



7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.I-010>

Beatriz Damasceno de Barros (*), Bruna Maria Gerônimo

* Universidade Estadual de Maringá, ra98749@uem.br

RESUMO

A intensa atividade industrial desde a Primeira Revolução contribuiu significativamente para os problemas ambientais, destacando-se o consumo excessivo de água. No Brasil, as indústrias, principalmente as de extração e transformação, consomem quantidades substanciais desse recurso, exigindo uma reavaliação do uso em prol da sustentabilidade. Nesse contexto, a Produção Mais Limpa (P+L) emerge como uma abordagem essencial, buscando minimizar impactos ambientais e maximizar a eficiência no uso de recursos. Este estudo propõe a implementação da P+L em uma indústria metalúrgica situada na cidade de Maringá - PR, com foco na captação de água da chuva para uso em processos industriais. A metodologia adotada é qualitativa e exploratória, utilizando um estudo de caso para detalhar o ambiente real da empresa, com a aplicação das cinco etapas da P+L. Os resultados iniciais mostram que o comprometimento gerencial é essencial para a implementação de ações da P+L. Além disso, a análise dos processos produtivos revelou a utilização de água potável em diversos pontos, justificando a proposta de reutilização da água da chuva. Conclui-se que a P+L é fundamental não apenas para a gestão de resíduos, mas também para uma utilização mais eficiente dos recursos naturais. Recomenda-se a continuidade do monitoramento do sistema implementado e investigações adicionais sobre seus impactos econômicos e potencial de expansão para outras regiões do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão ambiental, melhoria contínua, sustentabilidade.

ABSTRACT

The intense industrial activity since the First Industrial Revolution has significantly contributed to environmental problems, with excessive water consumption standing out. In Brazil, industries, particularly those involved in extraction and manufacturing, consume substantial amounts of this resource, demanding a reevaluation of its use for sustainability. In this context, Cleaner Production (P+L) emerges as a crucial approach, aiming to minimize environmental impacts and maximize resource efficiency. This study proposes the implementation of P+L in a metallurgical industry located in Maringá - PR, focusing on rainwater harvesting for industrial processes. The adopted methodology is qualitative and exploratory, employing a case study to detail the company's real environment, applying the five stages of P+L. Initial results indicate that managerial commitment is essential for P+L actions. Furthermore, the analysis of production processes revealed the use of potable water at various points, justifying the proposal for rainwater reuse. It is concluded that P+L is fundamental not only for waste management but also for more efficient use of natural resources. Continued monitoring of the implemented system and further investigations into its economic impacts and potential expansion to other regions of Brazil are recommended.

KEY WORDS: Environmental management, continuous improvement, sustainability.

INTRODUÇÃO

A intensa atividade industrial, desde a Primeira Revolução, vem contribuindo significativamente com o aumento dos problemas ambientais. Um dos principais impactos do consumo desenfreado das indústrias no meio ambiente é o consumo excessivo de água. O crescente risco da escassez desse recurso e o seu desperdício faz com que o uso da água seja repensado perante a sustentabilidade das operações industriais (SCARLATI, 2013).

Isto porque o setor industrial é um grande consumidor de água e, como tal, contribui para o desperdício desse recurso. Segundo o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), no estudo de contas econômicas ambientais da água, no ano de 2020, a média do Brasil era de 1,4 litros a cada um real produzido por indústrias de extração (que são caracterizadas por extração de minerais como ferro, alumínio e manganês; as refinarias de petróleo e as siderúrgicas). Já nas indústrias de transformação e construção (que são aquelas que produzem bens tangíveis, ou seja, mercadorias), o número de litros por real aumenta, passando de 1,4 para 2,9 litros a cada real produzido.

Assim, as indústrias e seus gestores buscam, constantemente, aplicar novas tecnologias e novos processos de produção afim de melhorar a qualidade ambiental de suas atividades, além de reduzir custos e atender às novas expectativas do consumidor. A adaptação contínua dos processos e produtos é essencial para manter essa sintonia e garantir que a empresa permaneça competitiva em um ambiente de negócios em constante evolução (ADISSI; PINHEIRO; CARDOSO, 2013).

