

Estudo para aplicação do modelo de gestão ambiental P+L em uma indústria de sacos industriais

Harionay Trai Wengratt, Pamela Tainá Schleger, Nathannael Victor Santos Cutrim e Juliana Ferreira Soares*

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). 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 apresentar um projeto de aplicação da ferramenta Produção Mais Limpa (P+L) em uma linha de produção de uma indústria de sacos industriais, com o intuito de auxiliar no gerenciamento dos aspectos ambientais e, consequentemente, contribuir para a promoção da sustentabilidade do processo produtivo. Para a condução do estudo, foi utilizada a metodologia proposta pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI-RS). Os dados qualitativos e quantitativos foram coletados por meio de entrevistas e base de dados fornecidos pela empresa. Os resultados mostraram que as principais barreiras identificadas na organização são as sistêmicas e culturais, sendo necessário definir ações imediatas e de longo prazo para ambas. Além disso, foi evidenciado que as principais perdas do processo produtivo estão relacionadas a resíduos sólidos de papel e plástico, sendo o foco das ações sugeridas. Dentre as sugestões de melhoria, destacam-se os treinamentos operacionais e a definição de procedimentos dos processos produtivos. Ressalta-se que a metodologia adotada e as ações propostas podem ser estendidas para as demais linhas de produção e, também, servir de exemplo para tomadores de decisão de outras organizações. Além dos benefícios ambientais e econômicos, a implementação das práticas de P+L sugeridas poderão contribuir para o alinhamento das organizações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente o ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) e o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis).

Palavras-chave: Processo produtivo; Resíduos sólidos; Ações de melhoria; Sustentabilidade.

Abstract. *Study for applying Cleaner Production model in an industrial bags industry.* This study aimed to present a project for applying the Cleaner Production (CP) tool in a production line of an industrial bags industry, with the aim of assisting in the

Recebido
21/02/2025

Aceito
27/04/2025

Publicado
30/04/2025



Acesso aberto



ORCID

- 0009-0002-9134-1494
Harionay Trai Wengratt
- 0009-0006-3181-245X
Pamela Tainá Schleger
- 0009-0006-8504-2526
Nathannael Victor Santos Cutrim
- 0000-0003-4687-1875
Juliana Ferreira Soares

management of environmental aspects and, consequently, contributing to the promotion of sustainability in the production process. The methodology proposed by Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI-RS) was used to conduct the study. Qualitative and quantitative data were collected through interviews and databases provided by the company. The results showed that the main barriers identified in the organization are systemic and cultural, and that immediate and long-term actions must be defined for both. In addition, it was shown that the main losses in the production process are related to paper and plastic waste, which are the focus of the suggested actions. Among the suggestions for improvement, operational training, and the definition of procedures for production processes stand out. It is worth noting that the methodology adopted and the proposed actions can be extended to other production lines and also serve as an example for decision-makers in other organizations. In addition to the environmental and economic benefits, the implementation of CP practices may contribute to the alignment of organizations with the Sustainable Development Goals (SDGs), especially SDG 9 (Industry, innovation and infrastructure) and SDG 12 (Responsible consumption and production).

Keywords: Production process; Solid waste; Improvement actions; Sustainability.

Introdução

Os impactos negativos das indústrias de manufatura para o meio ambiente e para a saúde pública são cada vez mais preocupantes. O consumo de água, energia e insumos e a geração de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas são aspectos ambientais importantes que precisam ser adequadamente gerenciados pelas organizações. A indústria de sacos industriais é um exemplo de segmento que consome grande quantidade de água e de matéria-prima, como o papel, e gera grandes volumes de resíduos, que atualmente é a principal problemática da organização objeto deste estudo. Diante disso, é imprescindível que as indústrias de manufatura adotem métodos que satisfaçam as demandas do mercado com a redução e a otimização do uso de matéria-prima, que contribuirá para o aumento da sua eficiência (Ma et al., 2024).

Nesse sentido, diferentes tipos de ferramentas de gestão ambiental foram e têm sido desenvolvidas para prevenir os impactos negativos resultantes das atividades industriais e para buscar a sustentabilidade na cadeia produtiva. Dentre elas, destaca-se a Produção mais Limpa (P+L), introduzida, em 1989, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), para incentivar governos e indústrias a adotarem medidas de prevenção da poluição (Ma et al., 2024). Poucos trabalhos relacionados à identificação e proposição de ações de P+L têm sido divulgados na literatura utilizando a metodologia proposta pelo CNTL/SENAI-RS (SENAI-RS, 2003a), independente do segmento, como por exemplo os desenvolvidos por Passini et al. (2019), Santos e Araújo (2020), Machado Murgueytio et al. (2025) e Paulo et al. (2025).

A P+L é uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos das organizações. Esta ferramenta visa propor e implementar ações que aumentem a eficiência da utilização de matérias-primas, água e energia e que busquem a não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas. Desta forma,

além da proteção ambiental, essas ações podem resultar em benefícios como a melhoria da imagem da empresa, aumento da produtividade, conscientização ambiental dos funcionários e redução de gastos com multas e outras penalidades (SENAI-RS, 2003b). Severo e Olea (2010) demonstraram que a aplicação da P+L em uma indústria metalmeccânica, da região serrana do Rio Grande do Sul, obteve benefícios como o aumento da eficiência operacional, melhoria da imagem ambiental, redução dos custos de produção e vantagem competitiva. Outra questão importante é a contribuição da implementação da P+L no alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015), principalmente os objetivos ODS 9 “Indústria, inovação e infraestrutura” e ODS 12 “Consumo e produção responsáveis”.

De acordo com Mungai e Ndiritu (2023), a necessidade de controlar os custos ambientais, acompanhar os principais concorrentes, obter uma vantagem competitiva e melhorar as relações com a comunidade, são fatores que motivam as organizações a adotar estratégias de P+L. Além disso, Oliveira et al. (2019) verificaram que as pressões exercidas pela cadeia produtiva da qual as organizações fazem parte e pelos *stakeholders* internos e externos influenciam positivamente os níveis de adoção das práticas de P+L. No entanto, apesar dos benefícios apontados, ainda há muitos desafios na implementação de tecnologias de P+L, a qual tem sido lenta na esfera corporativa. As restrições regulatórias, as limitações de recursos financeiros e a falta de serviços de suporte têm sido apontadas como as principais barreiras (Mungai e Ndiritu, 2023).

Gunarathne e Lee (2019) também verificaram que o estágio do desenvolvimento da gestão ambiental das organizações (ou seja, especialização funcional, integração interna e integração externa) é um fator interferente no entendimento dos benefícios proporcionados pela P+L. Além disso, os autores reportam que usos e características limitados da informação em alguns aspectos, como para decisões de preços, relatórios internos de aspectos ambientais e colaboração externa podem prejudicar os esforços das empresas em usar estratégias de P+L para sustentabilidade ambiental corporativa. Neste sentido, Thakuri et al. (2024) observaram que a combinação de incentivos políticos, apoio financeiro e assistência técnica ajudam a acelerar a adoção de tecnologias mais limpas.

