, o operador da máquina de corte e o analista de qualidade.

Etapa 2 - Pré-avaliação

A segunda etapa do estudo teve como resultado o fluxograma global da produção, elaborado com base nas entradas e saídas do processo produtivo. Para a sua elaboração utilizou-se de dados anuais de consumo, geração e produção. A quantificação das entradas e saídas, para a produção de tubos de papel, pode ser observada na Figura 3.

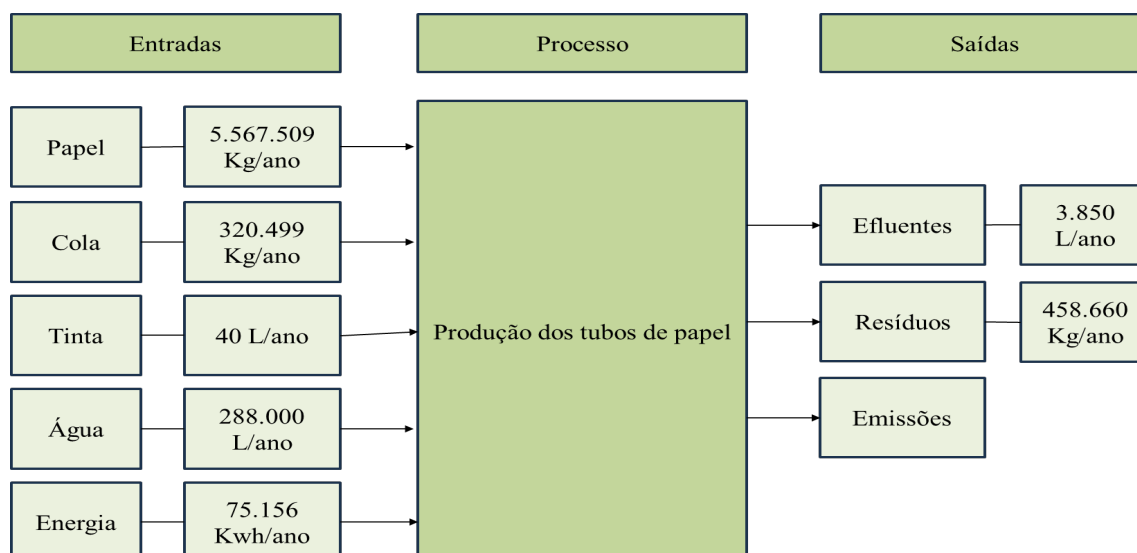


Figura 3. Fluxograma global de produção.

Ao analisar as entradas do processo, percebe-se que o maior consumo de matéria prima na produção está relacionado ao papel, que corresponde a 92,53% do volume da produção anual, enquanto que a saída mais expressiva é representada pelos resíduos de papel e plástico. Para um melhor entendimento acerca da quantificação das entradas e saídas do sistema, elaborou-se um fluxograma detalhado apresentado na Figura 4, qualificando cada entrada e saída de cada uma das etapas do processo produtivo, de modo a identificar a origem dos resíduos e efluentes gerados.

A partir desta análise inicial, escolheu-se o foco de avaliação, seguindo os critérios definidos pelo CNTL (2003): nível de periculosidade para o meio ambiente, custos, quantidade de resíduos e emissões, consumo de energia, potencial para produção mais limpa e potencial para a remoção das condições que retardam o progresso da produção. Assim, com base nos fluxogramas, evidenciou-se que, em termos de periculosidade para o meio ambiente, quantidade, custos e potencial para a implantação de ações de P+L, o foco mais adequado é a geração de resíduos nas etapas de recebimento de matéria-prima e insumos, preparação da cola, desenrolar bobinas de papel, recorte dos tubos e enfiamento dos tubos.

