

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

FELLIPE CANCELIER DE VILLA

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO SERRALHEIRO
LOCALIZADA NO SUL DE SANTA CATARINA**

**CRICIÚMA
2023**

FELLIPE CANCELIER DE VILLA

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA EMPRESA DO RAMO SERRALHEIRO
LOCALIZADA NO SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de bacharel no curso de Engenheiro Ambiental e Sanitarista da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC.

Orientadora: Prof.^a Paula Tramontim Pavei

**CRICIÚMA
2023**

FELLIPE CANCELIER DE VILLA

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA EMPRESA DO RAMO SERRALHEIRO
LOCALIZADA NO SUL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental e Sanitarista, no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Sistema de Gestão Ambiental.

Criciúma, 22 de novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Paula Tramontim Pavei – Mestre – (UNESC) – Orientadora

Prof.^a Bruna Borsatto Lima – Mestre – (UNESC)

Prof. Sérgio Luciano Galatto – Doutor – (UNESC)

Dedico todo meu foco e esforço para a realização deste trabalho a meu pai, Adilson Antônio De Villa, e minha mãe Cleusa Magagnin Cancelier De Villa, que desde o início foram à base para a conquista da minha graduação.

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho se deu com apoio técnico, científico e humano de várias pessoas há quem gostaria de agradecer:

A Deus por sempre estar comigo em meu caminho;

A toda minha família, meus pais Adilson Antônio De Villa e Cleusa Magagnin Cancelier De Villa e meu irmão Willian Cancelier De Villa. Todos eles foram fundamentais para a conquista desta formação;

A minha namorada Nathalia Vasconcelos Cardoso que sempre me apoia em todas as horas;

A professora Paula Tramontim Pavei, por toda orientação e acompanhamento no desenvolvimento do trabalho;

A equipe da Serralheria Ad De Villa, por me dar a oportunidade de desenvolver meu estudo em sua empresa, em especial ao proprietário Adilson Antônio De Villa.

MUITO OBRIGADO!

“Não podemos arruinar a Terra, é difícil encontrar um bom planeta.”

Mariana Sanches

RESUMO

Uma boa gestão ambiental aplicada a um processo produtivo, traz uma série de benefícios tanto ambiental quanto financeiro para a empresa que a aplica. Um bom exemplo desse método é a ferramenta de Produção Mais Limpa, que estuda toda produção da indústria com a intenção de otimizar o uso das matérias-primas, que muitas vezes podem acabar virando resíduos de produção, quando utilizada indevidamente por meio de métodos ultrapassados ou até por desconhecimento técnico dos colaboradores. Ao analisar a possibilidade de desenvolvimento da ferramenta no setor serralheiro localizada em Criciúma-SC, foi realizado um estudo em seu processo produtivo, identificando métodos ineficientes na utilização de suas matérias primas, ações inadequadas na segregação de resíduos, assim como o uso de lâmpadas com tecnologias ultrapassadas. Com base no manual CNTL (SENAI, 2003), a implantação da ferramenta ocorreu em oito etapas, sendo: comprometimento gerencial, identificação de possíveis barreiras, análise do fluxograma do processo produtivo, quantificação e análise dos fluxos de massa do processo produtivo, seleção do foco na atividade, avaliação das causas de geração de resíduos, avaliação técnica, econômica e ambiental das medidas de produção mais limpa e implantação de medidas de produção mais limpa. Com a implantação das medidas que buscam a P+L, observou-se redução no consumo de energia elétrica, devido a troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas em led, obtendo um consumo ecoeficiente da energia elétrica. Outro ponto observado foi a redução na geração de partículas de ferro, devido a troca dos métodos de corte da chapa lisa e da barra chata, sem a utilização de discos de corte, e sim prensas com lâminas, que obtém um corte "limpo" do material. Na fabricação de insumos para fixação das esquadrias, foi realizado a troca no método de furação da barra chata, que eram realizadas com brocas, passando a ser com pulsão, que não se tem a geração de cavaco e utilização de óleo queimado. Outra medida de P+L implantada, com resultado positivo, foi a instalação de lixeiras com segregação de materiais recicláveis, encaminhando resíduos recicláveis do processo produtivo à coleta seletiva do município de Criciúma. Foi constatado o descarte de latas de tintas usadas, que poderiam ser utilizadas para armazenamento do contra peso, que é levado até a área de instalação da esquadria, assim reutilizando matérias que eram descartados.

Palavras-chave: P+L, esquadrias de ferro, gestão ambiental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Dimensões da gestão ambiental e exemplos.....	17
Figura 02: Mapa de localização da serralheria.....	28
Figura 03: Estoque de materiais. A: Perfis metálicos em tubos quadrados, retangulares e redondos, B: Colunas, tampas e guias para portões basculantes, C: Perfis metálicos maciços em barra chata, redondos, quadrados e cantoneiras.....	30
Figura 04: Almoxarifado. A: Estoque de arame paga MIG, tintas, calhas, cremalheiras, arrebites de repuxo e discos de corte e desbaste, B: Estoque de motores deslizantes e basculantes, C: Estoque de parafusos, buchas, tintas e EPI'S.....	31
Figura 05: Etapa de montagem. A: Processo de corte. B: Processo de furação. C: Processo de soldagem.	32
Figura 06: Etapa de acabamento. A: Desbaste da solda. B: Limpeza da peça. C: Pintura com a tinta Galmax.....	32
Figura 07: Fixação da chapa frisada na esquadria com arrebites de repuxo.....	33
Figura 08: Etapa do processo de pintura eletrostática, A: Pintura por aspensão, B: Queima na estufa.....	34
Figura 09: Etapa de carregamento do caminhão para a entrega, A: Esquadrias prontas para instalação, B: Armazenamento do contrapeso, C: Divisão do contrapeso em latas para entrega, D: Esquadrias carregadas no caminhão pronta para a entrega.....	34
Figura 10: Exemplos de esquadrias já montadas, A: Portão basculante, B: Grades e porta social, C: Portões deslizantes, D: Guarda-corpo.....	35
Figura 11: Fluxograma do processo produtivo de Portão Basculante	36
Figura 12: Separação de estopas com resíduos de óleo e graxa em seu devido latão, coleta dos resíduos industriais para o aterro industrial.....	40
Figura 13: Substituição de lampas, A: Lâmpadas fluorescentes, B: Lâmpadas de led.....	54
Figura 14: Substituição do método de furação em A, por método de pulsão em B, evitando geração de resíduos inutilizados e utilização de óleo, por resíduos utilizados e eliminação do óleo em C.....	54

Figura 15: Substituição do método de corte A: Corte na esmerilhadeira, B: Corte na guilhotina.....	55
Figura 16: Gases de solda. A:Ferroline15. B:Dióxido de carbono.	56
Figura 17: Estoque de alumínio, A: Perfis de alumínio sem organização, B: Perfis de alumínio organizados.....	57
Figura 18: Reutilização das embalagens de tinta, A: Galões de tinta. B: Embalagens de tinta utilizadas no transporte e divisão de contrapeso.....	58
Figura 19: Coleta seletiva de resíduos recicláveis. A: Coletor sem separação de materiais recicláveis. B: Coletor com separação para materiais recicláveis.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Temas cobertos por legislação ambiental na atividade.....	41
Quadro 02: Principais produtos comercializados pela serralheria	42
Quadro 03: Matérias-primas e auxiliares.....	43
Quadro 04: Quantitativo de resíduos sólidos e emissões atmosféricas gerados no processo produtivo	44
Quadro 05: Custo dos resíduos versus eficiência no processo.....	46
Quadro 06: Análise Crítica das Informações.....	47
Quadro 07: Causas da Geração de Resíduo.....	48
Quadro 08: Viabilidade técnica, econômica e ambiental das opções de P+L.....	50
Quadro 09: Hierarquia de implantação das opções de P+L propostas.....	52
Quadro 10: Gastos necessários para implantação das melhorias	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACV– Avaliação do ciclo de vida

CNTL– Centro nacional de tecnologias limpas

EPI – Equipamento de Proteção Individual

GLP- Gás liquefeito de petróleo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISO– International organization for standardization

KG- Quilograma

KW- Quilowatt

MIG– Metal inert gás

NBR– Norma Brasileira

OCDE– Organização para cooperação e desenvolvimento econômico

P+L– Produção Mais Limpa

PNUMA– Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SC- Santa Catarina

SENAI- Serviço nacional de aprendizagem industrial

SGA–Sistema de gestão ambiental

TCC- Trabalho de conclusão de curso

UNESC- Universidade do extremo sul catarinense

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEORICO	16
2.1 SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL	16
2.2 GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL.....	18
2.2 ECOEFICIÊNCIA	20
2.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)	21
2.2.1 Barreiras para implantação da P+L	23
2.2.2 Etapas para implantação da P+L	24
3 METODOLOGIA	26
3.1 AREA DE ESTUDO.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 ETAPA 01: COMPROMETIMENTO GERENCIAL	29
4.2 ETAPA 02: IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS BARREIRAS	29
4.3 ETAPA 03: ANÁLISE DO FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO	29
4.4 ETAPA 04: QUANTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS FLUXOS DE MASSA DO PROCESSO PRODUTIVO.....	42
4.5 ETAPA 05: SELEÇÃO DO FOCO NA ATIVIDADE	47
4.6 ETAPA 06: AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DE GERAÇÃO DE RESIDUO	48
4.7 ETAPA 07: AVALIAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DAS MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA	49
4.8 ETAPA 08 - IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA.....	52
4.8.1 Ações de Nível 01	53
4.8.2 Ações de Nível 02	57
4.8.3 Ações de Nível 03	58
4.9 RETORNO FINANCEIRO COM AS MEDIDAS IMPLANTADAS.....	59

5 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

O ramo da indústria serralheira trabalha artesanalmente o corte e solda de itens metálicos, como perfis de ferro e alumínio, além da fabricação de itens de segurança, como guarda-corpo, grades, portas, portões basculantes e deslizantes, bem como atua na montagem de estruturas metálicas, com pilares e treliças em viga “U” e telhados em telhas metálicas galvanizadas, dentre outros produtos.

Segundo dados da Econodata (2023), o Brasil possui 42.173 empresas do setor serralheiro ativas, que buscam suprir a demanda de produtos solicitados. Os bens de consumo gerados pelas empresas de serralheria fazem parte do dia a dia da sociedade, a citar exemplos como as grades e portões que cercam as residências, garagens em estrutura metálica que protegem os automóveis das intempéries ou até mesmo os guarda-corpos e corrimãos como itens de segurança.

Assim como toda indústria, as serralherias em seus processos produtivos também produzem impactos ambientais, como a geração de material particulado no corte do metal, lançamento de emissões atmosféricas no processo da solda, geração de borras de tinta no processo de pintura e resíduos do processo produtivo. Tudo isso deve ser avaliado com a intenção da minimização desses impactos.

Diante disto, a sensibilização ambiental vem ganhando cada vez mais espaço nos processos produtivos das indústrias em todas as áreas de atuação, além de serem cobradas por parte dos governantes, referente ao cumprimento das legislações ambientais existentes. Com isso, as empresas buscam em suas produções reduzir ao máximo o impacto ambiental gerado, minimizando a geração de efluentes e resíduos.

Uma importante tomada de decisão disponível para essas organizações é o instrumento de Produção Mais Limpa, conhecida como P+L. Nessa metodologia os integrantes da empresa formam um Ecotime, juntamente com um corpo técnico, para estudar e propor alternativas de melhorias viáveis tanto ambiental quanto financeiramente para a atividade analisada.

Tendo em vista a sensibilização em relação à temática ambiental, este trabalho tem como área de aplicação uma indústria serralheira, localizada na cidade de Criciúma/SC e a partir disto tem como objetivo principal: propor melhorias para o

processo produtivo de uma atividade do ramo serralheiro por meio do instrumento de gestão ambiental (P+L).