Dentre muitos modelos de gestão ambiental que possibilitam a melhoria dos processos, tem-se a Produção Mais Limpa (P+L), que é uma abordagem preventiva aplicada a processos, produtos e serviços, que visa minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente. A P+L foi apresentada mundialmente pela *United Nations Environment Programme - UNEP* em 1989, por meio de sua Divisão de Tecnologia, Indústria e Economia e atualmente funciona em mais de 50 países (BARBIERI, 2023). A P+L é definida como sendo a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias primas água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômicos (CNTL, 2003).

Assim, além dos benefícios econômicos e competitivos, a implementação da P+L visa também proporcionar indicadores de eficiência operacional, documentando e preservando os resultados obtidos ao longo do tempo. Isso não apenas reforça a responsabilidade ambiental da empresa, mas contribui para a construção de uma boa imagem institucional, mostrando-se como uma entidade comprometida com a sustentabilidade e a responsabilidade social (ADISSI; PINHEIRO; CARDOSO, 2013).

OBJETIVO

Dentro desse contexto, este estudo apresenta uma proposta de implementação da P+L em uma indústria metalúrgica, com o objetivo de desenvolver um projeto de captação de água da chuva para a sua utilização em vários processos industriais.

METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se como qualitativo, pois aborda de forma detalhada um ambiente real, com a proposta de implantação de um projeto de captação de água da chuva para reaproveitamento do seu uso em máquinas. A pesquisa pode ser considerada exploratória, em que foi levantado as bibliografias básicas conceituais e hipóteses foram estabelecidas. No que se refere ao procedimento técnico, foi considerado como um estudo de caso (GIL, 2005).

A empresa na qual foi desenvolvido este trabalho é uma indústria do setor metalúrgico atuando no ramo de fabricação de peças de tratores de linha pesada, situada na cidade de Maringá, no Paraná. A empresa surgiu em 2011 e seu mercado consumidor é limitado a lojas e revendas de peças de tratores, atendendo no Brasil todo. O método de produção adotado pela empresa se fundamenta em um sistema de produção em linha, no qual os produtos percorrem uma sequência predefinida de máquinas ou operações. Na Figura 1, apresenta-se um fluxograma básico que ilustra a fabricação das peças de tratores.

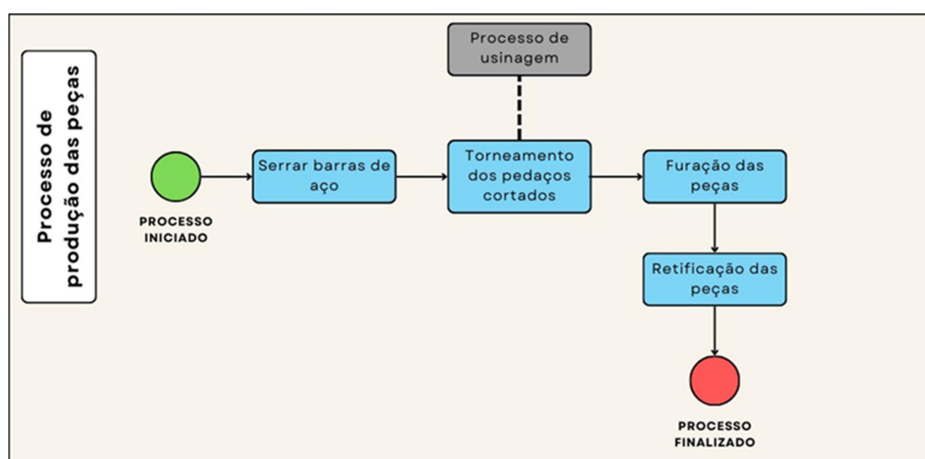


Figura 1: Fluxograma de fabricação de peças. Fonte: Autores do Trabalho.

A estratégia da P+L a ser implementada é a delineada na metodologia proposta pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL (CNTL, 2003). Este método é composto por cinco etapas, que são descritas na Figura 2.



Figura 2: Etapas de implementação da P+L. Fonte: Adaptado de CNTL (2003).