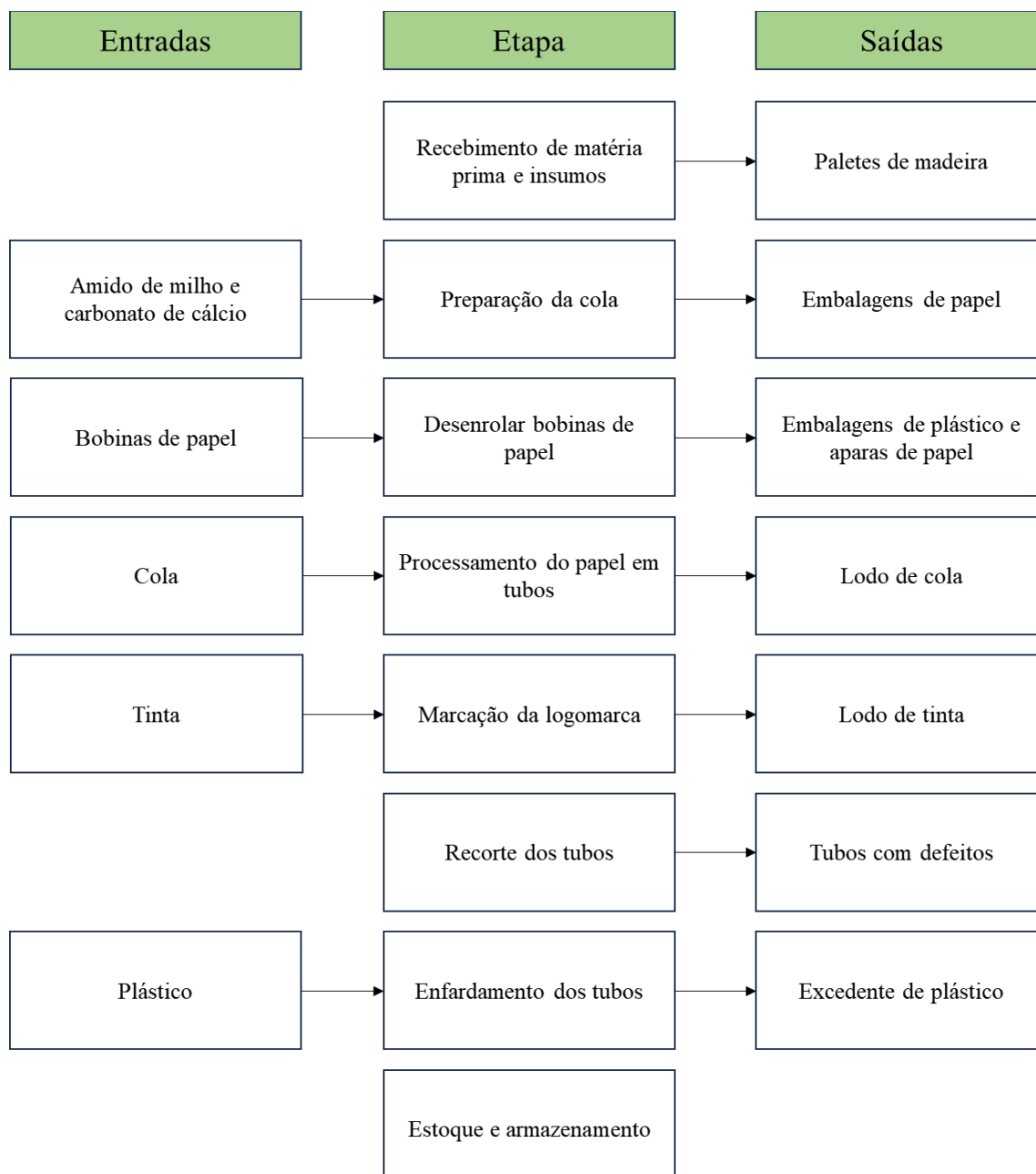


Figura 4. Fluxograma das entradas e saídas de cada etapa da produção.