Para seu atendimento, definiu-se como objetivos específicos: a) Realizar estudo do fluxograma do processo produtivo; b) Qualificar e quantificar as entradas e saídas do processo produtivo, bem como os dados da situação ambiental da atividade; c) Selecionar as atividades e operações causadoras de maior impacto ambiental para identificação das causas de geração de resíduos e emissões; d) Identificar os principais focos para elaboração de propostas de melhorias; e) Sugerir medidas de Produção Mais Limpa para o processo analisado.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL

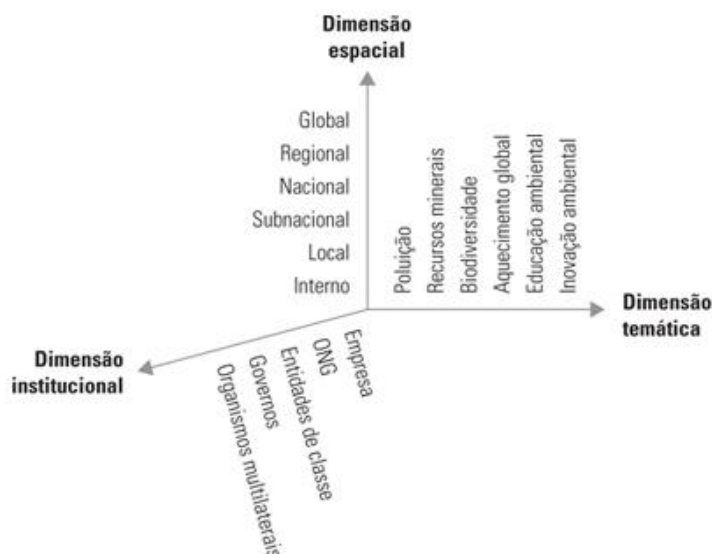
A prática da gestão ambiental se deu a partir da conscientização ambiental no mundo, teve um aumento significativo na segunda metade do século XX e ocorreu junto ao crescente número de denúncias em relações aos problemas de contaminação do meio ambiente. Devido a esses acontecimentos, elevaram-se os números de normas e regulamentos internacionais, que se desenvolveu nos estados, surgindo também inúmeros órgãos responsáveis para o acompanhamento e a aplicação dos instrumentos legais, a exemplo de secretarias e departamentos (DIAS, 2017).

Segundo Barbieri (2004), gestão ambiental é definida por diretrizes e atividades administrativas e operacionais, como planejamento, controle, direção, alocação de recursos e outras realizações, cujo principal objetivo é obter efeitos positivos e evitar possíveis problemas no meio ambiente que possam vir a ocorrer durante determinado processo produtivo.

A NBR ISO 14001 mostra que o sistema de gestão ambiental (SGA), “é a parte do sistema global que inclui estrutura, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar e manter a política ambiental.” (ABNT, 2004, p. 2).

Gestão ambiental, conforme Barbieri (2016) se trata de tomadas de decisões relacionadas a questões de problemas ambientais. Em sua origem podemos citar as ações governamentais para enfrentar a baixa demanda de recursos. Com o passar do tempo, questões ambientais que não se tinha anteriormente passaram a ser consideradas por agentes com alcance diferentes. Uma proposta de gestão ambiental pode incluir ao menos três dimensões, como mostra a figura 1.

Figura 01: Dimensões da gestão ambiental e exemplos.



Fonte: Barbieri, 2016.

A dimensão temática enquadra as questões ambientais as quais as ações de gestão se designam. Poluição atmosférica, resíduos sólidos, emissões hídricas, recursos hídricos, clima, desertificação, energia, fauna e flora, eutrofização de corpos d'água, educação ambiental, inovação ambiental e precipitação ácida, são alguns exemplos de questões ambientais objetos de tais ações. Devido ao meio ambiente ser uma totalidade complexa, as questões ambientais não são estanques, ou seja, não há uma linha divisória entre elas, entendendo-se que os componentes ambientais estão interconectados. Devido a isso ao agir sobre uma questão, outras poderão ser afetadas (BARBIERI, 2016).

A dimensão espacial se refere à área de abrangência onde as ações de gestão tenham efetividade. Algumas ações buscam resolver demandas ambientais em locais específicos, por exemplo, diminuição dos poluentes de um processo fabril, poluição interna, controle da qualidade do ar de um bairro ou município, descontaminação de uma lagoa, troca de uma matéria-prima tóxica por outra isenta em sua composição de certo produto. Outras atuações procuram efeitos globais, como extinções de substâncias que reduzem a camada de ozônio, diminuição das emissões de gases de efeito estufa que mudam o clima global, prescrição de testes nucleares no fundo do mar, na atmosfera e no cosmo, cuidado e controle, a respeito do comércio de espécies ameaçadas de extinção. Entre esses extremos, estão as atuações de alcance regional, nacional e subnacional, por exemplo, municípios, bacias

hidrográficas e estados. O alcance regional envolve uma área formada por mais de um país, por exemplo, países vizinhos que geram requisitos ambientais para circulação de mercadorias em suas extensões e países que regem uma bacia hidrográfica comum (BARBIERI, 2016).

A dimensão institucional se refere aos agentes ajuizados pelas iniciativas de gestão, tais como governos nacionais, subnacionais, municipais, órgãos intergovernamentais, entidades de classe e de profissionais e organizações da sociedade civil e empresas. Questões ambientais podem ser examinadas por meio de elaborações diferentes, cada um com a intenção de alcançar efeitos sobre uma determinada área de abrangência. Um exemplo é o aquecimento global, um problema ambiental de natureza planetária, que necessita de gestões em todos os níveis de alcance, desde o nível global, regional, nacional, subnacional, empresarial, e até mesmo no nível das famílias e dos indivíduos (BARBIERI, 2016).

2.2 GESTÃO AMBIENTAL EMPRESARIAL

Dados mostram que a população brasileira teve um aumento de 2,7 vezes entre 1950 e 1970, sendo que 74,3% residem em áreas urbanas, fazendo com que as indústrias tivessem um crescimento considerável. Com esse acelerado ritmo das indústrias em funcionamento, verificam-se visíveis impactos ambientais ao entorno, ascendendo um alerta a sociedade. A partir disto, por volta dos anos de 1975, foram se instituindo os órgãos ambientais em diversos estados brasileiros, assim como legislações e regulamentações ambientais específicas de controle ambiental (ANDRADE; TACHIZAWA; CARVALHO, 2000).

Conforme Barbieri (2004), para a minimização ou até mesmo a solução dos problemas ambientais que são criados nos processos produtivos se faz necessário uma nova atitude do empreendedor/administrador, que em suas decisões devem passar a considerar o meio ambiente e adotar percepções administrativas que revolucionam e ajudam a ampliação da capacidade de suporte do planeta. Ou seja, espera-se que as indústrias deixem de gerar problemas e passem a ser parte das soluções.

Uma boa gestão ambiental, que segue e cumpre as legislações, segundo Barbieri (2004), facilita até mesmo a aplicação de investidores, que buscam investimentos sem riscos e que exercem uma determinada pressão aos empresários

para que não se crie passivos ambientais, que podem ser cobrados em alguma data futura, seja por meio de ações judiciais ou acordos bilaterais voluntários.

Com a população cada vez mais consciente em relação ao meio ambiente, se tem uma pressão maior ao empresário na busca por uma produção ambientalmente saudável. Um aspecto visível do crescimento desses tipos de consumidores é a preferência da compra de produtos com rótulos ou selos verdes que são indicativos da consciência ambiental (BARBIERI, 2004).

Para Barbieri (2016), gestão ambiental empresarial se trata de um comprometimento por parte dos empreendedores/empresários em relação a minimização dos impactos ambientais causados no meio ambiente, por causa dos processos produtivos para fabricações de bens de consumo, tendo uma boa gestão administrativa e tecnológica, que visa aumentar a capacidade de suporte do planeta, para que a extração de sua matéria-prima não ocasione um grande impacto no meio ambiente.

Para Dias (2011), a prática de uma boa gestão ambiental traz uma série de benefícios que podem vir a estimular o empresário a vir empregá-la em seu processo produtivo, além de interesses monetários, pode também surgir estímulo interno ou externo.

Ainda, de acordo com Dias (2011), cita-se como estímulos internos:

- O benefício da redução de custos, alinhado a menor compra de matéria-prima utilizada no processo;
- Aumento da qualidade do produto relacionado a fatores como: utilidade, durabilidade, praticidade e funcionalidade para sua manutenção;
- Crescimento da imagem do produto e da marca. Uma organização que presa pelo meio ambiente é vista de maneira positiva pelos seus consumidores.
- A necessidade de inovação está ligada a competitividade do mercado, ou seja, uma empresa deve buscar formas de inovar com o passar do tempo.
- O aumento da responsabilidade social: devido aos grandes impactos ambientais causados pelas indústrias, se eleva a preocupação dos gestores a causar um mínimo dano ambiental a qual ela se insere.
- Sensibilização do pessoal interno, a sensibilização não ocorre somente para os gestores, e sim pode ser afetado pela mídia, por amigos ou conhecidos, diante disso o pessoal interno pode constituir uma opinião pública e influenciar na geração

de alternativas e medidas para o meio ambiente, tanto externo quanto interno ao estabelecimento.

São estímulos externos:

- Demanda do mercado, consumidores finais e clientes exigem cada vez mais que as empresas a se preocupem, com a gestão ambiental.
- A concorrência, uma organização que introduz método de gestão ambiental, a posiciona muito melhor diante de seus concorrentes.
- O poder público e a legislação ambiental, o governo tem a responsabilidade de fiscalizar o cumprimento das legislações ambientais, fazendo com que a empresa tenha uma responsabilidade sobre o seu produto, desde a produção até seu descarte.
- O meio sociocultural, a pressão mais significativa vem do meio social, que é exercida pelos consumidores, pondo exigências nos processos de fabricação do produto.
- As certificações ambientais, que são vistas como um selo de qualidade, um exemplo é a ISO 14000.

2.2 ECOEFICIÊNCIA

Conforme Dias (2011, p.154):

A ecoeficiência consiste em produzir mais com menos, reduzindo o consumo de materiais e energia, a geração de resíduos e a liberação de poluição no ambiente, assim como os custos de operação e as possíveis responsabilidades por danos a terceiros.

Segundo Barbieri (2004), ecoeficiência é um modelo de gestão ambiental empresarial que foi introduzido no ano de 1992 pelo Business Council for Sustainable Development, que atualmente é World Business Council For Sustainable Development (WBCSD). Em 1996, os países que integram a OCDE (Organização para cooperação e desenvolvimento econômico), juntamente com os seus ministros do meio ambiente, identificaram a ecoeficiência como uma alternativa promissora, para o governo, as famílias e as empresas diminuïrem a poluição e o uso de recursos naturais em seus processos produtivos.

Com isso, a ideia da ecoeficiência nada mais é que a redução de energia e materiais por unidade de produto, que por consequência eleva a competitividade da empresa no mercado, juntamente com a diminuição da pressão que a empresa exerce em relação ao meio ambiente (BARBIERI, 2004).

Conforme o WBCSD (2007), são necessários sete fatores para se ter êxito na implantação da ecoeficiência, são eles:

- 1- Propor uma redução na intensidade de uso dos materiais;
- 2- Optar por maneiras que diminuam os gastos energéticos;
- 3- Diminuir o lançamento de substâncias tóxicas;
- 4- Reciclar todos os materiais que são recicláveis;
- 5- Elevar o uso de materiais sustentáveis dos recursos renováveis;
- 6- Ter uma vida útil maior dos produtos;
- 7- Avanço no grau de bens e serviços.

2.3 PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

A aplicação de uma boa gestão ambiental empresarial vem de encontro com a prática de uma P+L, que se trata de um modelo que aborda o processo produtivo da indústria com o intuito de minimizar os impactos ambientais preventivamente (BARBIERI, 2016).

A P+L, segundo o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) apud Furtado (2001), é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada na produção da empresa, que visa incorporar um processo de fabricação mais eficiente de recursos naturais, visando minimizar a geração de resíduos e poluição, da mesma maneira que eleva a atenção aos riscos para a saúde humana e também a sua segurança.

Segundo Nascimento, Lemos e Mello (2008), para que esse programa se desenvolva como o esperado é necessário que ocorra mudanças nos setores em todos os níveis da produção, desde a extração da matéria-prima até a disposição final do rejeito.

PNUMA (2001) apud Furtado (2001) mostra as ações de prevenção como de grande importância, mas também usa o termo de redução e minimização de resíduos, levando sempre em conta os aspectos do processo, tendo como objetivo a conservação de materiais, água e energia em todo processo produtivo.

A implantação da P+L na empresa se dá inicialmente com o planejamento e a organização, já na segunda parte, é feita uma pré-avaliação, para somente na terceira fase, ter a avaliação. Feito isso, na próxima etapa se dá início com o estudo de viabilidade dos projetos, tendo um resultado positivo, a implementação é realizada (SENAI, 2003).

A implantação da P+L além de proporcionar que a empresa atenda os padrões de legislações ambientais, também proporciona lucro, pois todo rejeito de produção é uma matéria-prima mal utilizada. Dando uma utilidade a esse rejeito, a empresa lucra economizando matéria-prima (GARDNER, 2001 apud COELHO, 2001).

Segundo Furtado (2000), quatro elementos fundamentais compõem o conceito de P+L:

- O princípio da precaução: que impõe ao empreendedor que tem um potencial poluidor a arcar com responsabilidade e mitigação do problema, para que não acarrete em danos ao meio ambiente;
- O princípio da prevenção: que equivale a substituir o controle da prevenção pela prevenção da criação de novos resíduos na fonte, evitando emissões perigosas ao meio ambiente e ao homem;
- O princípio do controle democrático: que consiste no direito de acesso aos dados a respeito das questões relacionadas à segurança ambiental, como registros de poluentes, com métodos para redução de uso de produtos com potencial poluidor e dados da sua composição;
- O princípio da integração: que proporciona uma vista mais ampla do processo produtivo, aplicando por exemplo métodos como a ACV (avaliação do ciclo de vida).