Inicialmente, define-se o escopo da P+L, bem como os responsáveis pelo programa; em seguida, é realizada avaliação e diagnóstico, com o objetivo de identificar tanto os problemas existentes quanto as oportunidades de melhoria. Após, é realizada a etapa de desenvolvimento de alternativas, na qual são exploradas soluções e estratégias viáveis para alcançar os objetivos estabelecidos. Posteriormente, é estudada a viabilidade econômica, técnica e ambiental de cada alternativa e, então são escolhidas as melhorias mais viáveis. A implementação das ações ocorre em seguida, sustentada por um plano de monitoramento e de continuidade, a fim de verificar o progresso e realizar ajustes conforme necessário, garantindo o sucesso contínuo das iniciativas de sustentabilidade (CNTL, 2003).

RESULTADOS

Os resultados aqui apresentados compreendem às etapas aplicadas da P+L propostas pelo CNTL (2003), conforme apresentado na metodologia. No entanto, cabe a ressalva de que apesar da proposta elaborada apresentar oportunidades viáveis para a empresa, cabe a própria organização implementar a proposta, além de manter o plano de monitoramento e continuação deste programa.

O comprometimento gerencial foi obtido por meio da apresentação dos benefícios econômicos e ambientais da implantação da P+L. Já o grupo ambiental, denominado *Ecotime*, foi estabelecido após uma análise inicial da empresa e com base na identificação de locais específicos para monitoramento (processo de serragem das barras de aço, usinagem, retífica, furação de peças e os sanitários). A seleção dessas áreas foi fundamentada no significativo consumo de água potável existente. Assim, o *Ecotime* foi composto por quatro membros, dos quais três pertenciam à equipe de produção e um pertencia ao setor administrativo.

Realizou-se uma avaliação abrangente da unidade de produção das peças em aço, englobando o monitoramento de todas as linhas de produção e a observação de diversos aspectos, tais como o processo fabril, a geração de resíduos e os volumes de água consumidos em cada etapa da linha de produção.

Ao longo do acompanhamento de aproximadamente dois meses foram conduzidas visitas técnicas à instalação industrial para realizar a avaliação e o monitoramento das áreas selecionadas. Foram coletados dados primários e reuniões foram realizadas com o *Ecotime*, além de conversas individuais com os demais colaboradores, com o propósito de identificar pontos críticos. Assim, com o intuito de orientar a formulação do programa de P+L na referida indústria, foi estipulado uma meta, direcionando de tal modo o enfoque das visitas técnicas, que compreende na: *diminuição do consumo de água potável para processos de corte, usinagem, retífica e furação das peças.*

Destacaram-se como as principais barreiras à implementação da P+L, os seguintes pontos:

- Insuficiência de Informação - A carência de informações está associada aos sistemas de gestão e informação, destinados ao monitoramento de processos, planejamento, contabilidade, entre outros;
- Obstáculos Organizacionais - Os desafios organizacionais dizem respeito à distribuição de pessoas e recursos financeiros, bem como à ausência de cooperação e coordenação entre indivíduos e funções dentro e fora da empresa;
- Dificuldades Econômicas - Para iniciar uma avaliação da P+L, é necessário realizar um investimento inicial em termos de tempo e recursos humanos, por isso existe a chance que a administração não disponha dos recursos necessários.

Ao realizar a análise dos processos produtivos foi identificado que nos processos de serra, de usinagem, de retífica e de furação é utilizada água potável para abastecimento do sistema de refrigeração das máquinas. Com isso, elaborou-se o fluxograma qualitativo desses processos citados, com a entrada de matéria prima e saída dos resíduos gerados. Foi identificado também que nesses processos gera-se resíduo de aço e cavaco com água e óleo. Além disso, existem como saídas peças com resquícios de água. O fluxograma qualitativo dos processos pode ser visualizado na Figura 3.