Além disso, a partir de um diagnóstico ambiental realizado no ambiente de produção da fábrica, foi possível identificar alguns aspectos ambientais que podem gerar oportunidades de melhorias e que não estão relacionadas com a geração de resíduos. Tais aspectos foram considerados para o programa de ações de P+L por apresentarem níveis de periculosidade para o meio ambiente e potencial para a implantação de ações, respeitando os critérios definidos pelo CNTL (2003). Desta forma, esses aspectos ambientais presentes nas etapas de processamento do papel em tubos, a marcação da logomarca e o recorte dos tubos (Tabela 4).

Tabela 4. Etapa da produção e aspecto ambiental associado.

Etapa	Aspecto ambiental
Processamento do papel em tubos	Derramamento de cola no chão da fábrica.
Marcação da logomarca nos tubos	Geração de lodo de tinta.
	Geração de estopas contaminadas por tinta, que são lavadas em um tanque com ligação para a rede de drenagem do município.
Recorte dos tubos	Geração de poeira que se dispersa por toda a área de produção.

Etapa 3 - Avaliação das causas e identificação das oportunidades de P+L

Avaliação das causas de geração de resíduos nas etapas escolhidas. Após a escolha do foco de avaliação, realizou-se a identificação das causas da geração de resíduos sólidos a partir de dados fornecidos pela empresa. A Tabela 5 apresenta as fontes de geração de resíduos sólidos em cada etapa de produção escolhida como foco de avaliação. Além da identificação da etapa de cada resíduo gerado, também é necessária a avaliação das causas, para que se torne possível a definição das estratégias e medidas que podem ser aplicadas.

Tabela 5. Balanço de material para as etapas escolhidas.

Total	Entrada	Etapa	Saída	Total
		Recebimento de matéria prima e insumos	Paletes de madeira	79.029,28 kg
250.709 kg	Amido de milho e carbonato de cálcio	Preparação da cola	Embalagem de papel	2.005,67 kg
5.567.509 kg	Bobinas de papel	Desenrolar bobinas de papel	Embalagens de plástico	112 kg
			Aparas de papel	37.450,35 kg
		Recorte dos tubos	Tubos com defeitos	337.053,15 Kg
Plástico		Embalagens dos tubos	Excedentes de plástico	1.656 kg

Nesse cenário, a partir de informações fornecidas pela empresa, identificaram-se as causas de cada resíduo gerado, bem como o seu tratamento final. Os resíduos de paletes de madeira são gerados no recebimento da matéria-prima principal da fábrica, as bobinas de papel, que são recebidas sob os paletes e embaladas. Quando as bobinas são utilizadas esses paletes de madeira passam a não possuir utilidade e são dispostos em um espaço livre na área de produção, limitando o espaço de estoque e gerando um acúmulo de materiais.

Sobre as embalagens de papel, essas são geradas na preparação da cola, a qual envolve a mistura de dois materiais em pó, que são o amido de milho e o carbonato de cálcio. Esses insumos são recebidos pela fábrica dentro de embalagens de papel, que são descartadas após o uso. A etapa de desenrolar as bobinas de papel é responsável pela geração de resíduos de plástico e papel. Isso acontece porque as bobinas são recebidas envoltas por um plástico filme e possuem uma “capa” feita com o próprio papel, que precisam ser retirados para o uso do material. Também ocorre a perda de papel na entrada da bobina, que pode acontecer por meio de falha do maquinário ou erro dos

operadores. Esse resíduo de papel é enviado para a reciclagem, enquanto o resíduo de plástico é descartado e enviado para a coleta municipal de resíduos.

A etapa de recorte dos tubos é a responsável pela geração da maior parte dos resíduos levantados, visto que, nesse momento da produção também ocorrem perdas de produtos, neste caso do produto já finalizado, ou seja, o tubo de papel. As perdas de produtos envolvem diversos fatores como: erros de produção (82%), perdas no estaleiro (10%) (etapa onde a bobina de papel é inserida no maquinário), devolução do produto pelo cliente (1%), falhas na qualidade do produto acabado (2%) e outros (5%).