Segundo Nascimento, Lemos e Mello (2008), para que se tenha uma P+L é necessário mudanças no processo e no produto, passivo de ser implementada em oito etapas:

1. Visualização do produto/substância que produz um dano ambiental que será gradualmente eliminada/substituída, embasada no princípio precatório;
2. Aplicação de análise química, assim como análise do fluxo de material;
3. Adição e implementação de um calendário para a extinção gradativa dos materiais nocivos que estão presente na produção, assim como o estabelecimento de uma inovação no gerenciamento de resíduos;

4. Execução de métodos de produção limpa para os produtos que já existem, e realização estudo para futura mudanças;
5. Capacitação e fornecimento de suporte técnico e monetário;
6. Disseminação de informações para o coletivo e garantia da sua atuação na tomada de decisões;
7. Estudo para supressão gradativa das matérias poluentes por meio de instigação normativa e monetária;
8. Análise da mudança para a produção limpa com programação social, adicionando os trabalhadores e a comunidade abalada.

2.2.1 Barreiras para implantação da P+L

Para Vilela Júnior e Demajorovic (2013), as barreiras existentes para a implantação da P+L podem estar relacionadas à empresa ou ao governo.

Barreiras relacionadas à empresa:

1. Falta do entendimento em relação aos conceitos e falta de mecanismos na sua divulgação de informações básicas relacionadas aos produtos tóxicos;
2. Medo de mudanças e falta de eficiência na área de gestão na produção;
3. Falta de capacidade na composição técnica qualificada;
4. Medo de aplicação de investimentos na empresa;
5. Ausência de ferramentas para incentivos econômicos;
6. Idioma local diferente do maquinário.

Barreiras relacionadas ao governo:

1. Governo que não apoia e se compromete;
2. Falta de legislações que impõem adoção de processos que tenham uma P+L;
3. Carência de conhecimento a respeito da qualidade ambiental do seu entorno;
4. Ausência de cargo de comando do controle ambiental;
5. Falta de aparato por parte do governo e demandas elevadas, dando resultado de insuficiência nos atendimentos as atividades do cotidiano, por

consequência, menos tempo para o plano e possível desenvolvimento de novas atividades;

6. Capacidade necessária do corpo profissional, para um atendimento com novos desafios.

2.2.2 Etapas para implantação da P+L

Conforme o Manual CNTL (SENAI, 2003) para que se tenha a implantação da ferramenta de P+L é necessário seguir as seguintes etapas:

- Através de uma visita técnica na empresa, é realizada a pré-sensibilização do público alvo, que são os empresários e os gerentes. Nesta visita é realizada a explanação de casos bem sucedidos, ressaltando os benefícios econômicos e ambientais da ferramenta. Com a conquista do comprometimento gerencial por parte dos gestores da empresa é então dado início ao processo de implantação da ferramenta.

- Dando sequência no processo, é realizado um estudo com o intuito da identificação de possíveis barreiras encontradas durante a implementação da ferramenta, buscando soluções cabíveis para solucioná-las.

- A próxima tomada de decisão se dá com a formação do Ecotime, que busca unir os colaboradores com o intuito da realização de diagnósticos do processo produtivo, implantação da ferramenta, identificação de oportunidades de implantação e dar continuidade a ferramenta.

- Na sequência é realizado o estudo do fluxograma do processo produtivo, analisando toda entrada e saída de matéria-prima, com a intenção de selecionar o foco da avaliação onde se tem uma geração expressiva de poluentes, seja ele resíduos, efluentes ou emissões, buscando possíveis soluções para o caso.

- Já na seguinte tomada de decisão, é realizado uma quantificação mais detalhada de entradas e saídas do processo produtivo, possibilitando analisar a eficiência da ferramenta de P+L.

- Com os dados de entradas e saídas em mãos, é analisado pelo Ecotime as principais causas de geração de resíduos em seu processo produtivo.

- A próxima ação se dá com início de modificações em determinados níveis do processo, com estratégias buscando uma P+L. Seja com uma redução na

geração de poluentes ou reuso de matérias que acabam virando resíduos, assim como a prática de reciclagem dentro ou fora da indústria.

- Na sequência é realizada a avaliação técnica, ambiental e econômica das atividades, sempre visando à eficiência da matéria-prima. Com os resultados em mão, o Ecotime seleciona as medidas viáveis para implantação.

- Já na próxima tomada de ação, é realizada então a implementação em seu processo, assim como o monitoramento das medidas aplicadas.

- Por fim, é realizado o plano de continuidade, gerando condições no processo que assegure a metodologia instalada em sua produção.

3 METODOLOGIA

A partir da oportunidade de realização de estágio obrigatório em uma empresa do setor serralheiro, definiu-se como tema do TCC, a aplicação de métodos de P+L em seu processo produtivo, que se enquadra na linha de pesquisa “Gerenciamento e Planejamento Ambiental”, do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Quanto a sua classificação, a pesquisa utilizada no trabalho é de natureza exploratória, tendo como objetivo construir hipóteses para as questões levantadas, assim como a busca da familiaridade com o problema, cujo objetivo principal é o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 2002).

O presente trabalho, por possuir um estudo de caso que analisa e estuda os principais resíduos gerados em seu processo produtivo, apresenta uma pesquisa qualitativa, assim como se tem uma quantificação de todas as entradas de insumo e matérias primas, e saídas de resíduos e produtos em seu processo. Devido a essas duas etapas o presente trabalho pode ser caracterizando como uma pesquisa quali quantitativa.

Com o foco do trabalho em uma produção ecoeficiente, foi quantificando todas as entradas e saídas de matéria-prima, buscando a boa utilização desses materiais, assim como a redução da produção de resíduos em seu processo, dando o destino correto dos resíduos gerados, assim como a busca da utilização consciente da energia elétrica utilizada.

Com base nas etapas estudadas no Manual da CNTL (SENAI, 2003), analisando a possibilidade de estudo e implantação da ferramenta de P+L no processo produtivo de uma empresa do setor serralheiro, com o aval do proprietário, foi implantado o projeto com as seguintes etapas:

1. Mediante reunião com o proprietário da empresa e seu encarregado foi apresentado à possibilidade de implantação da ferramenta de P+L em seu processo produtivo, visando à boa utilização de insumos e matéria-prima, assim como a busca por uma produção ecoeficiente.

2. Após alcançar o comprometimento gerencial dos responsáveis, foram identificadas as possíveis barreiras que poderiam causar empecilhos durante a implantação do projeto. Com o estudo realizado, foi analisado que a possível barreira para a implantação seria os costumes antigos dos colaboradores, devido a isso, foi

realizada uma reunião com todos solicitando a boa cooperação dos mesmos para a obtenção do sucesso do projeto. Assim, como a classificação dos setores que sofreriam alterações.

3. Na terceira etapa do projeto foi elaborado e analisado o fluxograma do processo produtivo, identificando-se as principais entradas e saídas de todas as etapas de produção.

4. Na quarta etapa foi realizada a quantificação do fluxo de massa e energia, contabilizando todas as entradas de insumos e matéria-prima, assim como a saída de produtos, subprodutos e resíduos. Nesta fase também se verificou os requisitos legais que eram contemplados no processo produtivo, desde a compra da matéria-prima até a destinação de resíduos.

5. Na etapa cinco foi selecionado o foco da ferramenta, considerando-se os principais consumidores de matérias-primas do processo, bem como os resíduos sólidos gerados de forma mais significativa.

6. Na sexta etapa foram identificados os principais motivos relacionados à geração dos resíduos no processo produtivo.

7. Na sétima etapa, foram propostas medidas de produção mais limpa e realizado o estudo de viabilidade, assim como avaliação técnica, econômica e ambiental, das opções que buscam a P+L.

8. Na oitava e última etapa foi realizado a implantação de algumas medidas propostas, que tiveram alvará de instalação por parte dos gestores, de acordo com estudos de gasto/benefício, assim como monitoramento para o plano de continuidade.

A coleta de dados das etapas mencionadas foi realizada por meio de observações *in loco*, análises documentais, entrevistas com gestores e colaboradores, bem como avaliação de registros de financeiros, incluindo compras, gastos energéticos e venda de resíduos.

3.1 AREA DE ESTUDO

A empresa do ramo serralheiro alvo de estudo deste trabalho, localiza-se no bairro Imigrante, no município de Criciúma, Santa Catarina, nas proximidades a Rodovia SC 443, conforme ilustra a figura 02.

Figura 02: Mapa de localização da Serralheria.



Fonte: Google Earth, 2023

Há trinta anos no mercado, a empresa está localizada em um terreno com área de 2.012 m², destes 665 m² de área construída. Possui 03 pavilhões utilizados em seu processo produtivo e estocagem de materiais (590 m²), bem como área administrativa e de recepção dos clientes (75 m²). Atualmente a empresa conta com oito funcionários, que trabalham de segunda a sexta-feira, em dois turnos por dia, sendo o primeiro turno das 7h às 12h, e o segundo turno das 13h às 17h, fabricando e instalando diariamente ao seu consumidor final itens de serralheria como portões basculantes, portas, grades, etc. A produção ocorre a partir das demandas dos clientes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na sequência serão apresentados os resultados do planejamento e implantação da ferramenta de Produção Mais Limpa em uma indústria serralheira localizada no município de Criciúma, SC. A implantação da ferramenta teve como base os manuais do CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas do SENAI do Rio Grande do Sul, sendo aplicadas as 08 etapas descritas na metodologia.

4.1 ETAPA 01: COMPROMETIMENTO GERENCIAL

Na primeira etapa buscou-se o comprometimento por parte do proprietário, assim como do gestor, por se tratar de uma empresa familiar. O contato se deu em julho de 2023. Neste foram apresentados os benefícios que uma produção ecoeficiente pode trazer, tanto ambiental, quanto economicamente. Com o comprometimento obtido, iniciou-se a etapa 02.

4.2 ETAPA 02: IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS BARREIRAS

Na segunda etapa identificaram-se as principais barreiras que poderiam causar empecilhos na implantação da ferramenta de Produção Mais Limpa. Conforme Vilela Júnior e Demajorovic (2013) o medo de mudanças e falta de eficiência na área de gestão na produção pode se tornar uma barreira para a implantação da ferramenta P+L, com isso, foi observada que os costumes consolidados dos colaboradores poderiam ser a principal barreira. Diante disso, foi realizada uma reunião com a equipe, solicitando a cooperação para que as novas tomadas de decisões decorressem com sucesso. O principal setor envolvido com novas ferramentas foi o de corte e montagem da esquadria. A pesquisa foi realizada no período de julho a novembro de 2023, mas implantou métodos utilizados além desse período.

4.3 ETAPA 03: ANÁLISE DO FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo da serralheria estudada inicia a partir da venda e detalhamento da peça solicitada pelo cliente. Dentre os principais produtos

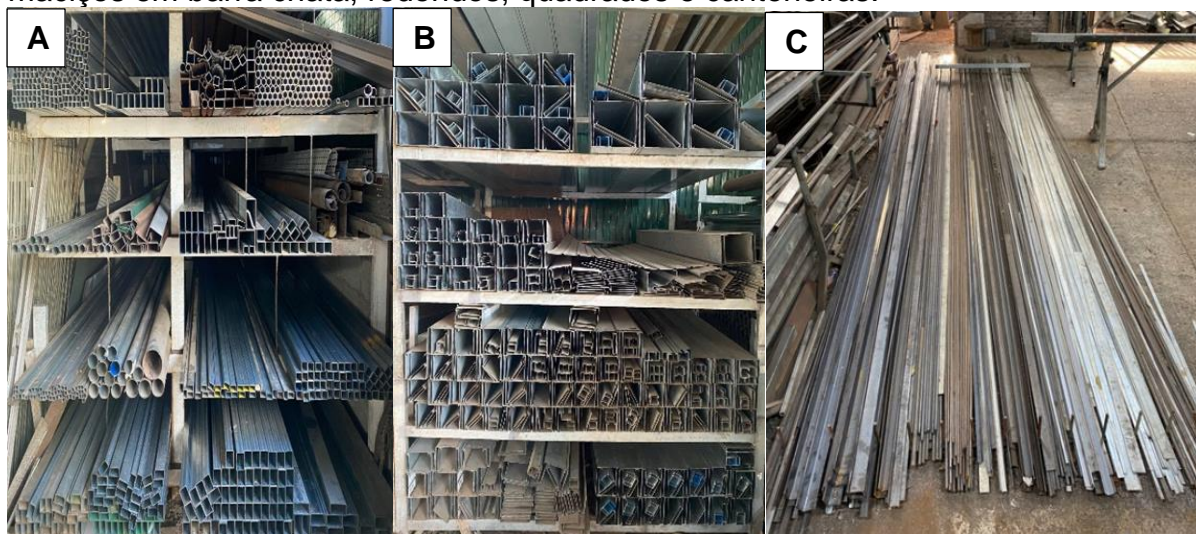
comercializados destaca-se: portão basculante, porta social, grades de cerca, portas pantográficas, grades de janela, estruturas metálicas, entre outros.