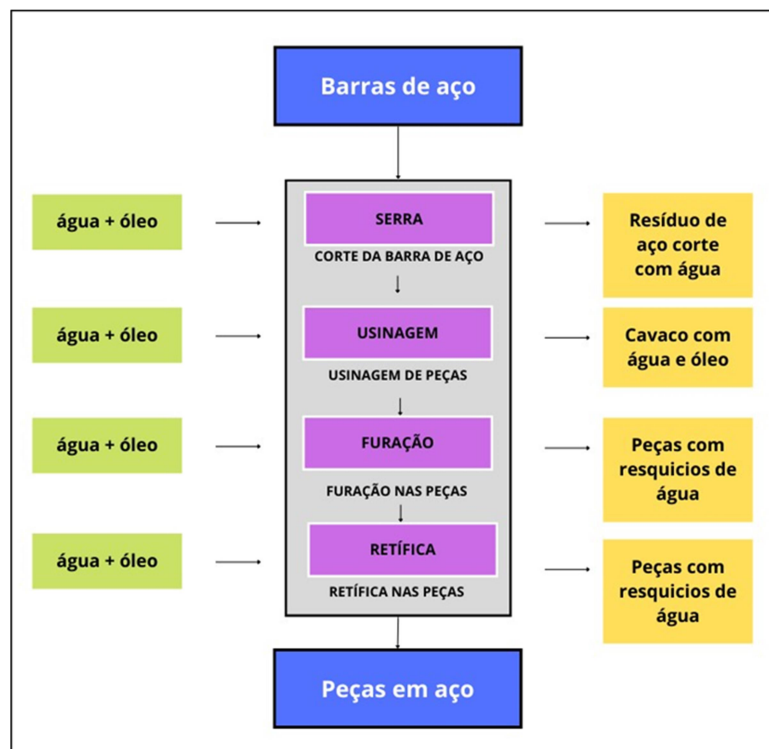


Figura 3: Fluxograma qualitativo dos processos. Fonte: Autores do Trabalho.

Como o foco do estudo do trabalho foi reutilizar a água da chuva por meio de sua captação e destinação para as máquinas de produção (processos de serra, de usinagem, de retífica e de furação), será necessário examinar os indicadores futuros da empresa e aqueles aqui estabelecidos e realizar uma comparação com os indicadores determinados após a implementação da P+L.

Assim, neste estudo, examinou-se a área de contribuição de um barracão para a reutilização da água pluvial proveniente do telhado. A água captada destina-se exclusivamente a usos não potáveis, em máquinas, dispensando, portanto, a necessidade de tratamento químico, uma vez que não será consumida nem utilizada para fins que requeiram água tratada.

Quanto ao consumo de água estabelecido para a empresa, foram empregados dados provenientes da média do consumo no período de uma semana e depois analisado por mês. Os custos associados ao projeto foram definidos considerando os valores de mercado dos materiais utilizados. Além disso, determinou-se a área requerida para a instalação do sistema de cisternas com base nas dimensões do modelo escolhido.

Assim, de maneira observacional, foi analisado o consumo de água destinado aos processos de serra, de usinagem, de retífica e de furação na empresa. Essas operações estão vinculadas a práticas que não demandam água potável. A água proveniente do sistema de captação será direcionada aos abastecimentos dos reservatórios das máquinas, que serão utilizadas para a refrigeração e lubrificação dos processos. Assim, foi conduzido um levantamento em que se calculou a frequência das atividades que consomem água na indústria, totalizando 40 horas semanais. O consumo mensal das máquinas resulta na somatória de 2,51 m³.

Além disso, foi possível identificar a superfície na qual a água da chuva é recolhida para posterior armazenamento. Essa área representa um parâmetro crucial no cálculo do sistema de captação de água pluvial, pois determina a quantidade de água que pode ser acumulada e utilizada para fins não potáveis. No processo de dimensionamento dessas superfícies, foi utilizada a equação 1, alinhada às diretrizes estabelecidas pelas normas ABNT NBR 10844:1989 (ABNT, 1989) e ABNT NBR 15527: 2007 (ABNT, 2007):

$$Ax = (a + h/2) \times b \quad \text{equação (1)}$$

Na equação apresentada, Ax refere-se à área do telhado (m²), em que "x" indica a área específica. Os parâmetros a, b e h, representam, respectivamente, a largura (m), comprimento (m) e altura (m) do telhado correspondente.

Foram atribuídas medidas específicas ao telhado, sendo 12 metros para a largura, 37 metros para o comprimento e um metro para a altura da inclinação. Utilizando as definições estabelecidas e a equação 1, tem-se que a área de contribuição da indústria total da indústria é de 462,5m². No entanto, percebeu-se que a área de captação da indústria era muito abundante para o consumo mensal e seria muito trabalhoso isolar todos os canos do escoamento da calha da área total da empresa. Por esse motivo, escolheu-se captar a água da chuva somente de ¼ da área de cobertura, realizando o isolamento de dois canos do fundo da empresa, como pode ser visualizado na Figura 4, indicado pelas setas. Assim, tem-se como área aproximada de captação o valor de 115,63 m².