Os dados revelam que a maior parte das perdas está na etapa de produção, no entanto, a empresa não soube informar o motivo das perdas, que podem ser por falha no maquinário, falha humana na operação ou qualidade da matéria-prima. A partir do histórico anual da quantidade de perdas, elaborou-se o gráfico de perdas da produção para os últimos seis anos, de atividade da empresa (Figura 5). O monitoramento das perdas iniciou no ano de 2018 e o ano de 2024 não foi inserido na análise, visto que ainda está em andamento, no entanto, o mesmo já alcançou uma porcentagem de perdas de 7,35%.

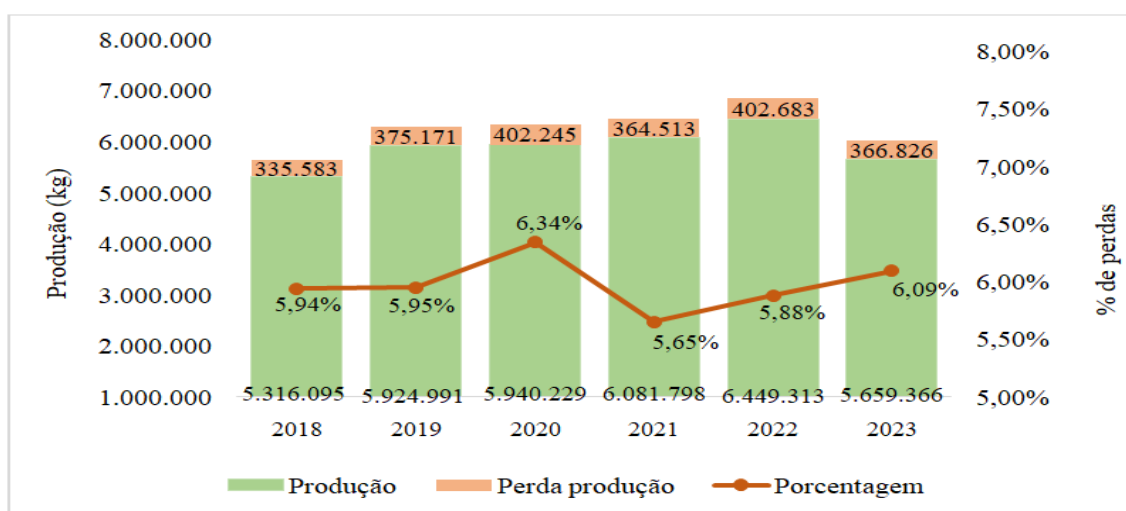


Figura 5. Perdas da produção por ano.

Os resíduos provenientes das perdas de produção, como anteriormente citado, envolvem as aparas de papel e os tubos de papel com defeito. Atualmente, ambos os materiais são enviados para a reciclagem, no entanto, pode-se perceber que ocorre um desperdício expressivo de matéria-prima.

Por fim, a última etapa da produção é a de embalagem do produto acabado, na qual os tubos de papel já prontos para a destinação final são envoltos por um plástico filme, utilizado para preservar as características do produto. Esse embalamento é realizado através de um maquinário, que descarta partes do plástico filme no início e no final do processo, gerando um desperdício de material e resíduos. Esse material excedente é destinado para a coleta municipal de resíduos sólidos.

Avaliação das causas dos aspectos ambientais identificados. Além das avaliações das causas responsáveis pela geração de resíduos, nesta etapa também foi possível a identificação das causas associadas aos aspectos ambientais escolhidos na etapa de pré-avaliação. A avaliação das causas é um importante passo para a identificação das oportunidades de P+L, e está descrita na Tabela 6.

Tabela 6. Identificação das causas associadas aos aspectos ambientais escolhidos.