Portanto, no intuito de contribuir com a questão da assistência técnica, o objetivo desse estudo foi analisar os processos envolvidos em uma linha de produção de uma indústria de sacos industriais, buscando sugerir ações de melhoria para os principais aspectos ambientais identificados utilizando a ferramenta P+L, conforme proposto pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) (SENAI-RS, 2003a). O intuito dessas ações é otimizar o uso de recursos e reduzir a geração de resíduos da linha de produção a curto, médio e longo prazo e, conseqüentemente, os custos econômicos relacionados as atividades, buscando transformar os processos ambientalmente mais responsáveis. Além da contribuição com a empresa objeto de estudo, os resultados obtidos podem auxiliar na tomada de decisão de outras organizações do mesmo setor produtivo e no desenvolvimento de trabalhos futuros, uma vez que poucos trabalhos utilizando esta metodologia têm sido relatados na bibliografia.

Materiais e métodos

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma das linhas de produção de uma indústria de sacos industriais. A linha é composta por uma tubeira (máquina responsável pela formação de tubos de papel, e/ou papel e plástico), com um módulo acoplado, responsável por realizar a solda no plástico, e uma coladeira (máquina responsável por realizar a colagem do fundo da sacaria). A escolha da área do estudo foi realizada considerando critérios, como abertura com os colaboradores para o desenvolvimento da pesquisa e

análise prévia sobre perdas de matéria-prima na linha de produção comparada as demais linhas da empresa.

Desenvolvimento da P+L

O modelo de gestão ambiental baseado na abordagem preventiva P+L necessita seguir rigorosamente suas etapas para que se obtenha um retorno consistente e benéfico. Portanto, este estudo foi constituído por cinco fases, contemplando as orientações dispostas no manual desenvolvido pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI-RS) (SENAI-RS, 2003a), subdivididas em 14 etapas.

Fase 1 - Planejamento e organização

A primeira fase teve como objetivo o convencimento da gerência da linha de produção da indústria de sacos industriais sobre a importância da aplicação da P+L nos processos produtivos. Além da gerência, contou-se com o envolvimento dos colaboradores, como orienta o CNLT (SENAI-RS, 2003a). Ainda na primeira fase, foram identificadas as potenciais barreiras de análise, desenvolvimento e implementação das ações de P+L. Em uma perspectiva ampla, as barreiras que podem ser identificadas são organizacionais, sistêmicas, de atitude, econômicas, técnicas e governamentais. Além disso, nesta fase foi definido o EcoTime, que tem por objetivo realizar o diagnóstico do estudo, identificar oportunidades para a implantação da P+L e dar continuidade ao programa.

Fase 2 - Pré-avaliação

A fase de pré-avaliação tem por objetivo realizar a quantificação das entradas da linha de produção, principalmente relacionadas à quantidade de água, energia e matéria-prima. Além disso, são analisados os produtos gerados e as saídas do processo, tais como efluentes e resíduos. Os dados quantitativos mapeados na entrada do processo foram a quantidade da água utilizada para realizar a limpeza da linha e a lavagem dos conjuntos mecânicos da máquina, a energia, o papel *kraft*, o plástico TBO (filme multicamada para barrar o contato do oxigênio com o produto do cliente), o plástico TBS (filme plástico transparente produzido com polietileno de baixa densidade que possui tratamento corona para aumentar a umectabilidade) e o plástico TBT (filme plástico transparente produzido com polietileno de baixa densidade sem tratamento corona), a cola PVA 3 (utilizada para realizar a colagem de papel e plástico), a cola PVA 6 (utilizada para a colagem de papel com papel laminado), a cola PVA 7 (cola *holtmelt*) e a cola de amido de mandioca, as estopas, as peças de manutenção, os lubrificantes utilizados em manutenções preventivas anuais, mensais, inspeções diárias e em ações corretivas na máquina, os equipamentos de proteção individual (EPIs) utilizados pelos operadores na linha, o material de escritório, e o material para realizar a limpeza da linha de produção.

Os dados qualitativos relacionados ao processo de produção foram obtidos por meio de entrevistas com colaboradores das áreas de qualidade, desenvolvimento de produto, segurança, gestão de demanda, sistema integrado de gestão, manutenção, lavação, armazém, prensa de refugo e produção. Já os dados quantitativos brutos foram fornecidos pela empresa apenas na “Fase 3 - Avaliação”, em que os valores são referentes ao foco de estudo selecionado.

Fase 3 - Avaliação

A etapa de avaliação constitui-se pelo balanço de material detalhado do foco de estudo selecionado, definição de indicadores para compreensão do sucesso da aplicação da P+L, identificação das causas da geração de resíduos e definição das opções de P+L. Para a etapa de identificação das opções de P+L foi adotada uma sequência de metodologias rápidas que se denomina *Speed Kaizen*, que é uma ferramenta para a análise

de perdas e constitui-se pela utilização das metodologias *5W2H*, Diagrama de *Ishikawa* e 5 Porquês.

Fase 4 - Estudo de viabilidade

O estudo de viabilidade tem por objetivo a validação das opções de P+L definidas, pontuando quesitos básicos para que ocorra êxito na implementação do programa. As oportunidades que desprendem de maiores esforços operacionais passaram pela análise técnica, visando a compreender os impactos relacionados à segurança, à produtividade e à diminuição de refugo que as melhorias sugeridas irão gerar na linha de produção, entre demais pontos.

Outra avaliação realizada para validar as oportunidades identificadas como opções de P+L foi a econômica. Toda melhoria gera custos às empresas, e é de extrema importância sugerir à gerência melhorias tangíveis e economicamente viáveis. Para entender se as ações definidas na P+L de fato irão ser benéficas ao meio ambiente, realizou-se, por fim, a avaliação ambiental das soluções, considerando o impacto que elas teriam quanto à minimização da geração de resíduos direto da fonte e sua reutilização.

Fase 5 - Implementação

A última fase da P+L é o desenvolvimento do plano de implementação das ações, plano de acompanhamento e monitoramento e avaliação da efetividade das ações, visando à melhoria contínua dos processos produtivos da empresa. Neste estudo, a abrangência limitou-se a definição do plano de implementação e plano de monitoramento das ações, visto que a implementação dependerá da própria organização.

Resultados e discussão

De acordo com as informações fornecidas pela empresa, foram analisados os fluxogramas do processo, compreendendo as principais perdas e desenvolvendo ações para minimização do desperdício. Os resultados estão apresentados seguindo as respectivas fases do manual desenvolvido pelo CNTL (SENAI-RS, 2003a).