As matérias-primas utilizadas no processo são basicamente: colunas metálicas; guias, tampas, contrapeso e batentes para potrões basculantes; perfis de tubo quadrados, retangulares e redondos; perfis de ferro maciço como barra chata, cantoneiras, redondos e quadrados; perfis em viga "U"; chapas lisas e frisadas; telhas onduladas; arame de solda MIG; gás CO₂ para solda MIG; contrapeso; discos de corte e desbaste; parafusos e buchas para fixação; motores deslizante e basculante; assim como perfis quadrados e retangulares de alumínio.

Os perfis de ferro são armazenados em local livre de umidade para que não ocorra a oxidação do material (Figura 03), apesar dos materiais já possuírem uma cobertura com camada de óleo para evitar esse tipo de problema. Os perfis são recebidos em vários tipos e formatos, considerando a diversidade de produção de peças, conforme solicitação dos clientes.

Os materiais não galvanizados são armazenados dentro do local de produção (Figura 03). Demais itens secundários utilizados no processo produtivo, como buchas, parafusos, arrebites de repuxo, arame para solda, motores deslizantes e basculantes (juntamente com suas calhas), são armazenados em um almoxarifado (Figura 04).

Figura 03: Estoque de materiais. A: Perfis metálicos em tubos quadrados, retangulares e redondos, B: Colunas, tampas e guias para portões basculantes, C: Perfis metálicos maciços em barra chata, redondos, quadrados e cantoneiras.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 04: Almojarifado. A: Estoque de arame para solda MIG, tintas, calhas, cremalheiras, arrebites de repuxo e discos de corte e desbaste, B: Estoque de motores deslizantes e basculantes, C: Estoque de parafusos, buchas, tintas e EPI'S.

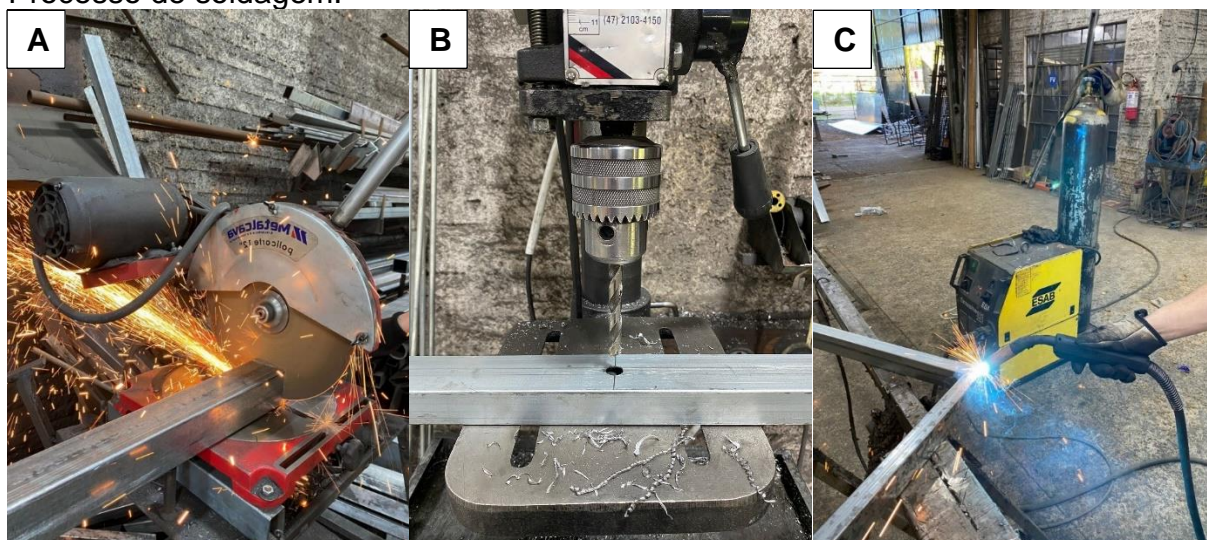


Fonte: Autor, 2023.

O início do processo produtivo da serralheria estudada se dá com o corte do material metálico, seja na esmerilhadeira ou no policorte, nos tamanhos solicitados pelo cliente (Figura 5A). Com o perfil metálico já na sua devida medida, é realizado então a Furação (Figura 5B), para a fixação de seu pino de centro. Após o corte, o serralheiro montador posiciona as esquadrias em seus devidos esquadros, para se obter um bom funcionamento da peça, para então realizar o processo de soldagem do ferro com a finalidade de unir os metais (Figura 5C), utilizando uma máquina de solda MIG, com arame de cobre e gás CO_2 .

Após a soldagem, a peça é destinada para o setor de acabamento, onde é feita o desbaste da solda com a esmerilhadeira com um disco de desbaste (Figura 6A), para se obter uma peça lisa e com um bom acabamento. No segundo passo do acabamento é realizado a retirada de respingos da solda com uma espátula. Já no terceiro passo do acabamento é realizado a limpeza das peças (Figura 6B), que chegam ao acabamento sujas com óleo e partícula de ferro, proveniente do corte do material (Figura 5A), essa limpeza é feita com estopas úmidas com desengraxante. Por fim, é aplicado a tinta Galmax (tinta ante corrosão) nas partes da peça onde ocorreram o processo de soldagem e desbaste (Figura 6C), cuja galvanização removida pode vir a causar futuras corrosões no material (ferrugem). Após a peça estar devidamente limpa e retocada, é dado início a próxima etapa do processo.

Figura 05: Etapa de montagem. A: Processo de corte. B: Processo de furação. C: Processo de soldagem.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 06: Etapa de acabamento. A: Desbaste da solda. B: Limpeza da peça. C: Pintura com a tinta Galmax.



Fonte: Autor, 2023.

Com o processo de acabamento da esquadria já concluído, é realizado então a aplicação da chapa frisada ou lambri de alumínio no portão, que é escolhido pelo cliente. Para a fixação da chapa/alumínio, utiliza-se furadeira, arrebitos e a rebidadeira (Figura 07).

Figura 07: Fixação da chapa frisada na esquadria com arrebites de repuxo.



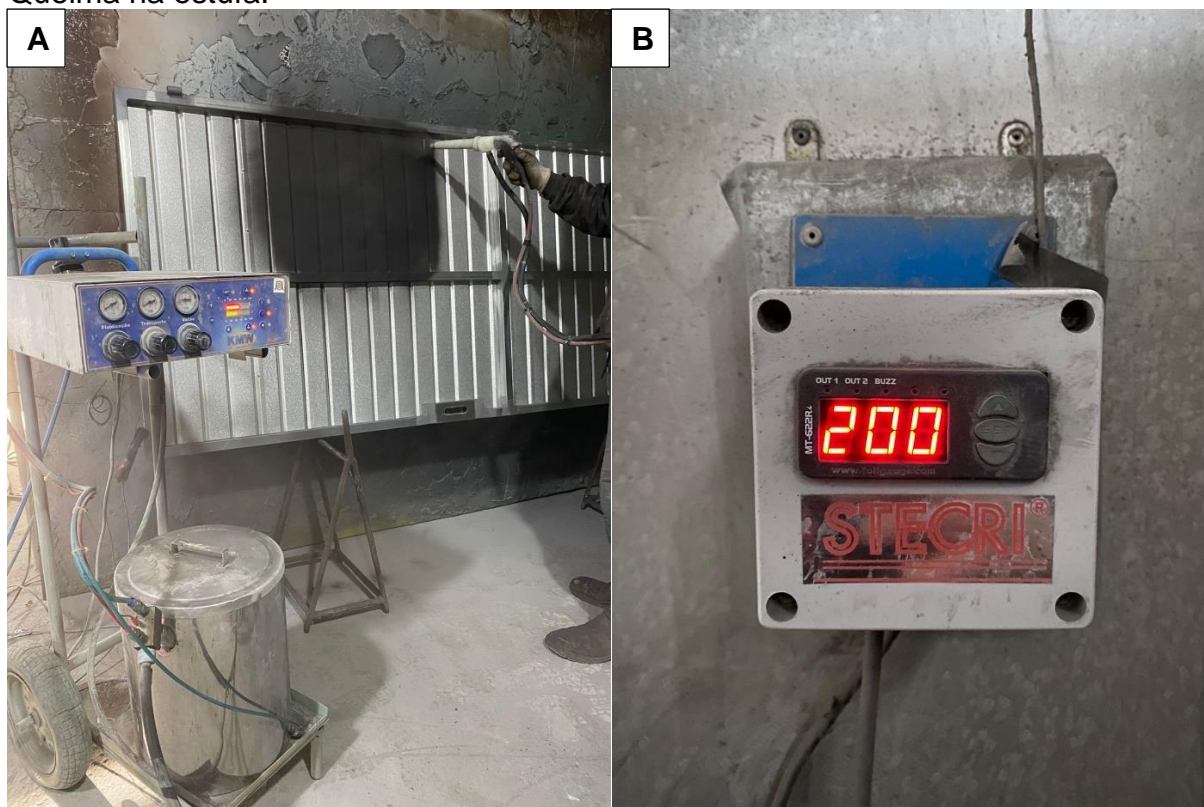
Fonte: Autor, 2023.

Posteriormente, a esquadria é destinada a cabine de pintura eletrostática (figura 8A), onde se é pintado somente materiais condutores de eletricidade. Devido a seu funcionamento se dar com o carregamento das partículas de tinta estarem carregadas positivamente, com o colaborador utilizando a máquina que pulveriza a tinta no local desejado que está carregado negativamente, a tinta consegue então se fixar na peça.

Após a tinta cobrir toda a peça, a cabine de pintura é aquecida até 200 °C (figura 8B), a partir da atingimento da referida temperatura a peça permanece por mais 10 minutos para obter-se a queima completa da peça e atendimento dos padrões desejados.

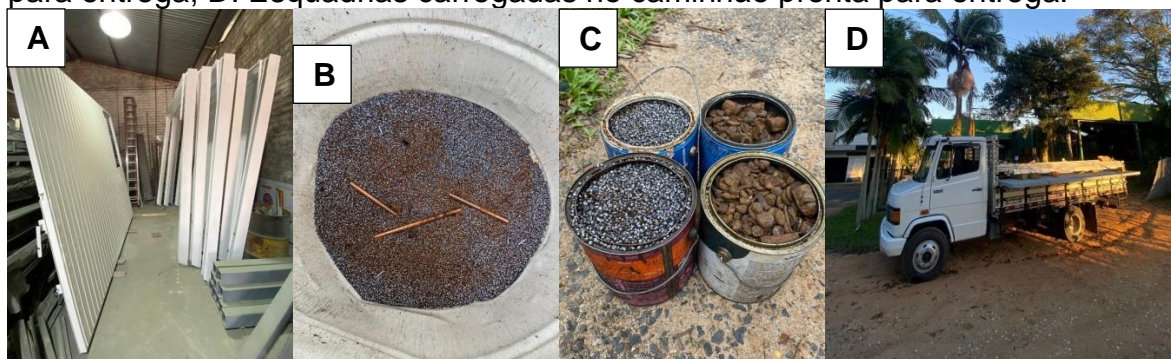
Após a realização da queima da peça na cabine da pintura, o produto é retirado da estufa e armazenado em local específico de depósito de produtos acabado (figura 9A). Posteriormente ao agendamento da instalação com o cliente, os produtos são carregados e transportados em caminhão.

Figura 08: Etapa do processo de pintura eletrostática, A: Pintura por aspersão, B: Queima na estufa.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 09: Etapa de carregamento do caminhão para a entrega, A: Esquadrias prontas para instalação, B: Armazenamento do contrapeso, C: Divisão do contrapeso em latas para entrega, D: Esquadrias carregadas no caminhão pronta para entrega.



Fonte: Autor, 2023.

Com o caminhão carregado com as esquadrias (figura 9D) e seus devidos contrapesos (figura 9C), os colaboradores instaladores são liberados para a realização do processo de montagem na casa do cliente. São utilizados no processo de fixação buchas e parafusos, pinos soldados ou chumbadores. Na figura 10 podemos observar esquadrias já instaladas.