Etapa	Aspecto ambiental	Causa
Processamento do papel em tubos	Derramamento de cola no chão da fábrica.	- Falta de proteção do maquinário; - Descuido por meio dos operadores no manuseio da cola.
Marcação da logomarca nos tubos	Geração de lodo de tinta, sem local correto de armazenamento.	Limpeza do maquinário responsável pela demarcação da logomarca e falta de local definido para armazenamento adequado.
	Estopas contaminadas por tinta, que são lavadas em um tanque com ligação para a rede de drenagem do município.	Falta de local apropriado para lavagem e acondicionamento das estopas.
Recorte dos tubos	Geração de poeiras que se instalam por toda a área de produção	Corte dos tubos realizado sem proteção do maquinário.

Identificação das oportunidades de P+L. Com base na análise das informações obtidas a partir das etapas de pré-avaliação e avaliação das causas, foi possível a identificação das oportunidades de P+L, considerando as orientações do CNTL (2003) quanto ao nível de prioridade. Assim, sob o ponto de vista da questão dos resíduos e levando-se em consideração os níveis de aplicação, a abordagem de produção mais limpa ocorreu por duas formas: através da minimização de resíduos e da reutilização (interna ou externa). As oportunidades de P+L identificadas para a geração dos resíduos estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7. Oportunidades de P+L identificadas para a geração de resíduos.

Aspecto	Causa	Oportunidades de P+L
Geração de resíduos de paletes de madeira	Recebimento da matéria-prima sob os paletes, que não possuem destino final.	- Contratar empresas especializadas na destinação do material; - Divulgar a disponibilidade do material para doação nas redes sociais da empresa ou rádio; - Retornar o material para a empresa fornecedora de matéria-prima.
Geração de resíduos de embalagens de papel	Retirada da matéria-prima da embalagem para preparação da cola.	- Utilização das embalagens para armazenamento de produtos semiacabados ou materiais secundários; - Firmar acordo com empresa especializada na reciclagem do papel; - Divulgar a disponibilidade do material para doação nas redes sociais e rádio.
Geração de resíduos de embalagens plástico	Retirada da embalagem da bobina de papel.	Firmar acordo com empresa especializada na reciclagem do tipo de plástico.
Geração de resíduos de aparas de papel	Retirada da “capa” protetora de papel da bobina e aparas perdidas na entrada da bobina no maquinário.	- Plano de ação para avaliação do processo de desenrolar as bobinas de papel, a fim de entender a origem das perdas; - Treinamento e capacitação dos funcionários.
Geração de resíduos de tubos de papel	Tubos com defeitos.	- Plano de ação para avaliação do processo de corte dos tubos de papel, a fim de entender a origem das perdas; - Treinamento e capacitação dos funcionários.
Geração de resíduos de embalagens de plástico	Excedente de plástico do processo de enfardamento do produto final.	Plano de ação para avaliação do processo de embalagem do produto final a fim de identificar a origem dos excedentes.

Além disso, no âmbito dos aspectos ambientais escolhidos para fazerem parte do programa de P+L, a definição das oportunidades também seguiu os critérios de priorização de ações do CNTL (2003). Para isso, as oportunidades se basearam na redução da emissão e efluente na fonte, abordando soluções que irão envolver a resolução do problema identificado, bem como, através da minimização de resíduos e da reutilização (interna ou externa). As oportunidades de P+L identificadas para os aspectos ambientais estão descritas na Tabela 8.

Tabela 8. Oportunidades de P+L identificadas para os aspectos ambientais escolhido.