Tabela 1. Barreiras da P+L na unidade de estudo.

Barreira identificada		Solução aplicada
Organizacional	Falta de conhecimento por parte dos operadores.	- Envolvimento dos operadores na análise e levantamento de soluções da P+L; - Ênfase no desenvolvimento profissional do colaborador; - Explicação sobre os benefícios ao colaborador, como sua maior visibilidade devido à pró-atividade de sugerir melhorias a linha de produção.
Sistêmica	Falhas na documentação e base de dados.	- Validação com supervisão de informações quantitativas coletadas.
Econômica	Necessidade de investimento nas ações sugeridas.	- Solução contemplada no item 3.4.
Atitude	Resistência a mudança por parte da operação.	- Desenvolver as ideias sugeridas pelo colaborador como uma estratégia de pertencimento; - Demais estratégias aplicadas nas barreiras organizacionais.

Fase 1 - Planejamento e organização

Foram identificadas as barreiras organizacionais, sistêmicas, econômicas e de atitude. Dentre as quatro barreiras, a sistêmica e de atitude foram as que mais se destacaram, sendo necessário aplicar ações imediatas para o desenvolvimento do trabalho, sendo essencial também sugerir soluções em longo prazo na “Fase 3 - Avaliação”. As soluções utilizadas para enfrentar as barreiras estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 2. Papéis e responsabilidades do EcoTime e demais colaboradores.

Colaborador	Setor	Cargo	Papel e responsabilidade
Direto	Produção	Supervisor da linha	- Garantir o envolvimento dos colaboradores na P+L; - Intermediar interações com demais setores da empresa, a fim de garantir o sucesso das ações; - Buscar eventuais auxílios econômicos.
		Especializado técnico tubeira	- Fornecer conhecimento técnico sobre a operação da tubeira; - Auxiliar nas fases da P+L de avaliação, estudo de viabilidade e implementação; - Validar maiores oportunidades de melhoria relacionados a tubeira junto ao supervisor.
		Operador da coladeira	- Fornecer conhecimento técnico sobre a operação da coladeira; - Sugerir ações na P+L; - Validar maiores oportunidades de melhoria relacionados a coladeira junto ao supervisor.
		Colaborador de apoio	- <i>Start</i> no estudo da P+L; - Direcionar os colaboradores sobre os próximos passos; - Realizar a coleta de dados e análise prévia; - Compilar informações para implantação e monitoramento das ações; - Conduzir o momento da definição das ações da P+L.
	Qualidade	Facilitador de qualidade	- Validar os dados de matéria-prima recebidos na linha e validar maiores oportunidades de melhoria junto ao supervisor; - Participar da definição das ações de melhoria da linha.
Indireto	Manutenção	Planejador e facilitador de manutenção da linha	- Fornecimento de dados para a Fase de Pré-Avaliação. - Conhecimento de Processo.
	Lavação	Supervisor	
	Sistema Integrado de Gestão (meio ambiente)	Analista	
	Desenvolvimento de Produto (GDP)	Analista	
	Gestão de Demanda (PCP)	Analista	
	Segurança	Analista	
	Adesivos	Colaborador	
	Armazém	Colaborador	

	Setor de prensa de refugo	Colaborador	
--	------------------------------	-------------	--

Na primeira etapa também foi definido o *EcoTime*, contendo cinco integrantes, sendo eles o supervisor da linha de produção, especializado técnico da tubeira, o operador da coladeira, o facilitador do setor de qualidade da linha e o colaborador de apoio. Além do *EcoTime*, houve envolvimento indireto de demais setores, como apresentado na Tabela 2.

Fase 2 - Pré-avaliação

Para a avaliação das entradas e saídas do processo produtivo, dividiu-se a linha de produção considerando seus maquinários. Portanto, as análises prosseguiram avaliando individualmente as entradas e as saídas da tubeira e da coladeira. As entradas e saídas da tubeira podem ser observadas na Figura 1.