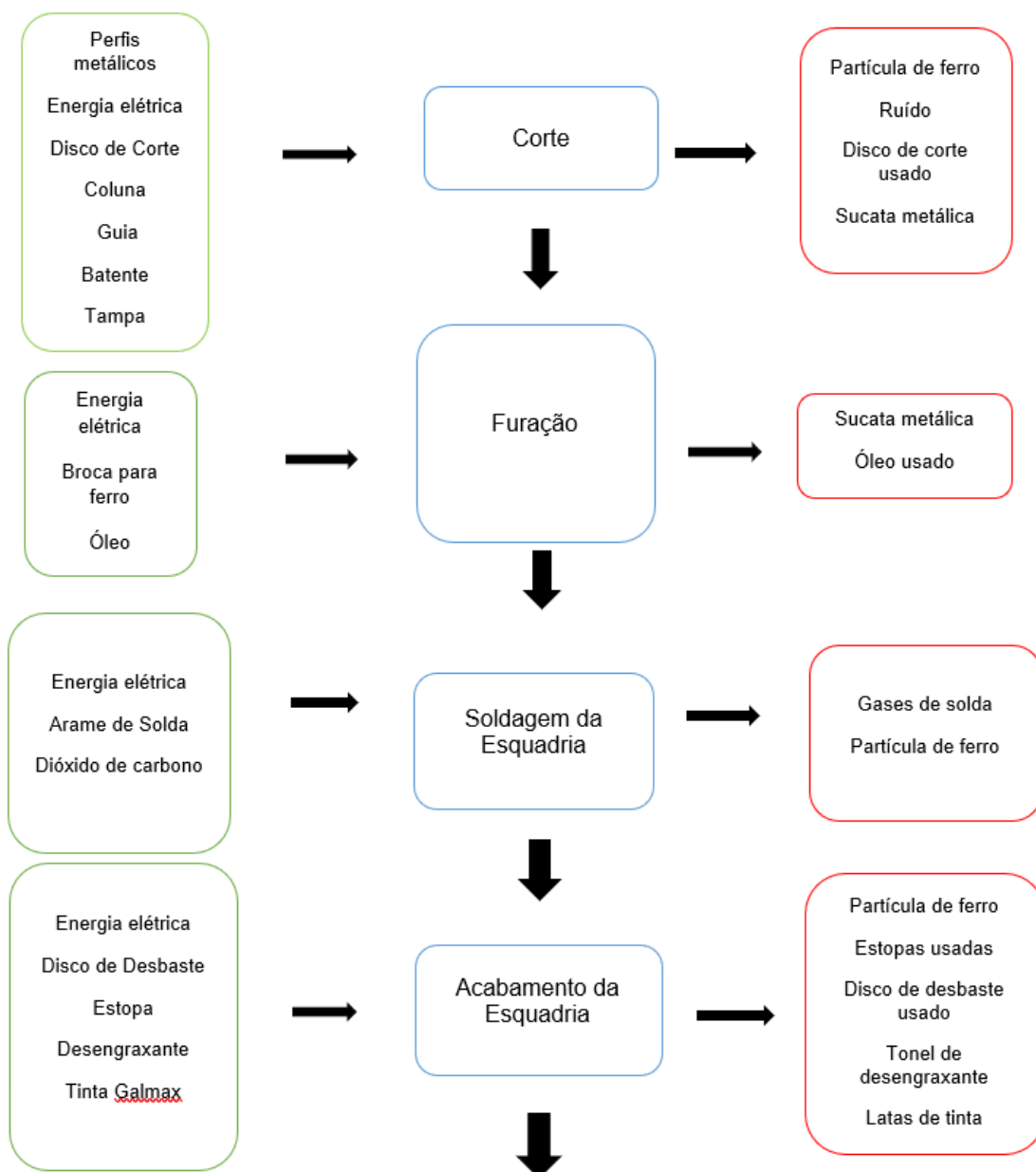
Figura 10: Exemplos de esquadrias já montadas, A: Portão basculante, B: Grades e porta social, C: Portões deslizantes, D: Guarda-corpo.

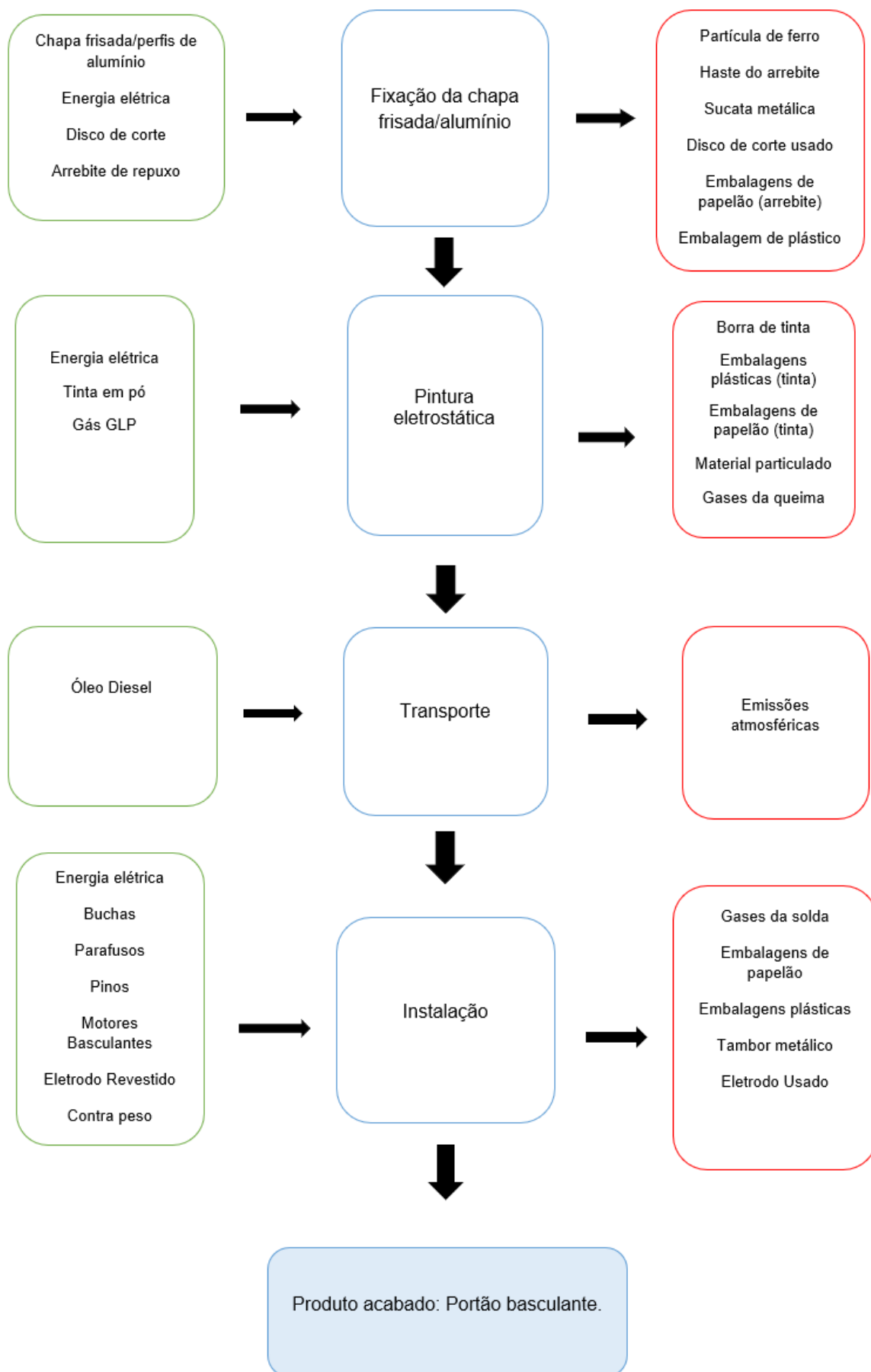


Fonte: Autor, 2023.

A partir das etapas do processo produtivo mencionados, apresenta-se na Figura 11 o fluxograma de produção referente ao item de portões basculantes. A seleção da análise detalhada deste produto se deu em virtude da maior quantidade de venda deste item, comparado aos demais produzidos na atividade. Por se tratar de uma esquadria, sua produção se assemelha ao processo produtivo dos demais produtos, envolvendo as etapas de corte, solda, acabamento e a pintura da peça. Basicamente o que difere das demais mercadorias são os materiais utilizados, seu funcionamento e a utilização de contrapeso em sua instalação.

Figura 11: Fluxograma do processo produtivo de portão basculante





A partir da análise do fluxograma do processo produtivo, observa-se que as principais entradas no processo compreendem: kit portão basculante, os perfis metálicos, o contra peso, as chapas de ferro/alumínio, os materiais para solda como arame e gás CO₂, discos de corte e desbaste, estopas e desengraxante, tinta em pó e anticorrosão, gás GLP, arrebites, buchas, parafusos, pinos, eletrodos e motores, sendo que em todos os níveis do processo se tem a utilização da energia elétrica.

Já as principais saídas é a geração de resíduos como: sucata metálica, partícula de ferro, borra de tinta, estopas usadas, discos de corte e desbaste usados, haste de arrebite, tambor metálico, embalagens de papelão e plástico. Além disto, a etapa de produção do portão basculante é o setor onde se tem a geração da maior quantidade de aspectos ambientais é a fase de corte nas medidas solicitadas, onde temos retalhos do kit portão basculante, assim como retalhos de perfis de ferro, geração de material particulado e emissões atmosféricas.

Como a maioria dos processos produtivos tem geração de resíduos, a produção estudada não se faz diferente, com o corte dos perfis metálicos no tamanho desejado tem-se a geração de partícula de ferro, que se trata de um resíduo não tóxico, com uma porcentagem grande de ferro, assim como na geração de discos de cortes usados resultantes do processo de corte do material. Como o perfil metálico é padronizado em 6 metros, e o corte é feito com a medida solicitada pelo cliente, tem-se também a sobra de pequenos retalhos de perfis metálicos, vendidos como sucata metálica. Trata-se de resíduo não tóxico, armazenado em tambores, vendidos como sucata metálica num montante de aproximadamente 200 kg/mês.

Com os perfis metálicos já cortados nos tamanhos desejados, é realizado o processo de soldagem da esquadria, que geram como resíduos as partículas de ferro e gases de solda. Trata-se de resíduos não tóxicos vendido também como sucata metálica. Os gases gerados são succionados por meio de exautores eólico, promovendo a diluição dos mesmos e a redução do tempo de contato com os colaboradores. Como a atividade não realiza monitoramento da qualidade do ar nem de emissões atmosféricas, não é possível quantificar as emissões oriundas desta etapa do processo.

Já no processo de acabamento da esquadria, com o desbaste da solda, tem-se novamente a geração de partícula de ferro, assim como discos de desbaste usados. Na próxima etapa do acabamento é realizada a limpeza da esquadria, que chagam ao acabamento contaminado com material particulado e óleo, essa limpeza

se faz com estopas úmidas com desengraxante, tendo como resíduo estopas sujas, que se tratam de um resíduo tóxico, armazenadas em tambor específico e encaminhadas para o aterro industrial (figura 12). Em média são enviados 10 kg de estopas usadas mensalmente. Após a esquadria devidamente limpa, é realizada a pintura ante corrosão na parte do produto onde foi tirada a galvanização do perfil, essa tinta é comprada em latas de 5 litros, tendo como resíduos latas de tintas.

Com a fixação da chapa frisada/alumínio na etapa de corte do perfil tem-se a geração de partícula de ferro, disco de corte usado e sucata metálica. Para sua fixação é utilizado arrebites de repuxo, que geram como resíduos sua haste, vendida como sucata metálica. Quando é utilizado alumínio, têm-se como resíduos o plástico que é utilizado como embalagem do mesmo, é gerado resíduo também na utilização dos arrebites, que são comercializados em caixas de papelão.

Com o processo de pintura eletrostática, é gerado como resíduo a borra de tinta, que é a tinta em excesso queimada no forno, assim como material particulado do processo de pintura. Esses resíduos são encaminhados ao aterro industrial, gerando uma média de 10 kg de resíduo mensalmente. Devido a tinta ser em pó, a mesma é comercializada em sacos plásticos, armazenadas em embalagens de papelão, portanto tem-se como resíduos plástico e papelão. Com o forno em funcionamento, utilizando gases de petróleo em sua queima, têm-se como emissões os gases da queima. Todos esses resíduos se tratam de resíduos não tóxicos.

Com o transporte da esquadria é realizada em caminhão, se tem as emissões atmosféricas no processo de queima do óleo diesel.

Já com a instalação da esquadria é gerado como resíduos gases de solda, eletrodos usados, assim como caixas de papelão e embalagens plásticas, que são utilizadas nas embalagens dos motores.

Figura 12: Separação de estopas com resíduos de óleo e graxa em seu devido latão, coleta dos resíduos industriais para o aterro industrial.



Fonte: Autor, 2023.