Aspecto	Causa	Oportunidade
Derramamento de cola no chão da fábrica.	Descuido por meio dos operadores no manuseio da cola.	• Treinamento dos funcionários; • Utilização de proteção para o maquinário; • Plano de ação para casos de derramamento de cola.
Geração de lodo de tinta, sem local correto de armazenamento.	Limpeza do maquinário responsável pela demarcação da logomarca e falta de armazenamento adequado.	• Disponibilizar coletores para o armazenamento correto do lodo de limpeza; • Treinamento dos funcionários.
Estopas contaminadas por tinta, que são lavadas em um tanque com ligação para a rede de drenagem do município.	Falta de local apropriado para lavagem e acondicionamento das estopas.	• Implantação de tanque apropriado para a lavagem das estopas, com tambor para a coleta do efluente. • Obtenção de tambores para armazenamento correto das estopas contaminadas.
Geração de poeiras que se dispersam e se depositam por toda a área de produção.	Corte dos tubos realizado sem proteção do maquinário.	• Implantação de sistema de proteção do maquinário e sistema de filtros para redução das emissões de poeira no ambiente externo.

Com base na elaboração das oportunidades que farão parte do programa de P+L, pode-se observar que as mesmas possuem semelhanças entre si e estão baseadas principalmente na gestão de resíduos e no treinamento dos funcionários e educação ambiental. Dessa forma, alguns resultados são esperados a partir da implantação de um sistema de gestão de resíduos, como a destinação ambientalmente correta dos resíduos, uma melhoria na relação da empresa com as leis e normas ambientais, ganhos econômicos no melhor aproveitamento da matéria-prima e, por fim, uma melhoria na imagem da empresa (Orbegozo et al., 2012).

Sendo assim, diante das medidas propostas, a ação prioritária para o funcionamento do programa é a aplicação de treinamento e capacitações dos funcionários no âmbito da conscientização ambiental, visto que, o aprendizado em gestão ambiental se torna mais efetivo quando os funcionários estão sensibilizados e conscientes acerca das questões ambientais e dos problemas decorrentes das ações humanas (Barbieri e Silva, 2011). Outro ponto importante levantado pelo gerente da unidade são as falhas na comunicação que ocorrem entre os funcionários, que podem estar impedindo o desenvolvimento e andamento da empresa. Para a resolução dessas falhas deve-se utilizar a comunicação como uma ferramenta estratégica, desenvolvendo um alinhamento de propósitos entre a empresa e os funcionários e fortalecendo a cultura organizacional (Silva et al., 2023).

Conclusão

Este estudo identificou oportunidades para o gerenciamento mais eficiente de aspectos ambientais e, consequentemente, reduzir os impactos negativos de suas operações. A análise

da produção a partir das etapas da P+L, permitiu a identificação dos processos que mais geram resíduos e as oportunidades para minimizá-los. Além de destacar medidas que otimizarão os recursos e melhorarão a gestão ambiental da empresa.

A identificação de medidas prioritárias, como o treinamento e a conscientização ambiental dos funcionários, a aplicação de soluções para a redução e a reutilização dos resíduos gerados pela produção e também a implementação de sistemas que irão gerenciar os aspectos ambientais identificados foram as contribuições mais importantes. Essas ações poderão promover, não somente o cumprimento das legislações ambientais, mas também ganhos econômicos e uma melhor imagem corporativa.

Por fim, nota-se que a falta de informações e dados por parte da empresa foram empecilhos para a identificação das oportunidades de P+L, dessa forma, recomenda-se que o ciclo da P+L reinicie, visando a melhoria contínua e buscando novos fatores que acarretem em perdas, geração de resíduos e emissões e impactos ambientais, definindo novas ações que beneficiem a empresa. Para futuras pesquisas, sugere-se que aprofundem a análise em outras empresas do setor e explorem a viabilidade de soluções inovadoras no contexto da P+L. Espera-se que os resultados obtidos por este estudo sirvam de modelo para iniciativas sustentáveis, contribuindo para o desenvolvimento da indústria no ramo de tubos de papel rumo a práticas mais limpas e eficientes.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) sob Termo de Outorga nº 2023TR294.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há interesses financeiros concorrentes ou relações pessoais conhecidas que possam ter influenciado as inferências relatadas neste artigo.