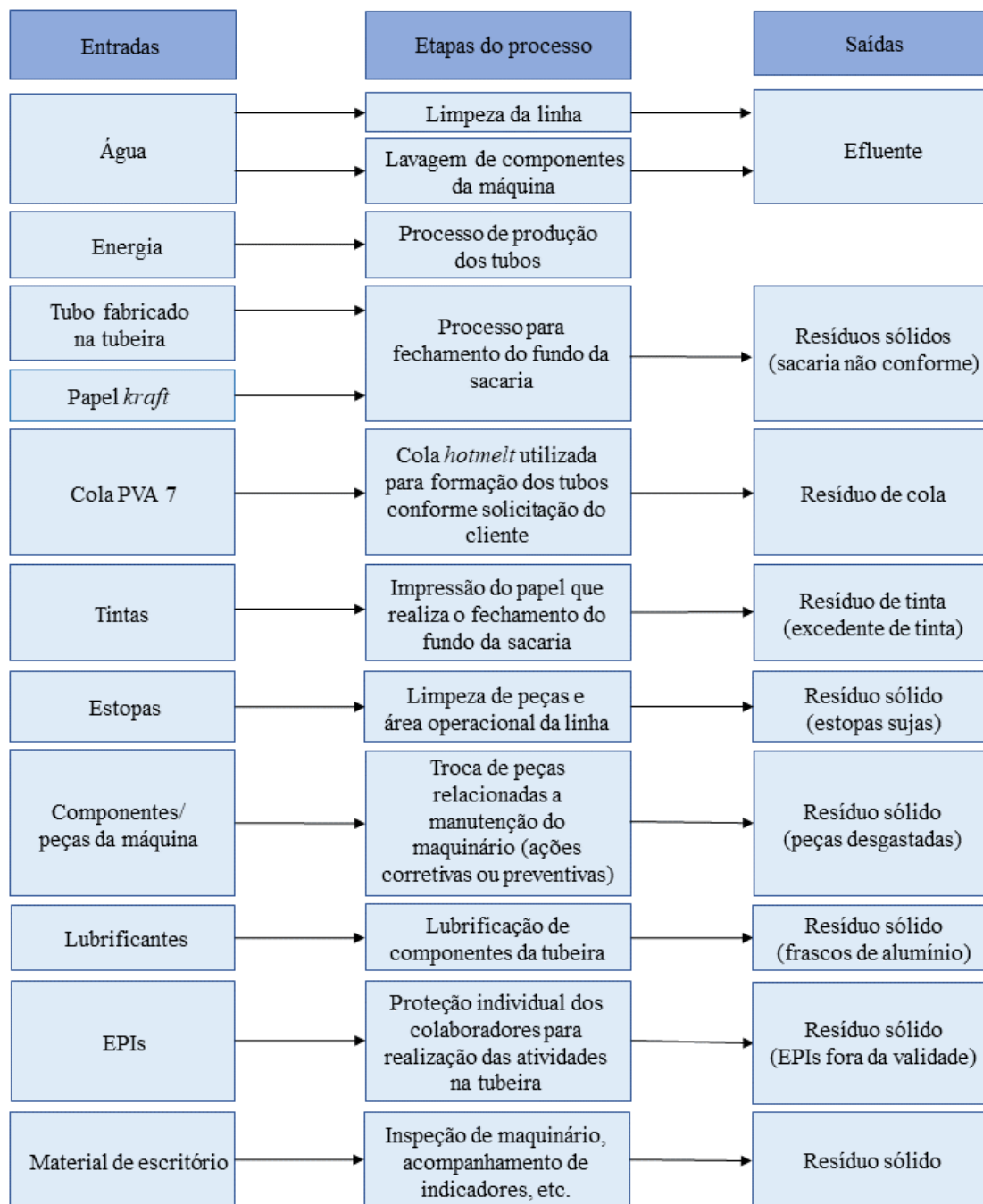


Figura 1. Fluxograma das entradas e saídas do processo na tubeira.

Por meio das entrevistas identificou-se que a água utilizada para realizar a lavagem dos componentes da tubeira é destinada para uma estação de tratamento de água de reuso (ETAR), onde ocorre o processo de equalização do efluente, passando por um misturador e seguindo para a decantação primária, secundária e terciária, filtro 1 e filtro 2, chegando assim ao tanque de reuso. Essa água de reuso retorna ao setor de lavagem de peças para ser utilizada novamente, já o lodo gerado no processo de tratamento segue para os adensadores, passando por um filtro-prensa para que ocorra a remoção da água presente no lodo. A água utilizada para a limpeza da linha segue diretamente para a estação de tratamento de efluente (ETE).

A próxima entrada analisada foi a de energia. Devido à ausência de um medidor de energia na linha, o valor utilizado foi a de carga instalada da tubeira. Considerando um

desempenho máximo do equipamento, em uma velocidade máxima no intervalo de uma hora sem interrupções, o valor obtido foi de 145 kW/h. Visando a reduzir o consumo de energia na unidade fabril como um todo, foi iniciado em 2023 um grupo de melhoria que, por meio da utilização da metodologia Planejar-Fazer-Checar-Agir (*Plan-Do-Check-Act* - PDCA), tem analisado a melhor forma de diminuir o consumo de energia da indústria.

Após conhecer o processo produtivo da tubeira, foi evidenciado que o maior consumo de matéria-prima está relacionado ao papel *kraft* e plástico dos tipos TBO, TBS e TBT. Como consequência, a maior quantidade de material não conforme que precisa ser descartado também é o papel *kraft* e o plástico. O material refugado que possui apenas papel é prensado, pesado, armazenado e destinado a uma segunda unidade de fabricação da mesma companhia, para que possa ser reprocessada e retorne novamente como matéria-prima ao mercado consumidor. Já o material refugado que possui papel *kraft* e plástico dos tipos TBO, TBS e TBT passam exatamente pelo mesmo processo, com a exceção da destinação final do resíduo. Com o intuito de evitar a contaminação no coprocessamento da unidade da mesma empresa, o resíduo que apresenta papel e plástico é destinado a uma empresa terceirizada, onde é realizada a separação do material e revendida para demais indústrias.

Dentre as entradas e saídas de materiais na tubeira, foi evidenciado, por meio da análise qualitativa, que as perdas do processo produtivo relacionadas à utilização das colas PVA 3, PVA 6, PVA 7 e cola de amido de mandioca são mínimas. O excedente de cola de amido de mandioca, que não é utilizada no processo de formação de tubos, é coletado em uma bandeja que retorna ao setor de adesivos responsável por desenvolvimento e fornecimento da cola para a linha. Visando à reutilização da cola de amido de mandioca, ela passa por uma análise de contaminantes, por meio de luz ultravioleta, retornando ao processo produtivo, caso não tenha sido afetada por algum agente externo. Se for identificada alguma alteração, a cola é armazenada em tambores e destinada a uma empresa terceirizada. Já o excedente das demais colas retorna ao fornecedor para destinação final adequada.

As estopas utilizadas na linha são reutilizáveis. Após sua utilização elas são armazenadas e entregues a uma empresa terceirizada que realiza a coleta e lavagem desse material. Após ser restituída sua condição básica de uso, ela retorna para a linha para que possa ser utilizada novamente. Já as peças da tubeira que necessitam de troca, também são destinadas a uma empresa terceirizada que realiza a destinação adequada dos componentes. O mesmo ocorre com os EPIs dos colaboradores, frascos de lubrificantes e materiais de escritório.

Os procedimentos que ocorrem na tubeira relacionadas às entradas e às saídas são os mesmos que ocorrem na coladeira (Figura 2), com exceção da entrada de plástico, cola PVA 3, cola PVA 6 e cola de amido de mandioca, que ocorre apenas na tubeira. Além disso, na coladeira tem-se a entrada da tinta utilizada para a impressão do fundo da sacaria e a entrada do tubo formado pela tubeira.