Ao serem analisados os resíduos gerados no processo produtivo constatou-se que a sucata metálica, partícula de ferro e borra de tinta podem estar sendo gerados em quantidade elevada devido à má utilização da matéria-prima, que tem um custo de compra para a empresa. Devido a isso, foram quantificados todos os resíduos gerados em um período de um mês, analisando-se o custo de cada resíduo. Observou-se que resíduos como sucata metálica e partícula de ferro poderiam ser vendidos para empresas compradoras de sucata, diferente da borra de tinta e estopas sujas, que tem um custo para disposição em aterro industrial por quilograma disposto. Já as embalagens de papelão e plástico são recolhidas pela coleta seletiva do município de Criciúma sem custos para a empresa.

Atualmente, para que uma empresa com potencial poluidor possa atuar no mercado, ela deve possuir além do alvará de funcionamento e a liberação dos bombeiros, o licenciamento ambiental. O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, visando eliminar, quando possível, ou minimizar danos ao meio ambiente (BRASIL, 1997). Além de outras questões ambientais, o licenciamento ambiental permite ao órgão licenciador verificar o atendimento aos requisitos legais

aplicáveis à atividade licenciada. Sendo assim, o quadro 01 mostra os temas cobertos por legislação ambiental na atividade da empresa estudada.

Quadro 01: Temas cobertos pela legislação ambiental na atividade

TEMAS COBERTOS POR LEGISLAÇÃO					
Tema		Aplica-se à empresa?		A empresa está adequada?	
		Sim	Não	Sim	Não
1	Licenciamento	X		X	
2	Qualidade e uso das águas		X	-	-
3	Efluentes		X	-	-
4	Resíduos sólidos	X		X	
5	Uso de ascarel		X	-	-
6	Óleo mineral usado e contaminado	X		X	
7	Uso de Amianto		X	-	-
8	Pilhas e baterias		X	-	-
9	Lâmpadas fluorescentes	X		X	
10	Resíduos de saúde		X	-	-
11	Transporte de cargas perigosas		X	-	-
12	Emissões atmosféricas	X		X	
13	CFCs		X	-	-
14	Emissões atmosféricas por veículos	X		X	
15	Ruído	X		X	
16	Produtos químicos	X		X	
17	Para raios		X	-	-
18	Sistema de climatização	X		X	
19	Potabilidade da água		X	-	-
20	Higienização dos reservatórios		X	-	-
21	Capina química (uso de herbicidas para controle de ervas daninhas)		X	-	-
22	Uso de motosserra		X	-	-
23	Uso eficiente de energia	X		X	
24	Sistema de emergência	X		X	
25	Lei de Crimes Ambientais		X	-	-

Com o quadro acima, constatou-se que itens cobertos por legislações se fazem presentes na empresa, como licenciamento, resíduos sólidos, óleo mineral usado, lâmpadas fluorescentes, emissões atmosféricas, emissões atmosféricas emitidas por veículos, ruídos, produtos químicos, sistema de climatização e sistema de emergência. Ao analisar todos estes itens, foi constatado que a empresa atua adequadamente de acordo com todas as exigências legais.

4.4 ETAPA 04: QUANTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS FLUXOS DE MASSA DO PROCESSO PRODUTIVO

Na presente etapa foram quantificadas as principais entradas e saídas de matéria-prima, resíduos e energia do processo produtivo da serralheria estudada. Esta análise objetivou a busca por informações da quantidade média mensal de resíduo gerado em seu processo produtivo.

A quantificação se deu inicialmente com a análise dos principais produtos produzidos pela atividade. Como o setor serralheiro atua na manufatura de itens metálicos, tem-se a fabricação de inúmeros tipos de bens de consumo. Especificamente na atividade estudada os principais produtos comercializados são portões basculantes, portões deslizantes, grades, portas, guarda-corpos e coberturas. A produção média mensal destes produtos encontra-se descrito no quadro 02.

Quadro 02: Principais produtos comercializados pela serralheria.

Principais Produtos		
Produto/Serviço	Quantidade / mês	Unidade
Portão Basculante	2250	Kg
Portão Deslizante	600	Kg
Grades	300	Kg
Portas	140	Kg
Guarda-corpo	50	Kg
Coberturas	200	Kg

Fonte: Autor, 2023.

Diante do quadro 02 pode-se analisar que o portão basculante apresenta um número maior de vendas em comparação aos demais bens de consumo, conseqüentemente é o maior item responsável pelo consumo de matéria-prima e resíduos gerados pela atividade.

Para a produção de portões basculantes, se faz necessário a aquisição de matérias-primas e insumos. Os itens com maior índice de compra são kit portão basculante, perfis de ferro, contrapeso, tinta e estopas. O detalhamento quantitativo das matérias-primas e auxiliares com seus respectivos custos são descritos no quadro 03.

Quadro 03: Matérias-primas e auxiliares.

Matérias-primas					
Material	Quantidade por mês	Unidade Quantidade	Custo Unitário de Compra (R\$)	Custo Total (R\$)	Participação no Total do Produto (%)
Kit portão basculante (coluna, guia, batente e tampa)	1.140	Kg	9,00	10.260,00	31,80
Perfil de ferro	1.200	Kg	9,00	10.800,00	33,40
Contrapeso	1.200	Kg	3,00	3.600,00	33,40
Tinta	50	kg	34,00	1.700,00	1,40
Estopa	10	kg	5,50	55,00	-

Fonte: Autor, 2023.

Observam-se no quadro 03 que os perfis de ferro e o contrapeso são os itens mais comprados, apresentando 66,80% do produto final, seguido pelo kit portão basculante (31,80% do produto final). Já a tinta representa 1,4 % do produto final. Devido as estopas serem insumos para produção, assim como os arames para solda, desengraxantes, discos de corte e desbaste, arrebites, buchas parafusos e motores, não foi possível definir as suas respectivas porcentagens do produto final.

De forma geral, no processo produtivo identificou-se um consumo médio mensal de 560 KW de energia elétrica, 3.540 kg de ferro, 200 kg de sucata metálica oriundas dos cortes sob medida dos perfis metálicos e 20 kg de partícula de ferro oriundos na etapa de corte.

Na etapa da pintura eletrostática, consome-se em média 50 kg de tinta mensalmente, 90 kg de gás GLP, e como saída 10 kg de borra de tinta. Para que o processo de pintura eletrostática ocorra de maneira correta é realizada a limpeza das esquadrias na etapa do acabamento, com estopas e desengraxante, gerando 10 kg de estopas sujas, assim como a utilização de 25 L de desengraxantes no período de um mês, totalizando 20 kg de resíduos enviados ao aterro industrial todo mês.

Além disto, o processo gera resíduos secundários, como embalagens de papelão que armazenam motores, arrebites, arames para solda, assim como embalagens de plástico que embalam os perfis de alumínio, os EPI'S, ou seja, todo processo produtivo gera resíduos, até mesmo resíduos das necessidades diárias dos

colaboradores, como nos banheiros e no refeitório. Em média, mensalmente é gerado 110 kg de resíduos recicláveis e não recicláveis, tendo o envio mensal de 100 kg ao aterro sanitário e 10 kg de resíduos recicláveis destinados a coleta seletiva do município de Criciúma.

O quantitativo dos resíduos gerados na atividade com seus respectivos custos são detalhados no quadro 04.

Quadro 04: Quantitativo de resíduos sólidos e emissões atmosféricas gerados no processo produtivo.

Resíduos Sólidos e Emissões Atmosféricas					
Resíduos Sólidos e Emissões Atmosféricas	Quantidade por mês	Unidade	Custo de Compra (R\$)	Custo Total de Disposição	Custo Total
Borra de tinta	10	Kg	34,00	4,10	381,00
Estopa suja	10	Kg	5,50	4,10	96,00
Partículas de ferro	20	Kg	9,00	-	180,00
Sucata metálica	200	Kg	9,00	-	1.800,00
Embalagens de papelão	7	Kg	-	-	-
Embalagens de plástico	3	Kg	-	-	-
Latas de tinta	1	Kg	-	-	-
Tambor metálico	10	Kg	-	-	-

Fonte: Autor, 2023.

A partir da análise do quadro 04, percebe-se que os resíduos com um maior custo é a sucata metálica, seguido pela borra de tinta, que além do material descartado tem um custo com a disposição dos resíduos, assim como as estopas. Não foi possível evidenciar os custos dos resíduos de papelão, plástico, latas de tintas e tambor metálico, considerando a ausência de detalhamento de seu valor agregado na compra dos materiais. Devido à ausência de formas de quantificação de emissões atmosféricas e ruídos por parte da atividade, as mesmas também não foram contabilizadas, assim como os discos de corte e desbaste, considerando a pequena quantidade de resíduos gerada durante o processo.

No quadro a seguir foi levantado a quantidade e custo das matérias-primas compradas, assim como a quantidade, custo, valor de venda e valor da disposição de

todos os resíduos gerados em seu processo produtivo, calculando a eficiência da matéria-prima no produto final.

Quadro 05: Custo do resíduo versus eficiência no processo.

Resíduo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	k
	Quant. MP	Custo MP	Custo total MP	Quant. Resíduos	Custo (Armazenamento transporte e disposição)	Preço Venda	Ganho com a venda do Resíduo	Custo resíduo relacionado a MP	Custo total resíduo	Quant. Produto produzido	Eficiência emprego da MP
	Kg/mês	R\$/Kg	R\$	Kg/mês	R\$/Kg	R\$/Kg	R\$	R\$/Kg	Kg	Kg	%
	A	B	C=A x B	D	E = D x custo	F = D x preço	G=F-E	H=BxD	I=(E+H)-F	J	L
Kit portão basculante (coluna, guia, batente e tampa)	1.140	9,00	10.260,00	100	-	1,00	100,00	900,00	800,00	1 040	91,23
Sucata metálica (perfil de ferro)	1.200	9,00	10.800,00	100	-	1,00	100,00	900,00	800,00	1 100	91,67
Partícula de ferro	20	9,00	180,00	20	-	1,00	20,00	180,00	160,00	0	0
Sucata metálica (contrapeso)	1.200	3,00	3.600,00	-	-	-	-	-	-	1 200	100
Borra de tinta	50	34,00	1.700,00	10	4,10	-	-	340,00	381,00	40	80
Estopa suja	10	5,50	55,00	10	4,10	-	-	55,00	96,00	-	100

Fonte: Autor, 2023.

No quadro 05 pode-se analisar que o kit portão basculante e os perfis de ferro são os itens com maior geração de resíduos, com um custo total de R\$1.800,00 de ambos com a compra da matéria-prima. Os itens com maior porcentagem de eficiência do emprego na matéria-prima são os perfis de ferro e o contrapeso, com uma porcentagem de 33,4% no produto final.

Com os resíduos já contabilizados, o quadro 06 resume a quantidade de cada resíduo que é gerado, analisando se o mesmo é tóxico ou não, se apresenta requisitos legais e o seu custo total.

Quadro 06: Análise crítica das informações.

Quantidade		Toxicidade	Requisito Legal	Custo
Resíduo	Quantidade (Kg)	É tóxico? (Sim ou não)	Existem exigências legais? (Sim ou não)	Custo total do Resíduo (R\$)
Borra de tinta	10	Sim	Sim	381,00
Estopa suja	10	Sim	Sim	96,00
Partícula de ferro	20	Não	Sim	180,00
Sucata metálica	200	Não	Sim	1600,00

Fonte: Autor, 2023.

Com o quadro 06 observa-se que todos os resíduos apresentam exigências legais impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e ABNT 10004:2004. Já o resíduo com maior custo é a sucata metálica, seguido pela borra de tinta, partícula de ferro, e por fim as estopas sujas.

4.5 ETAPA 05: SELEÇÃO DO FOCO NA ATIVIDADE

Com o estudo do processo produtivo, foi constatada uma grande geração de sucatas metálicas, como retalhos de perfis metálicos e partícula de ferro proveniente do corte. Considerando que o valor de compra é maior que o valor de venda da sucata metálica, definiu-se este resíduo como o foco da atividade, visando um bom aproveitamento da matéria-prima adquirida. Ao analisar o processo percebe-se a grande dependência do poli corte e esmerilhadeira para cortes gerais de perfis metálicos, que podem ser substituídas em algumas ocasiões por prensa e guilhotina,

onde se obtém o corte limpo de materiais como barra chata e chapas lisas, sem a geração de partícula de ferro e discos de corte.

4.6 ETAPA 06: AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DE GERAÇÃO DE RESÍDUO

Na sequência é apresentada a identificação das principais causas de geração de resíduos, assim como o mau emprego da matéria-prima em seu processo produtivo. Visando a utilização de materiais que são descartados, assim como a redução no uso da energia elétrica por determinados métodos ultrapassados.

Conforme as etapas da CNTL foi possível analisar as principais causas da geração de resíduos durante seu processo produtivo, diante disso, o quadro 07 apresenta as principais causas da geração de resíduos.