Referências

Barbieri, J. C.; Silva, D. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, n. 3, p. 51-82, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1678-69712011000300004>

Calia, R. C.; Guerrini, F. M. Estrutura organizacional para a difusão da produção mais limpa: uma contribuição da metodologia seis sigma na constituição de redes intra-organizacionais. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 531-543, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2006000300014>

Cardoso, A. L. L.; Souza, Y. B. M.; Martins, V. W. B.; Pimentel, F. Q. A. Planejamento de metas para redução de falhas no processo de distribuição de uma empresa transportadora. **Revista Gestão Industrial**, v. 14, n. 2, p. 206-226, 2018.

Chuang, L. A literature review of enterprise environmental technology innovation. In: Zhang, Y. (Ed.). **Future communication, computing, control and management**. Berlin: Springer, 2012. (Lecture Notes in Electrical Engineering, v. 142). https://doi.org/10.1007/978-3-642-27314-8_26

CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Implementação de programas de Produção Mais Limpa**. Porto Alegre: CNTL, 2003.

Feiten, A. M.; Coelho, T. R. Gestão da qualidade em organizações de serviços: barreiras e facilitadores. **Revista de Administração FACES Journal**, v. 18, n. 3, p. 58-71, 2019. <https://doi.org/10.21714/1984-6975FACES2019V18N3ART6619>

- Jasiolek, A. Cardboard as a construction material for temporary architecture: A case study. **Challenges of Modern Technology**, v. 9, n. 1, p. 19-25, 2018. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.6123>
- Medeiros, D. D.; Calábria, F. A.; Silva, G. C. S.; Silva Filho, J. C. G. Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 109-128, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132007000100008>
- Oliveira, O. J.; Pinheiro, C. R. M. S. Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 51-61, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000100005>
- ONU - Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- Orbegozo, U. T.; Molina, M. A. V.; Olaizola, J. I. La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas. **Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa**, v. 18, n. 3, p. 216-227, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.iiedee.2012.05.001>
- Paulo, J. S.; Schleger, P. T.; Cutrim, N. V. S.; Soares, J. F. Medidas de Produção Mais Limpa para indústria de produtos químicos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 30, p. 537-553, 2025. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2025\)123037](https://doi.org/10.21438/rbgas(2025)123037)
- SENAI-RS - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul. **Cinco fases da implantação de técnicas de Produção Mais Limpa**. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI, 2003. (Série Manuais de Produção Mais Limpa).
- Silva, A. B.; Carvalho, J. F. S.; Valadares, G. C.; Maia, P. L. O.; Silva, S. W. Comunicação interna empresarial: um estudo de caso em uma empresa de telecomunicações. **Revista Mythos**, v. 20, n. 2, p. 42-61, 2023. <https://doi.org/10.36674/mythos.v20i2.776>
- Sousa, M. A. B.; Santos, F. F.; Lerípio, A. A.; Selig, P. M.; Bomfá, C. R. Z. Gerenciamento de aspectos e impactos ambientais em uma empresa fabricante de tubos, tubetes e conicais. **Produção Online**, v. 10, n. 10, 2006. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v6i1.92>
- Venkatesan, S.; Afroz, M.; Navaratnam, S.; Gravina, R. Circular-economy-based approach to utilizing cardboard in sustainable building construction. **Buildings**, v. 13, n. 1, 181, 2023. <https://doi.org/10.3390/buildings13010181>
- Wang, B.; Zhang, S.; Guo, L.; Klemel, J. J.; Varbanov, P. S. Graphical approaches for cleaner production and sustainability in process systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 366, 132790, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132790>
- Wengratt, H. T.; Schleger, P. T.; Cutrim, N. V. S.; Soares, J. F. Estudo para aplicação do modelo de gestão ambiental P+L em uma indústria de sacos industriais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 30, p. 519-536, 2025. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2025\)123036](https://doi.org/10.21438/rbgas(2025)123036)



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.