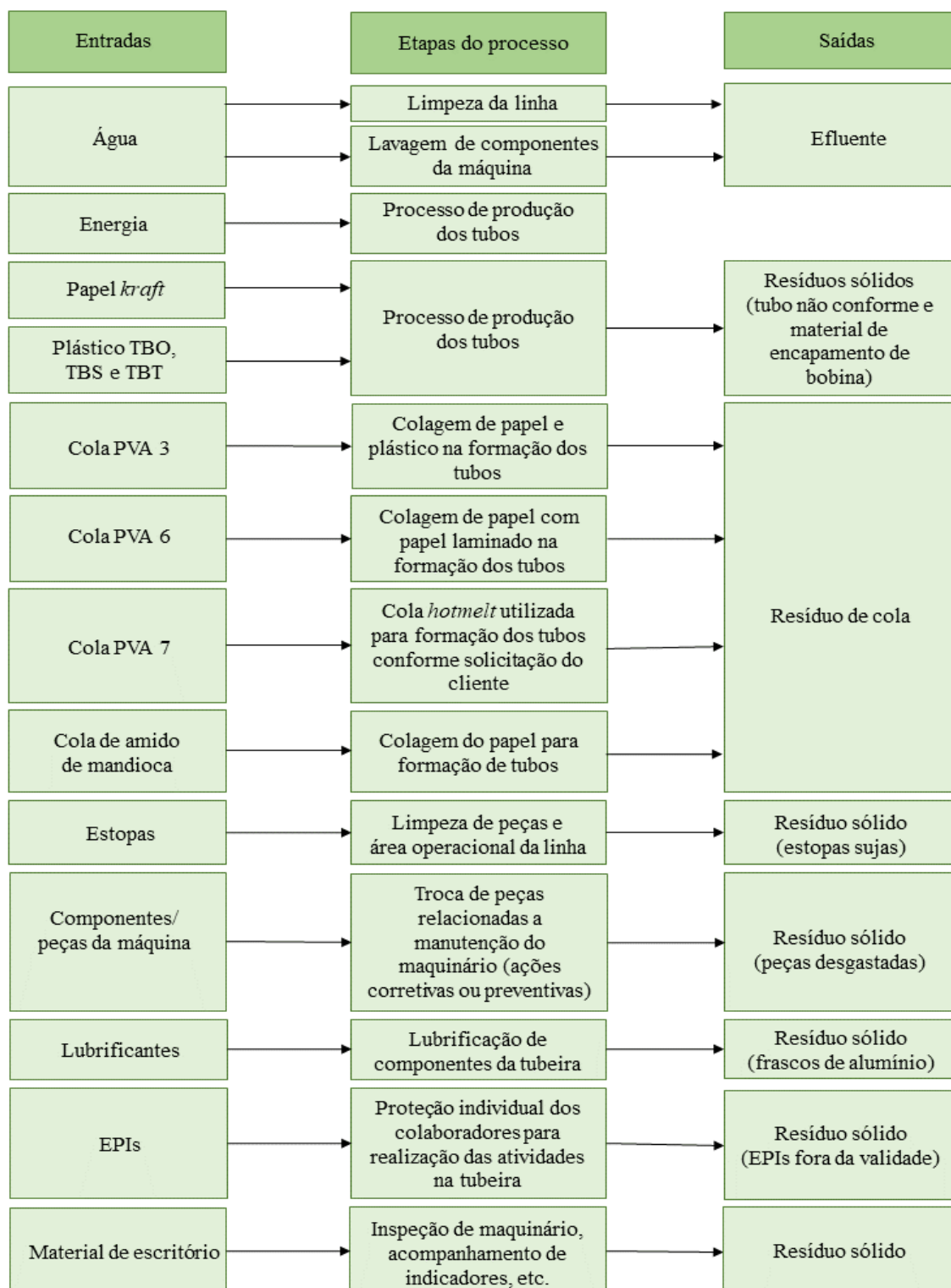


Figura 2. Fluxograma das estradas e saídas do processo na coladeira.

A tinta excedente do processo da coladeira retorna ao setor de tintas e, assim como a cola de amido de mandioca, é avaliada a presença de contaminantes. Caso não seja detectado nenhum agente externo, a mesma é reprocessada e retorna ao processo produtivo.

Com base no exposto, identificou-se que o foco do estudo mais apropriado para a primeira rodada de avaliação da P+L é o material refugado de papel e plástico na tubeira e a perda de papel e tubo na coladeira. Isso porque a quantidade de material refugado e o atual processo de destinação para esses materiais de ambas as máquinas apresentaram uma margem para aprofundamento e potencial melhoria, indo de encontro também com a atual necessidade da linha de produção analisada.

Fase 3 - Avaliação

Por meio dos dados fornecidos pela empresa, pode-se observar na Figura 3 o balanço de material para a tubeira e para acoladeira. Devido à ausência de pesagem individual do papel e do plástico refugado no final do processo da tubeira, os resultados abaixo apresentados consideram um valor total desses materiais, tanto na entrada quanto na saída. A fim de preservar informações internas da empresa, não foram fornecidos valores relacionados à aquisição de matéria-prima e à destinação dos resíduos sólidos.

Entradas		Processo	Saídas	
Matéria-prima	Quantidade total (ton)		Resíduos	Quantidade total (ton)
Papel e plástico	235,24	Formação dos tubos de papel - Tubeira	Tubos não conforme composto por papel e plástico	35,03
Papel e tubo	21,44	Fechamento do fundo da sacaria - Coladeira	Sacaria não conforme	2,58

Figura 3. Balanço de material da tubeira e coladeira.

Pode-se observar na Figura 3 que as entradas de matéria-prima na tubeira apresentam valores mais elevados que na coladeira, esse fato ocorre devido a algumas situações. Primeiro, no intervalo analisado, a tubeira teve uma disponibilidade de produção de 179 dias, enquanto a coladeira teve apenas 75 dias. Outro fator de relevância na análise é que apenas uma parcela dos tubos produzidos na tubeira é fechada na coladeira, sendo assim, a tubeira produz também para outros maquinários da indústria. Além disso, foi possível constatar que, de todo material de papel e plástico que entra na tubeira, 14,89% são refugados, ou seja, descartados. Já na coladeira observou-se que, da quantidade total de papel e tubos que entram para realizar o fechamento do fundo da sacaria, 12,05% são refugados.

Avaliação de causas e ações na tubeira

Por meio dos dados quantitativos obteve-se o desdobramento dos principais motivos de perda na tubeira que causam o desperdício do papel e plástico na produção. Na Figura 4 constata-se que os maiores motivos de perda são refugo de *setup*, seguido de emenda de bobina e “enrosco de fornecedor”, que se refere a enroscos de material em componentes da máquina devido a defeitos da matéria-prima. Devido à atuação de grupos de melhorias nessas frentes, a causa a ser avaliada será o refugo de capa. Entende-se como refugo de capa o material de papel ou plástico que envolve uma bobina para protegê-la de agentes externos, como pó, cola excedente, tinta, entre outros.

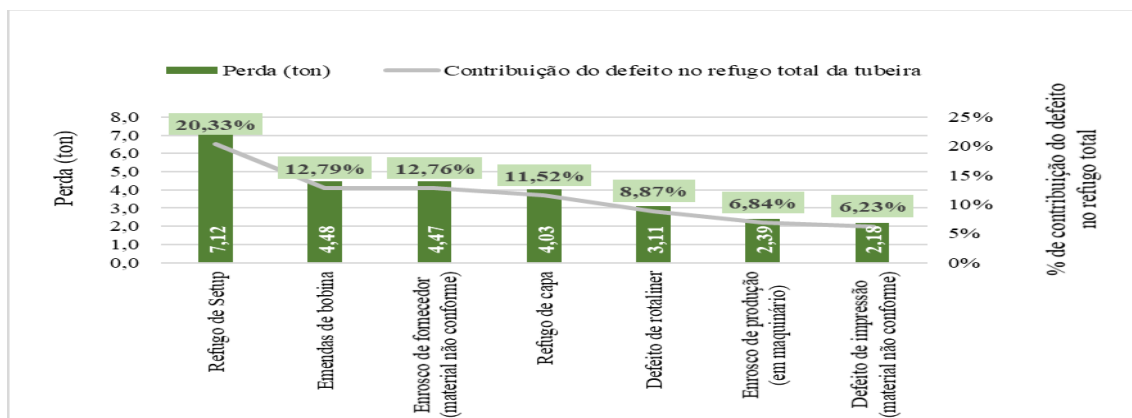


Figura 4. Desdobramento dos motivos de perda no intervalo de seis meses na tubeira.