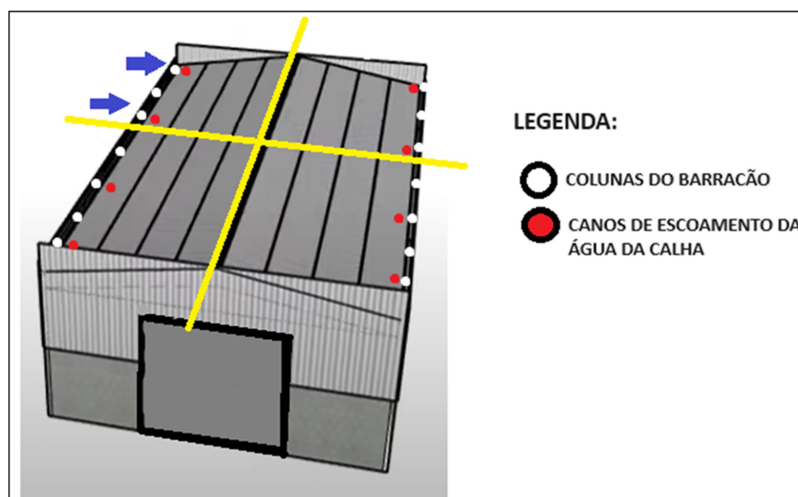


Figura 4: Ilustração do isolamento de ¼ da área de captação da água. Fonte: Autores do Trabalho.

No que diz respeito aos dados pluviométricos, recorreu-se ao banco de dados fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023) referente aos últimos cinco anos, para calcular a média mensal de milímetros de chuva nesses respectivos anos. As informações utilizadas referem-se à região de Maringá – PR e as médias anuais podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Média anual pluviométrica em milímetros.
Fonte: Dados do INMET (2023).

Média 2019	Média 2020	Média 2021	Média 2022	Média 2023	Média final
64,5	98,6	46	101,10	127,9	87,62



O barracão da empresa foi construído com folhas de telhado corrugado de zinco, devido à sua durabilidade muito boa. Esse tipo de telha é resistente às condições climáticas adversas, como chuva, sol, vento, o que reduz a necessidade de substituições frequentes. Em razão disso, foi essencial calcular a retenção do escoamento da água para determinar a quantidade que flui pela superfície da cobertura sem ser retida. Este cálculo envolveu a aplicação do coeficiente de Runoff. O coeficiente de Runoff é um parâmetro utilizado para medir a quantidade de água que escoou em uma determinada área, em relação à quantidade de chuva que caiu sobre ela, sendo que cada material possui um valor de coeficiente associado, (TOMAZ ;2002, 2005) conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2. Coeficiente de Rugosidade de Runoff.
Fonte: Adaptado de TOMAZ (2002).

Material do telhado	Coefficiente
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico, pvc	0,9 a 0,95

Assim, de acordo com as informações apresentadas na Tabela 2, foi escolhido o coeficiente de escoamento (Runoff) de 0,9 para ser utilizado no estudo. Para calcular a quantidade mensal média disponível, foram empregados os índices pluviométricos mensais médios do período dos últimos cinco anos, juntamente com o coeficiente de Runoff e a área de captação já determinada. Esses quatro elementos estão interligados por meio da equação 2.

$$V = P \times A \times C \quad \text{equação (2)}$$

Na equação 2, "V" representa o volume em litros (L), "P" é a precipitação medida em milímetros (mm), "A" corresponde à área de contribuição expressa em metros quadrados (m²), e "C" é o coeficiente de Runoff (TOMAZ, 2002, 2005).