Quadro 07: Causas da Geração de Resíduo

Causas da Geração de Resíduos	Estopas	Borras de Tinta	Partícula de Ferro	Sucata Metálica
Operacionais	x	x	x	x
Matérias-primas				
Produtos			x	x
Capital				
Causas Relacionadas a Resíduos				
Recursos Humanos				
Fornecedores/Parceiros Comerciais				
Processo				

Fonte: Autor, 2023.

Com o quadro 07 identificou-se que as causas operacionais são as principais responsáveis pela geração de resíduos, como estopa, borra de tinta, partícula de ferro e sucatas metálicas. Já os produtos contribuíram também para a geração de material particulado e sucata metálica. Identificaram-se estopas que

poderiam ser reutilizadas no local de descarte, assim como tinta caindo no chão do forno, onde forma a borra de tinta. Outro fator analisado foi o corte de barras metálicas com medidas menores anterior do corte de medidas maiores, onde pode inutilizar a barra metálica com uma maior sobra.

4.7 ETAPA 07: AVALIAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DAS MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Todas as tomadas de decisões nas proposições de medidas de melhorias passaram por análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Na avaliação técnica foram analisados os possíveis impactos causados no processo produtivo, assim como habituação dos colaboradores com os novos métodos.

Já na avaliação do aspecto ambiental, primeiramente foi analisado a quantidade de resíduos que iria diminuir com as mudanças propostas, assim como a melhor utilização da matéria-prima, devido à boa utilização do material comprado. Quanto à avaliação econômica analisaram-se os investimentos necessários, quantificando os retornos futuros com a redução na compra de matéria-prima, assim como a redução na geração de resíduos, que em casos é cobrado por quilograma disposto.

Quadro 08: Viabilidade técnica, econômica e ambiental das opções de P+L

Proposta de P+L	Viabilidade Técnica		Viabilidade Ambiental		Viabilidade Econômica	
	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Pontos Fortes	Pontos Fracos	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Substituição de lâmpadas fluorescentes	Boa iluminação no local de trabalho	-	Menor consumo de energia elétrica	Descarte das lâmpadas usadas	Menor valor de consumo de energia	-
Substituição do método de corte e furação na fabricação de console	Maior produção com um menor tempo	-	Geração de resíduos reutilizáveis Extinção da geração de partícula de ferro	-	Menor desperdício de matéria-prima	-
Substituição do método de corte	Rapidez na etapa de corte	-	Extinção da geração de partícula de ferro	-	Menor desperdício de matéria-prima	-
Coleta seletiva de resíduos recicláveis	-	Resistências às mudanças	Reciclagem dos materiais. Maior aproveitamento de recursos naturais	-		--
Substituição dos gases de solda	Maior duração	-	-	-	Menor custo	-
Reutilização das latas metálicas	Divisão na medida de peso correta	-	Reutilização de materiais	-	Não se faz necessário a compra de compartimento	-

Organização estoque de perfis de alumínio	Menor tempo na procura de materiais	-	-	-	Utilização de barras já cortadas	-
Instalação de placas fotovoltaicas	-	-	Geração de energia limpa	-	Redução no valor da conta de energia	-

Fonte: Autor, 2023.

A partir das propostas de melhorias elencadas no quadro 08 e análise da viabilidade ambiental, econômica e técnica, definiu-se a hierarquia de implantação das propostas, descritas no quadro 09.

Quadro 09: Hierarquia de implantação das opções de P+L propostas

Alternativa P+L	Nível hierárquico da P+L	Medidas viáveis	Critérios positivos de elegibilidade
Substituição de lâmpadas fluorescentes	Nível 1	Prioridade 1	Redução no consumo de energia elétrica. Boa iluminação do local de trabalho. Custo relativamente baixo. Facilidade na implantação.
Substituição do método de corte e furação na fabricação de console	Nível 1	Prioridade 2	Elimina a geração de partícula de ferro. Não utiliza disco de corte. Não gera cavaco. Rapidez na produção. Retorno financeiro imediato.
Substituição do método de corte	Nível 1	Prioridade 3	Elimina a geração de partícula de ferro. Rapidez na produção. Retorno financeiro. Elimina o uso de discos de corte.
Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Nível 3	Prioridade 4	Reciclagem de resíduos gerados. Facilidade na implantação.
Substituição dos gases de solda	Nível 1	Prioridade 5	Menor valor. Maior durabilidade.
Reutilização das latas metálicas	Nível 2	Prioridade 6	Divisão de peso igualitária. Reutilização de resíduos.
Organização estoque de perfis alumínio	Nível 1	Prioridade 7	Menor tempo na procura do material. Utilização de perfis já cortados.
Instalação de placas fotovoltaicas	Nível 1	Prioridade 8	Redução no consumo de energia elétrica. Retorno financeiro.

Fonte: Autor, 2023.

4.8 ETAPA 08 - IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A partir de estudos realizados no processo produtivo, analisando todas as entradas e saídas de matérias-primas, foram listados setores que poderiam sofrer

alterações referentes ao consumo de matéria-prima, geração de resíduos e consumo de energia elétrica, buscando pôr em prática a ferramenta de P+L. Mediante estudo ao Manual da CNTL (SENAI, 2003), de identificação das opções de produção mais limpa, foi analisado níveis de atuação e aplicação de estratégias para aplicação da ferramenta. As ações do Nível 01 buscam a minimização de resíduos e emissões por meio de ações que visam à redução na fonte, modificação de produto ou processo, modificação de tecnologia ou troca de matéria-prima. Já as ações de Nível 02 objetivam a minimização de resíduos e emissões por meio da reciclagem interna dos resíduos gerados no processo. As ações de Nível 03 incluem a prática de ciclos biogênicos, assim como a reciclagem externa de estruturas e materiais.

Ações do Nível 01 foram tratadas com prioridade no presente estudo, devido ao fato da boa utilização da matéria-prima, assim como minimização da geração de resíduos durante o processo produtivo das esquadrias.

4.8.1 Ações de Nível 01

Ao analisar a iluminação dos pavilhões, foi constatado o uso de lâmpadas fluorescentes (Figura 13A), que são lâmpadas ultrapassadas devido à maior quantidade de utilização de energia elétrica. Com isso, foi realizada a troca por lâmpadas em led, que tem uma vida útil maior e menor consumo de energia.

Figura 13: Substituição de lâmpas, A: Lâmpadas fluorescentes, B: Lâmpadas de led.

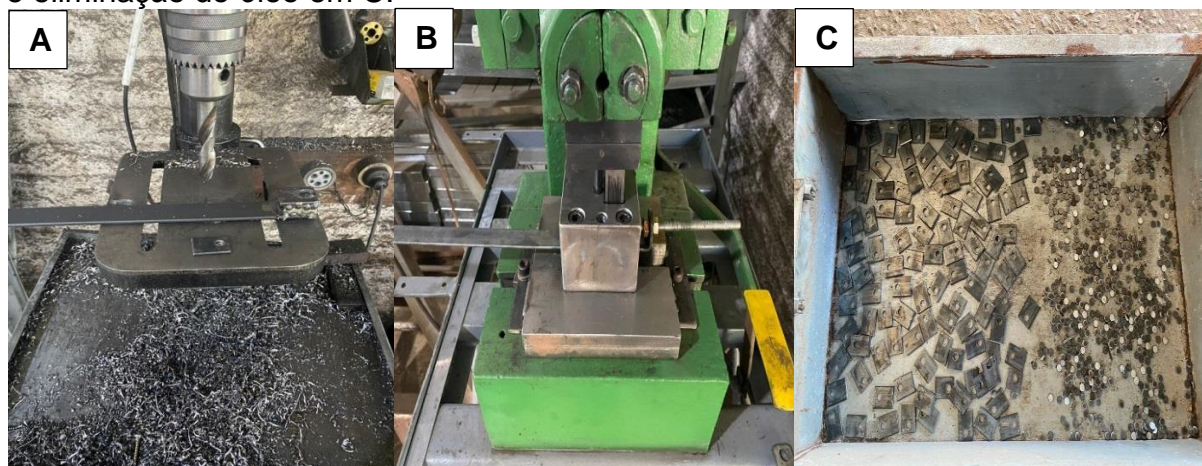


Fonte: Autor, 2023.

Outro ponto analisado foi à fabricação de consoles, que se trata de uma barra chata com uma furação na sua extremidade, utilizado em grande quantidade na fixação das esquadrias (segurando o parafuso). Ao analisar o processo produtivo foi constatada a demora em seu corte no policorte, além da elevada geração de partícula de ferro, assim como a geração de cavaco (figura 14A) em sua furação na furadeira de bancada, utilizando brocas que necessitam de óleo para evitar que a queime.

Com isso foi realizada a compra de uma prensa com pulsão (Figura 14B), que efetua a corte com furo de diâmetro desejado para o produto. Com essa máquina além da não geração de partícula de ferro, é extinto também a geração de cavacos metálicos, gerando apenas pequenas circunferências de barra chata, que por serem pequenas e com um peso relativamente elevado, podem ser reaproveitadas como contrapeso de portão basculante.

Figura 14: Substituição do método de furação em A, por método de pulsão em B, evitando geração de resíduos inutilizados e utilização de óleo, por resíduos utilizados e eliminação do óleo em C.



Fonte: Autor, 2023.

Outra medida de produção mais limpa implantada foi no corte de chapas, realizadas manualmente com a esmerilhadeira (Figura 15A), gerando partícula de ferro e uso de discos de corte. Realizou-se a compra de uma guilhotina (Figura 15B), possibilitando um corte “limpo”, sem a geração de partícula de ferro e o uso de discos de corte.

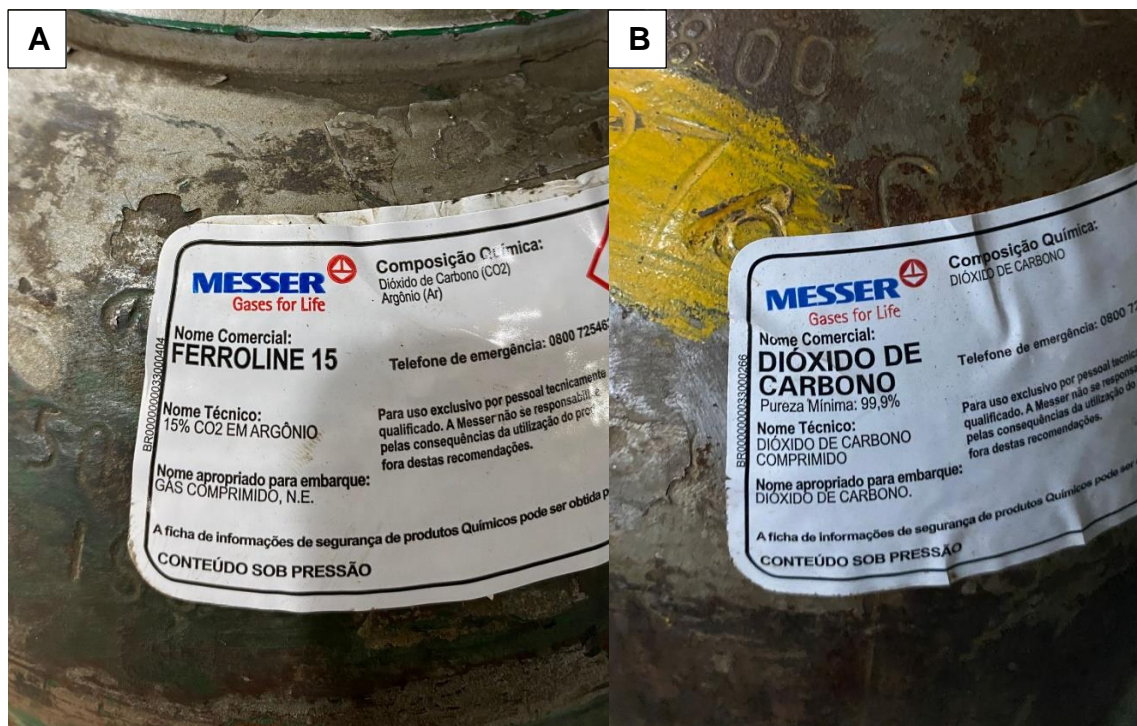
Figura 15: Substituição do método de corte A: Corte na esmerilhadeira, B: Corte na guilhotina.



Fonte: Autor, 2023.

Ainda dentro das ações de P+L de Nível 01, realizou-se a substituição do gás utilizado no processo de soldagem. Após estudo com os fornecedores de gases da empresa, constatou-se que solda MIG pode utilizar o gás dióxido de carbono (Figura 16B). Assim, substituiu-se o uso de gás denominado 15% CO² em argônio (Figura 16A). O dióxido de carbono apresenta maior durabilidade, com menor custo financeiro.