Por meio das avaliações qualitativas, observou-se que o entendimento sobre refugo de capa nos setores de armazém, tubeira e prensa de refugo são distintas, gerando assim uma falha sistêmica nos apontamentos de dados. Essa imprecisão no armazenamento dos dados tende a camuflar o real motivo da perda, que por vezes deixa de ser analisada pelo fato de não apresentar expressiva contribuição no refugo total. A Tabela 3 ilustra a análise da problemática por meio do *Speed Kaizen*.

A abordagem P+L sugere que primeiro desenvolva-se soluções relacionadas à redução de consumo de matéria-prima, gerando a mesma quantidade de produto. Em segunda instância avalia-se maneiras de reutilizar os resíduos sólidos e, por fim, busca-se a destinação adequada desse material. Por meio da análise do *Speed Kaizen* evidenciou-se que antes de sugerir ações diretas para a redução do consumo de material, precisará ocorrer primeiro uma correção de rota nos apontamentos para que seja evidenciada as reais perdas da tubeira. Portanto, na Tabela 4 são apresentadas as ações sugeridas para cada situação.

Avaliação de causas e ações na coladeira

Através das análises quantitativas da coladeira, evidenciou-se que pouco mais de 50% de todo o refugo gerado na máquina ocorre devido ao defeito de fechamento de fundo da sacaria, como ilustra a Figura 5. Contudo, o agente causador do defeito no fechamento de fundo já vem sendo analisado e tratado na unidade fabril, sendo, portanto, uma falha descartada no presente estudo.

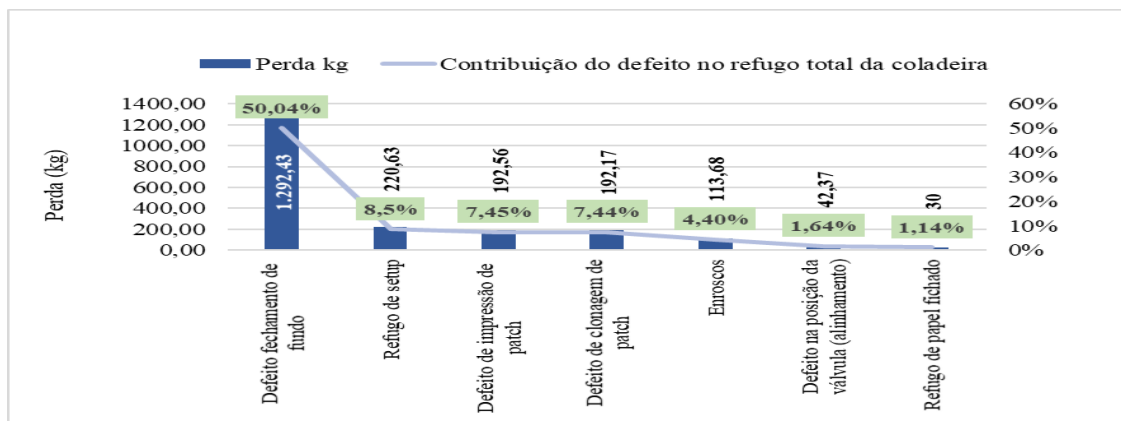


Figura 5. Desdobramento dos motivos de perda no intervalo de seis meses na coladeira.

Tabela 3. Problemáticas definidas para refugo de capa - Tubeira.

5W2H	O que?	Refugo de capa.
	Quando?	Nas trocas de bobina da tubeira.
	Onde?	No conjunto desbobinadores.
	Quem?	Todos os turnos.
	Qual?	-
	Como?	Retirada das três primeiras camadas da bobina de plástico TBS.
	Quanto?	-
ISHIKAWA	Máquina	Qual problemática? Garra da empilhadeira danifica as primeiras camadas da bobina – Armazém. <i>Não é um problema gerado diretamente na tubeira.</i>
	Método	Ausência de procedimento para todos os tipos de bobina (ex: papel laminado).
		Ausência de procedimento sobre a pesagem do refugo de capa na prensa de refugo, ficando a cargo da operação como o material será apontado (refugo de produção ou refugo de capa).
		Ausência de procedimento sobre como realizar o descarte adequado de bobinas com diâmetro menores que 30 cm.
	Mão de obra	Apontamento de refugo de produção como refugo de capa.
	Material	<i>Não se aplica.</i>
5 PORQUÊS	Problemática	Levantamento dos potenciais motivos que estão acarretando a problemática
	Ausência de procedimento para todos os tipos de bobina (ex: papel laminado).	Sem necessidade de análise de 5 Porquês.
	Ausência de procedimento sobre a pesagem do refugo de capa na prensa de refugo, ficando a cargo da operação como o material será apontado (refugo de produção e refugo de capa).	Sem necessidade de análise de 5 Porquês.
	Garra da empilhadeira danifica as primeiras camadas da bobina – Armazém.	Sem necessidade de análise de 5 Porquês.
	Apontamento de refugo de produção como refugo de capa.	1º Porque: Tentativa de minimizar o refugo de produção para não impactar no indicador de qualidade da tubeira; 2º Porque: Dúvida ou ausência de conhecimento sobre como realizar o apontamento do material refugado corretamente.
	Ausência de procedimento sobre como realizar o descarte adequado de bobinas com diâmetro menor que 30cm, sendo descartado geralmente como refugo de capa.	Sem necessidade de análise de 5 Porquês.

Tabela 4. Ações definidas para refugo de capa - Tubeira.

Causa	Ação
Ausência de procedimento sobre a pesagem do refugo de capa na prensa de refugo, ficando a cargo da operação como o material será apontado (refugo de produção ou refugo de capa).	1. Elaborar procedimento junto ao armazém sobre quais são os tipos de material que poderão ser aceitos como refugo de capa; 2. Treinar operadores da prensa de refugo e tubeira sobre o procedimento (posteriormente demais operadores).
Ausência de procedimento para todos os tipos de bobina (papel laminado).	1. Analisar possíveis alternativas para minimizar a retirada das três primeiras camadas de todas as bobinas;
Garra da empilhadeira danifica as primeiras camadas da bobina - Armazém.	2. Desenvolver padrão informando número de camadas adequado considerando cada tipo de bobina.
Apontamento de refugo de produção como refugo de capa.	1. Conscientizar os colaboradores sobre os impactos ambientais e econômicos diretos ou indiretos que a falta do apontamento adequado causa; 2. Treinar os colaboradores da tubeira sobre a realização correta do apontamento ao levar o material refugado de capa para pesagem e prensagem.
Ausência de procedimento sobre o descarte adequado de bobinas com diâmetro menores que 30 cm, atualmente refugado como capa.	1. Desenvolver procedimento sobre como realizar o descarte correto do papel excedente nas bobinas com diâmetro menores de 30cm.