Diversos fatores contribuem para o não escoamento completo, como o impacto do vento, que também interfere no adequado fluxo da água, modificando seu trajeto até as canaletas. Conforme mencionado por Maestri (2003), estima-se uma perda de 20% desse volume. Portanto, o volume médio mensal efetivamente utilizável, ou seja, aquele disponível para consumo, é calculado mediante a equação 3.

$$\bar{V}_m \text{ útil} = \bar{V}_m \times (1 - 0,20) \quad \text{equação (3)}$$

Em que, " \bar{V}_m útil" representa o volume médio útil mensal em litros (L), enquanto " \bar{V}_m " denota a média do volume médio mensal também em litros (L). Assim, considerando os dados pluviométricos, estimou-se o volume médio mensal coletado, obtendo-se 11,32m³ de litros, utilizando a equação 2. Considerando a perda de 20% desse volume, conforme mencionado por Maestri (2003), o volume médio útil mensal foi calculado resultando em 9,06 m³ de litros.

Com o intuito de determinar os custos essenciais para sua implementação e minimizar os custos da instalação do sistema de cisternas, foram elaborados três orçamentos distintos, os quais estão detalhados na Tabela 3. Os valores apresentados são referentes a dezembro de 2023, considerando valores praticados em estabelecimentos da região de Maringá-PR.

Tabela 3. Preços materiais do sistema de captação de água.

Fonte: Autores do trabalho.

Material	Orçamento A	Orçamento B	Orçamento C
Tubulações em PVC 100mm	R\$ 9,50/m	R\$ 10,50/m	R\$ 15,50/m
Joelho 90 graus 100mm	R\$ 4,00/und	R\$ 5,90/und	R\$ 5,00/und
Cisterna de água (1050L)	R\$1.900,00	R\$1.900,00	R\$1.900,00

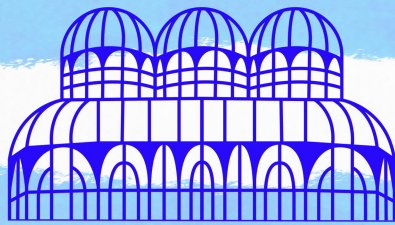
Observa-se que o orçamento A apresentou o menor custo entre os três orçamentos analisados. Como opção de cisterna de água, foi escolhida como proposta uma cisterna vertical com filtro com capacidade de 1050 L, pois a área para o armazenamento na empresa não é grande. Colocando uma cisterna vertical, o espaço físico da empresa pode ser readequado para a instalação. É ilustrado na Figura 5 o modelo de cisterna proposto, com medidas de 80 x 80 cm de largura e comprimento de aproximadamente 2,5m.



Figura 5: Exemplo de cisterna a ser utilizada. Fonte: EcoSustentável (2023).

Dado que este trabalho constitui uma proposta de implementação, em caso de decisão favorável por parte da alta administração da organização, será imprescindível conduzir medições detalhadas referentes à quantidade de materiais a ser adquirida, preferencialmente com a avaliação de um profissional adequado.

Como instrumento de apoio na execução da proposta e para o plano de monitoramento, empregou-se a metodologia 5W2H, composta por sete aspectos-chave: *What?* (o que precisa ser realizado); *Who?* (quem será responsável pela execução); *When?* (quando a atividade será realizada); *Where?* (onde ocorrerá a ação); *Why?* (por que a ação é necessária); *How?* (como a ação será realizada); *How Much?* (quanto custará a execução). Essa abordagem de suporte é aplicada na resolução de desafios, na execução de atividades com enfoque corretivo e preventivo, bem como na formulação de planos de ação (INÁCIO et al., 2023). É apresentado no Quadro 1 a proposta realizada por meio desta metodologia.



Quadro 1. Proposta de implementação utilizando 5W2H.

Fonte: Autores do trabalho.

Qual ação?	Responsável?	Quando?	Onde?	Por que será desenvolvido?	Como?	Quanto custará?
Treinamento dos colaboradores	Supervisor de produção e Gerente Administrativa	Juntamente com a implementação do projeto	Setor de produção	Desenvolver comprometimento dos colaboradores	Palestras educativas	Horas extras do supervisor de produção
Instalação do sistema de cisterna	Engenheiro e Diretor	Após aprovação do projeto	No setor de produção	Captação da água da chuva	Detalhar as especificações técnicas	Variável de acordo com a quantidade de material, além do custo da instalação
Supervisão da instalação	Supervisor da produção e operadores das máquinas	Após a implementação	No setor de produção	Para obter controle sobre o funcionamento da instalação	Verificar a quantidade de água captada nas máquinas	Sem custo

A implementação do sistema de captação de água da chuva requer também um plano de monitoramento eficiente para garantir sua eficácia operacional e sustentabilidade a longo prazo. O principal objetivo desse plano de monitoramento é assegurar que o sistema de captação opere de maneira eficiente, maximizando a coleta de água da chuva.