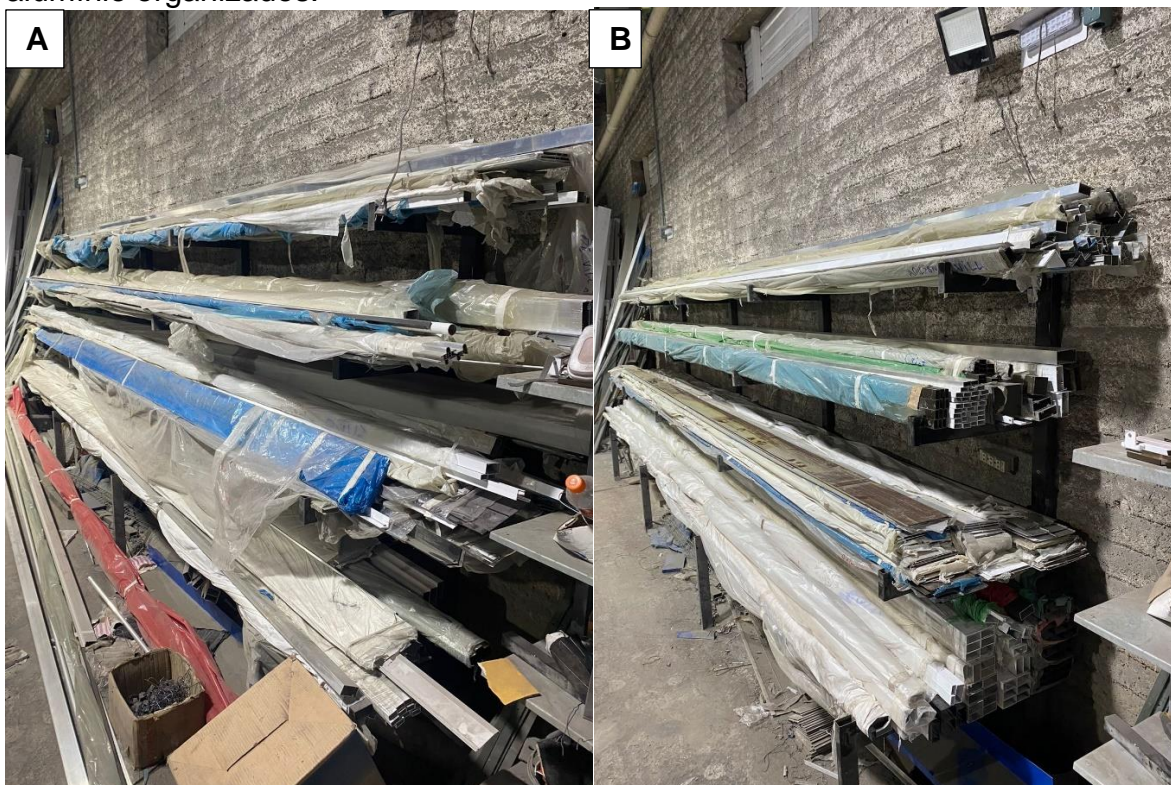
Figura 16: Gases de solda. A: Ferroline15. B: Dióxido de carbono.



Fonte: Autor, 2023.

Implantou-se ainda a reorganização das barras de alumínio no estoque (figura 17B), proporcionando menor tempo de procura do material, maior acesso as barras já cortadas, evitando o corte de barras inteiras, e consequentemente uma melhor utilização de matéria-prima.

Figura 17: Estoque de alumínio, A: Perfis de alumínio sem organização, B: Perfis de alumínio organizados.



Fonte: Autor, 2023.

4.8.2 Ações de Nível 02

No processo produtivo utiliza-se tinta para a pintura das partes do produto onde a galvanização foi retirada do perfil metálico. As mesmas vêm armazenadas em galões de 5 litros (Figura 18A), não retornáveis. Implantou-se o reaproveitamento interno das embalagens de tinta para armazenamento temporário e transporte de contrapesos até o local de instalação das esquadrias (Figura 18B).

Figura 18: Reutilização das embalagens de tinta. A: Galões de tinta. B: Embalagens de tinta utilizadas no transporte e divisão de contrapeso.



Fonte: Autor, 2023.

4.8.3 Ações de Nível 03

Ao analisar o descarte de resíduos, foi constatado a não separação de materiais recicláveis, como plástico e papelão (Figura 19A). Implantou-se um coletor com divisória para materiais recicláveis (Figura 19B). Esses materiais são recolhidos todas as terças feiras pela coleta seletiva do município de Criciúma e encaminhados para a reciclagem externa.

Figura 19: Coleta seletiva de resíduos recicláveis. A: Coletor sem separação de materiais recicláveis. B: Coletor com separação para materiais recicláveis.



Fonte: Autor, 2023.

4.9- RETORNO FINANCEIRO COM AS MEDIDAS IMPLANTADAS

Com as melhorias implantadas, foi realizado a quantificação dos gastos necessários para implantação de todas as melhorias (Quadro 10).

Quadro 10: Gastos necessários para implantação das melhorias:

Medidas de melhorias	Custos com os equipamentos
Substituição de lâmpadas fluorescentes	Investimento de R\$ 2400,00
Substituição do método de corte e furação na fabricação de console	Investimento de R\$ 9700,00
Substituição do método de corte	Investimento de R\$ 25000,00
Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Investimento de R\$ 900,00
Substituição dos gases de solda	Redução de gasto de R\$100,00 por gás comprado
Reutilização das latas metálicas	Não teve gastos
Organização estoque de perfis alumínio	Não teve gastos

Fonte: Autor, 2023.

Com os investimentos implantados, foi realizado o cálculo de retorno com os investimentos:

- Na troca das lâmpadas, substituiu-se as lâmpadas antigas fluorescentes com potência de 80 Watt, com alto consumo de energia elétrica e iluminação ruim do local de trabalho. Instalou-se lâmpadas em led com potência de 50 watts, diminuindo o consumo de energia elétrica.

- Para a substituição do método de corte e furação na fabricação de console, foi realizado um investimento de R\$ 9700,00. Antes da implantação da máquina, era gasto 5 horas para a fabricação de 100 consoles, com a substituição utiliza-se 30 minutos para a fabricação de 100 consoles. Um ganho de 4 horas e 30 minutos na carga horária do serralheiro. Considerando a fabricação média de 100 consoles por mês, R\$ 30,00/hora do serralheiro, tem-se um ganho mensal de R\$ 135,00 somente com a hora do funcionário. Analisando-se somente este retorno, em 6 anos tem-se o retorno do investimento do maquinário.

- Na substituição do método de corte de chapa, verificou-se a redução no tempo de corte da chapa metálica com o corte na esmerilhadeira. Para o corte de uma chapa de 1m² era gasto em média 30 minutos, com o corte na máquina é realizado em 3 minutos. Considerando uma média de corte de 24 m² de chapa por mês, é obtido o ganho de 10 horas mensais de mão de obra. Considerando o valor de R\$ 30,00/hora do serralheiro montador, se tem o ganho de R\$ 300,00/mês.

- Para a coleta seletiva de resíduos recicláveis, obteve-se benefícios na separação correta de resíduos, tendo um bom aproveitamento de recursos naturais.

- Para a substituição dos gases de solda, verificou-se que o gás Ferroline 15 era adquirido pelo valor de R\$ 360,00. Com a utilização do dióxido de carbono, adquirido pelo valor de R\$ 260,00, economizou-se R\$ 300,00 reais mensais, considerando a utilização de 3 cilindros de gás por mês.

- Com a reutilização das latas metálicas, não foi mais comprado sacos de rafia para o carreamento dos contra pesos, eram comprados em torno de 10 unidades mensais no valor de R\$ 20,00.

- Com a organização do estoque de alumínio, foi constatado o menor tempo de procura, assim como redução na compra de materiais devido a boa utilização das barras de alumínio, gerando menos resíduos.

5 CONCLUSÃO

Com o crescimento das cidades, se eleva também o índice de urbanização e industrialização da mesma, aumentando cada vez mais a necessidade de matéria-prima para a geração de itens de bens de consumo, utilizados pelas pessoas em seu dia a dia. Com a preocupação do esgotamento de recursos naturais, assim como o aumento das emissões atmosféricas se faz necessário o estudo para tornar processos produtivos ecoeficientes, ou seja, realizar o mesmo trabalho, com uma quantidade menor de matéria-prima, assim como a diminuição na geração de resíduos.

Com o estudo realizado, pode-se perceber que o instrumento de gestão ambiental P+L, quando estudado e bem gerenciado em um processo produtivo traz uma série de benefícios para a empresa, como o bom aproveitamento da matéria-prima, que tem um custo de compra, assim como redução na geração de resíduo, que quando é gerado em excesso, pode ser uma característica de matéria-prima mal empregada.

A ferramenta de P+L ainda que traga uma série de benefícios para a empresa, apresenta barreiras que dificultam o processo de implantação, como exemplos, dificuldade por parte do proprietário com receio que não tenha os devidos retornos, costumes consolidados por parte dos colaboradores, assim como dificuldade na mudança em seu processo produtivo. Devido a isso, para que o projeto tenha um bom desenvolvimento é necessário que o estudo gere alternativas que visam a soluções para esses problemas.

Ao analisar a linha de produção, podemos perceber medidas já em funcionamento. Quanto ao benefício ambiental fica claro devido à quantidade de resíduos reduzidos e reciclados, assim como o menor consumo de energia elétrica, devido à troca de lâmpadas. Já para as questões econômicas da empresa foi constatada a diminuição na compra de matéria-prima, devido a boa utilização de materiais. Outro fator que teve aspecto positivo foi a questão da viabilidade técnica, que desenvolveu métodos de produção com um menor tempo investido do colaborador, tendo uma maior produção.

Como a presente pesquisa foi desenvolvida em um semestre, os resultados não puderam ser acompanhados por um longo período, devido a isso, pode-se considerar que os resultados já obtidos foram positivos.

Ressalta-se a importância da continuidade deste projeto, com a manutenção da avaliação do processo produtivo e identificação de novas medidas de produção mais limpa, além da implantação das medidas sugeridas não aplicadas, tais como a instalação das placas fotovoltaicas, possibilitando a geração de energia de forma limpa para o consumo da empresa e suprimindo totalmente a necessidade de energia elétrica do processo produtivo.

Para trabalhos futuros, ressalto a importância da obtenção do comprometimento com a execução da ferramenta em todos os níveis de produção da empresa, assim como plano de continuidade para que as medidas implantadas continuem sendo aplicadas na linha de produção.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para o uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ANDRADE, Rui Otavio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2000.

BARBIERI, José Carlos. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Editora Saraiva, 2004. 328 p.

BARBIERI, José Carlos. Gestão ambiental empresariais conceitos, modelos e instrumentos. 4. São Paulo Saraiva Uni 2016 1 recurso online ISBN 9788547208226.

Brasil. CONAMA- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº237.1997. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em 01 nov. 2023.

COELHO, Arlinda. Bolsa resíduos: portal de oportunidade de Produção Mais Limpa. Salvador, 2001. 65p. -Monografia (especialização em gerenciamento e Tecnologias Ambientais na indústria) —Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador. Disponível em http://teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_arlinda_c_d_coelho.pdf. Acesso em 15 de agosto de 2023.

DIAS, Reinaldo. Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade. – 2. ed. – [4. Reimpr.]. – São Paulo: Atlas, 2011. ISBN 978-85-970-1114-2.

DIAS, Reinaldo. Gestão ambiental responsabilidade social e sustentabilidade. 3. São Paulo Atlas 2017 1 recurso online ISBN 9788597011159.

ECONODATA. Empresas de Serralheria no Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.econodata.com.br/empresas/todo-brasil/serralheria>. Acesso em: 15 set. 2023.

FURTADO, João S. Administrando a ecoeficiência. 2000. Disponível em: <<http://www.teclim.ufba.br/jsfurtado>. Acesso em: 16 de setembro de 2023.

FURTADO, João S. Produção Limpa. Novembro, 2001. Teclim – Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos UFBA – Universidade Federal Da Bahia. Disponível em <http://www2.teclim.ufba.br/jsfurtado/frame.asp?id=producao1>. Acessado em: 15 de agosto de 2023.

FREITAS, Eduardo de. "Os recursos naturais "; Brasil Escola. Disponível em: . Acesso em 12 de agosto de 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed São Paulo:Ed.Atlas, 2002. 176p.

NASCIMENTO, Luis Felipe; LEMOS, Ângela Denise da Cunha; MELLO, Maria Celina Abreu de. *Gestão Socioambiental Estratégica*. Porto Alegre: Bookman, 2008.226p.

SENAI.RS. *Implementação de Programas de Produção Mais Limpa*. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003. 42 p. il.

VILELA JÚNIOR, A.; DEMAJOROVIC, J. (Orgs.). *Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações*. São Paulo: SENAC, 2013.

WBCSD. *Ecosystem challenges and business implications*. 2007. WCED – World Commission on Environment and Development. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.