Por meio de validação com a equipe operacional e *EcoTime*, a problemática mais adequada para a análise utilizando o *Speed Kaizen* é o defeito de impressão de *patch*, sendo analisado na Tabela 5. Trata-se como *patch* toda impressão de emblema, data de validade, código de barra, entre outros. Por meio da avaliação qualitativa observou-se que a falta de conhecimento operacional sobre o ajuste correto do conjunto da impressora na coladeira gera refugo.

Dentre as ações propostas, a que apresenta maior potencial para redução do refugo é a realização da impressão de *patch* no setor das impressoras. O setor das impressoras é responsável por realizar a impressão das bobinas utilizadas nas linhas de produção. Alguns equipamentos, como a coladeira, também apresentam um conjunto de impressoras com a mesma finalidade, porém, apenas para impressões simplificadas, que possuam no máximo duas cores e que o tamanho da imagem seja consideravelmente pequeno. Contudo, vale ressaltar que, devido a restrições tecnológicas, a funcionalidade de impressão da coladeira pode apresentar falhas. Nesse caso, sugere-se que ocorra a avaliação de viabilidade para que se realize a impressão diretamente no setor de impressoras como mostra uma das ações da Tabela 6.

Fase 4 - Estudo de Viabilidade

As ações levantadas na “Fase 3 - Avaliação” foram validadas com a gerência da linha e avaliadas economicamente, ambientalmente e tecnicamente por meio do *checklist* disponibilizado no manual do CNTL (SENAI-RS, 2003a). Dentre as ações sugeridas, a que necessitará de uma análise junto ao setor de projetos devido aos custos e alteração de *layout* da máquina é a ação de imprimir *patch* diretamente no setor das impressoras, sugerida para a coladeira. As demais, por tratarem do desenvolvimento de padrões e treinamentos operacionais, não apresentaram custos operacionais elevados ou de estrutura.

Tabela 5. Problemáticas relacionadas ao defeito de impressão de *patch*.

5W2H	O que?	Defeito de impressão de <i>patch</i> .
	Quando?	Parada de máquina / <i>Setup</i> .
	Onde?	Conjunto impressora.
	Quem?	Todos os turnos.
	Qual?	-
	Como?	Falha de impressão / Impressão borrada.
	Quanto?	-
ISHIKAWA		Qual problemática?
	Máquina	Impressão diretamente na coladeira.
	Método	Carimbo da impressora muito pressionado contra o rolo de tinta.
		Carimbo muito pressionado no rolo contrapressão.
	Mão de obra	Novo operador que está realizando os ajustes da impressora na coladeira.
	Material	Tinta com baixa viscosidade.
		Papel de baixa granulometria.
		Papel abaulado na bobina de fechamento de fundo.
5 PORQUÊS	Problemática	Levantamento dos potenciais motivos que estão acarretando a problemática
	Impressão diretamente na coladeira.	Sem necessidade de análise de 5 Porquês.
	Carimbo da impressora muito pressionado contra o rolo de tinta.	1º Porque: Problema devido à ausência de procedimento correto e conhecimento operacional.
	Carimbo muito pressionado no rolo contrapressão.	
	Novo operador que está realizando os ajustes da impressora na coladeira.	
	Tinta com baixa viscosidade.	1º Porque: A tinta é de reaproveitamento; 2º Porque: Falha no coprocessamento de tinta reaproveitada.
	Papel abaulado na bobina de fechamento de fundo.	Sem necessidade de análise de 5 Porquês.

Tabela 6. Ações relacionadas à defeito de impressão de *patch* - Coladeira.

Causa	Ação
Impressão diretamente na coladeira.	1. Imprimir <i>patch</i> no setor das impressoras.
Carimbo da impressora muito pressionado contra o rolo de tinta.	1. Desenvolver padrão relacionado ao ajuste da impressora; 2. Treinar o time operacional.
Carimbo muito pressionado no rolo contrapressão.	
Novo operador que está realizando os ajustes da impressora na coladeira.	1. Realizar treinamento sobre conjunto de impressora com instrutor interno especializado.
Tinta com baixa viscosidade.	1. Contatar o setor de tintas para alinhamento de tratativa sobre a tinta não conforme.
Papel abaulado na bobina de fechamento de fundo.	1. Desenvolver procedimento para averiguar a não conformidade da bobina; 2. Abrir ocorrência de processo para devolução de material sempre que a bobina estiver não conforme com o procedimento citado acima.

Com a implementação das ações sugeridas, poderá ser observada a redução de custos relacionados ao armazenamento e transporte dos resíduos de papel e plástico, além dos benefícios ambientais devido à otimização do consumo de matéria-prima e diminuição do descarte desses materiais em aterros sanitários ou demais depósitos. Vale ressaltar que as ações sugeridas a tubeira tendem a ter resultados em longo prazo, visto que na primeira análise da P+L as sugestões se restringem a uma adequação de processo.

Tabela 7. Plano de implantação e monitoramento das ações na tubeira.

Problema	Ação	Responsável	Tempo para execução	Indicador de acompanhamento (análise pré e pós-implantação)
Ausência de procedimento sobre a pesagem do refugo de capa na prensa de refugo, ficando a carga da operação como o material será apontado (refugo de produção e refugo de capa).	1. Elaborar procedimento junto ao armazém sobre quais são os tipos de material que poderão ser aceitos como refugo de capa.	Setor de prensa de refugo e qualidade.	45 dias.	Nº de padrões criados.
	2. Treinar operadores da prensa de refugo e tubeira sobre o procedimento (posteriormente demais operadores).	Qualidade e gerência da linha.	30 dias.	Nº de operadores com treinamento.
Ausência de procedimento para todos os tipos de bobina (papel laminada). Garra da empilhadeira danifica as primeiras camadas da bobina - Armazém.	1. Analisar possíveis alternativas para minimizar a retirada das 3 primeiras camadas de todas as bobinas.	Setor de produção, armazém e qualidade.	20 dias.	Nº de padrões para retirada de camada específico para cada bobina.
	2. Desenvolver padrão informando número de camadas adequado considerando cada tipo de bobina.		20 dias.	Nº de padrões criados.
Apontamento de refugo de produção como refugo de capa.	1. Conscientizar sobre os impactos que a máquina sofre pela falta do apontamento adequado.	Qualidade e gerência da linha.	30 dias.	Nº de operadores com treinamento.
	2. Treinar os colaboradores da tubeira sobre a realização correto do apontamento na hora de levar o material refugado de capa para pesagem e prensagem.			
Ausência de procedimento sobre o descarte adequado de bobinas com diâmetro menores que 30 cm, atualmente refugado como capa.	1. Desenvolver procedimento sobre como realizar o descarte correto do papel excedente nas bobinas com diâmetro menores de 30 cm.	Setor de prensa de refugo, armazém e qualidade.	45 dias.	Nº de padrões criados.
Indicador geral	Quantidade de refugo de capa mensal em toneladas antes e depois da implantação das ações.			