Inicialmente, é necessário realizar uma análise sistemática para verificar a viabilidade da água captada, assegurando que sua utilização não acarrete alterações prejudiciais nos processos de corte e usinagem das peças. Além disso, torna-se indispensável implementar procedimentos regulares de manutenção no sistema de captação de água da chuva. Esta prática inclui a avaliação cuidadosa de fatores como acúmulo de sujeira nas telas de proteção, identificação de resíduos no fundo da caixa de armazenamento de água, execução de limpezas periódicas e aplicação de tratamentos adequados à qualidade da água.

Paralelamente, é crucial aderir rigorosamente aos procedimentos estabelecidos para a coleta e transporte da água destinada às máquinas. Este processo deve ser conduzido em estrita conformidade com os avisos e regras previamente estabelecidos durante os treinamentos. O respeito a essas diretrizes é fundamental para assegurar a integridade operacional e a eficácia do sistema, ao mesmo tempo em que evita possíveis complicações decorrentes de práticas inadequadas no manuseio da água captada.

CONCLUSÕES

Este estágio inicial mostra que a relevância do estudo da P+L torna-se evidente, não apenas no contexto da geração de resíduos, mas também na busca por uma gestão mais eficiente dos recursos naturais. Além disso, a aplicação das etapas da P+L foram efetuadas de forma sistemática, envolvendo desde a identificação de oportunidades de melhorias até a implementação de práticas que propiciaram a maximização da eficiência no uso da água da chuva nos processos produtivos, o que mostra o cumprimento do objetivo proposto.

É importante destacar algumas dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento do trabalho, como questões operacionais e a resistência à adoção de novas práticas por parte da equipe. No entanto, a conscientização e o engajamento dos colaboradores mostraram-se elementos-chave para superar essas barreiras.

A economia decorrente da utilização de água da chuva não foi contemplada no âmbito deste estudo, pois o que realmente importa é a sustentabilidade e a conservação da água potável, cuja disponibilidade tem se mostrado cada vez mais escassa em nosso planeta.



Assim, recomenda-se a continuidade do monitoramento do sistema implementado, visando identificar oportunidades adicionais de otimização. Além disso, investigações mais aprofundadas sobre os impactos econômicos a longo prazo e a expansão dessas práticas para outras cidades e condições climáticas áreas da podem ser consideradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADISSI, P.J.; PINHEIRO, F. A.; CARDOSO, R., S. **Gestão ambiental de unidades produtivas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 13 p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
4. BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 328 p. 5ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2023.
5. CNTL -. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Porto Alegre: CNTL, 2003.
6. ECOSUSTENTÁVEL. **CISTERNA VERTICAL 1050 LITROS**. 2023. Disponível em: <https://www.ecosustentavel.eng.br/cisterna-vertical-modular-tecnotri-1050-litros>. Acesso em: 26 mar. 2023.
7. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2005.
8. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e ANA- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Contas Econômicas Ambientais da Água**: 2018 a 2020. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37054-em-2020-para-cada-r-1-00-gerado-pela-economia-foram-consumidos-6-2-litros-de-agua>. Acesso em: 02 out. 2023.
9. INÁCIO, L. C. R. *et al.* Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Matriz GUT e 5W2H. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S.L.], v. 14, n. 10, p. 17413-17427, 10 out. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.7769/gesec.v14i10.2890>.
10. INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Clima**: monitoramento. Monitoramento. 2023. Ministério da Agricultura e Pecuária. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/prec>. Acesso em: 26 mar. 2024.
11. MAESTRI, R. S. **Análise Custo-Benefício para o Aproveitamento da Água da Chuva em Florianópolis**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental: UFSC. Florianópolis, 2003.
12. SCARLATI, P. R. S. Redução do consumo de água na indústria petroquímica. Rio de Janeiro, 2013. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
13. TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2005.
14. TOMAZ, P. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. Navegar, São Paulo, 2002.
- 15.