Fase 5 - Implantação

As ações sugeridas, o tempo estimado para execução, os responsáveis e os indicadores de acompanhamento encontram-se nas Tabelas 7 e 8, para a tubeira e para a coladeira, respectivamente.

Tabela 8. Plano de implantação e monitoramento das ações na coladeira.

Problema	Ação	Responsável	Tempo para execução	Indicador de acompanhamento (análise pré e pós implantação)
Impressão diretamente na coladeira.	1. Imprimir patch no setor das impressoras.	Gerência linha e setor de projetos.	60 dias.	Quantidade de patch impresso no setor de impressoras.
Carimbo da impressora muito pressionado contra o rolo de tinta.	1. Desenvolver padrão relacionado ao ajuste da impressora.	Equipe operacional da coladeira.	20 dias.	Nº de padrões criados.
Carimbo muito pressionado no rolo contrapressão.	2. Treinar o time operacional.	Equipe operacional da coladeira e instrutor interno especializado no maquinário.	30 dias.	Nº de operadores com treinamento.
Novo operador que está realizando os ajustes da impressora na coladeira.	1. Realizar treinamento sobre conjunto de impressora com instrutor interno especializado.	Instrutor interno especializado no maquinário.	30 dias.	Nº de operadores com treinamento.
Tinta com baixa viscosidade.	1. Contatar o setor de adesivos para alinhamento de tratativa sobre a tinta não conforme.	Setor de adesivos, qualidade e operacional coladeira.	30 dias.	Nº de ocorrência de tinta não conforme na coladeira.
Papel abaulado na bobina de fechamento de fundo.	1. Desenvolver procedimento para averiguar a não conformidade da bobina.	Armazém, operacional coladeira e qualidade.	45 dias.	Nº de padrões criados.
	2. Abrir ocorrência de processo para devolução de material sempre que a bobina não estiver conforme com o procedimento citado acima.	Operacional coladeira.	Realização diária.	Nº de abertura de ocorrência de processo.
Indicador geral	Quantidade de refugo de defeito de impressão de <i>patch</i> em toneladas antes e depois da implantação das ações.			

Conclusões

A análise na linha de produção utilizando a metodologia de P+L do CNTL/SENAI-RS foi desafiadora e evidenciou situações as quais não se tinha clareza. As gerações mais significativas na tubeira são os resíduos de papel e plástico, sendo evidenciado, por meio da análise quantitativa, que o maior motivo de perda está relacionado ao refugo de capa de bobina. Notou-se que devido à falta de conhecimento operacional e da gerência sobre o que caracteriza um refugo de capa, o controle da entrada e da saída desse material na tubeira não apresentava um padrão objetivo e analisável, dificultando o processo de definição de tratativas capazes de minimizarem a geração e o desperdício. Já analisando a coladeira, a geração mais significativa de desperdício foi a de papel, que ocorre devido ao defeito de impressão de *patch* no fundo da sacaria.

As ações definidas na tubeira e coladeira, na sua grande maioria, estão relacionadas ao desenvolvimento de procedimentos operacionais para orientar a maneira correta de realizar ajustes no maquinário, realizar os apontamentos relacionados às perdas de material e averiguar anomalias na matéria-prima, tendo como complemento a realização de treinamentos dos colaboradores para que ocorra o nivelamento de conhecimento. Importante ressaltar que as ações sugeridas tendem a minimizar uma das principais barreiras encontradas no estudo, a barreira sistêmica. Importante ressaltar, também, que as sugestões de melhoria tendem a gerar benefícios ambientais consideráveis a longo tempo, sendo possível replicar o que foi definido para as demais linhas de produção da indústria.

O objetivo do estudo de avaliar e sugerir melhorias a linha de produção foi alcançado, sendo importante que ocorra a implantação das ações para que possa ser avaliada a efetividade das mesmas. Vale ressaltar que a P+L visa a uma melhoria contínua, ou seja, após o monitoramento das ações sugeridas nessa análise, recomenda-se que o ciclo da P+L reinicie, buscando novos fatores que acarretam perdas e definindo ações que beneficiem a empresa e o meio ambiente de forma conjunta, promovendo assim o desenvolvimento sustentável.

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

- Gunarathne, A. D. N.; Lee, K.-H. Environmental and managerial information for Cleaner Production strategies: An environmental management development perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, 117849, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117849>
- Ma, S.; Ding, W.; Liu, Y.; Zhang, Y.; Ren, S.; Kong, X.; Leng, J. Industry 4.0 and cleaner production: A comprehensive review of sustainable and intelligent manufacturing for energy-intensive manufacturing industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 467, 142879, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142879>

- Machado Murgueytio, P. I.; Cutrim, N. V. S.; Soares, J. F. Desenvolvimento de um programa de Produção Mais Limpa para uma indústria de tubos de papel. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 30, p. 505-518, 2025. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2025\)123035](https://doi.org/10.21438/rbgas(2025)123035)
- Mungai, E.; Ndiritu, S. W. Peeling the Onion! What are the drivers and barriers of Cleaner Production? A case of the Kenyan manufacturing SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 383, 135436, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135436>
- Oliveira, J. A.; Silva, D. A. L.; Ganga, G. M. D.; Godinho Filho, M.; Ferreira, A. A.; Esposto, K. F.; Ometto, A. R. Cleaner production practices, motivators and performance in the Brazilian industrial companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 231, p. 359-369, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.013>
- ONU - Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- Passini, A. F. C.; Chagas, P.; Demarco, J. O. Opções de Produção Mais Limpa para uma padaria de pequeno porte. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 3, 2019. <https://doi.org/10.1590/0104-530X3613-19>
- 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)
- Santos, P. V. S.; Araújo, M. A. A metodologia de produção mais limpa (P+L): Um estudo de caso em uma indústria de curtume. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 524-547, 2020. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e12020524-547>
- 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, 2003a. (Série Manuais de Produção Mais Limpa).
- SENAI-RS - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Rio Grande do Sul. **Implementação de programas de Produção Mais Limpa**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI-RS, UNIDO/UNEP, 2003b.
- Severo, E. A.; Olea, P. M. Metodologias de Produção Mais Limpa: um estudo de caso no pólo metal-mecânico da Serra Gaúcha. **INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n. 6, p. 72-81, 2010.
- Thakuri, S.; Basnet, A.; Rawal, K.; Chauhan, R.; Manandhar, R.; Rai, P. Y. Technologies, emission estimation, and feasibility of cleaner technologies in brick industry of Nepal. **Environmental Challenges**, v. 15, 100928, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100928>



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.