



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS - CAMPUS III
COLEGIADO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

RAIMUNDO NONATO DIAS FILHO

**SUSTENTABILIDADE NO SETOR INDUSTRIAL:
A PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA
DE OTIMIZAÇÃO EM INDÚSTRIA DE COURO**

JUAZEIRO-BA

2022

RAIMUNDO NONATO DIAS FILHO

**SUSTENTABILIDADE NO SETOR INDUSTRIAL:
PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA
DE OTIMIZAÇÃO EM INDÚSTRIA DE COURO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade do Estado da
Bahia como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do Grau de
Bacharel em Engenharia de
Bioprocessos e Biotecnologia.
Orientadora: Profa. Dra. Gabriela
Macêdo Aretakis de Almeida

JUAZEIRO-BA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

D541s Dias Filho, Raimundo Nonato

Sustentabilidade no setor industrial: produção mais limpa como ferramenta de otimização em indústria de couro / Raimundo Nonato Dias Filho. Juazeiro-BA, 2022.

56 fls.: il.

Orientador: Prof. Dr. Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida.

Inclui Referências

TCC (Graduação – Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) –
Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais.
Campus III. 2022.

1. Gestão ambiental – Sustentabilidade. 2. Gestão ambiental – Curtume. 3. Gestão ambiental – Couro. 4. Indústria do couro. I. Almeida, Gabriela Macêdo Aretakis de.
II. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais.
III. Título.

CDD: 333.7150981

RAIMUNDO NONATO DIAS FILHO

**SUSTENTABILIDADE NO SETOR INDUSTRIAL:
PRODUÇÃO MAIS LIMPA COMO FERRAMENTA
DE OTIMIZAÇÃO EM INDÚSTRIA DE COURO**

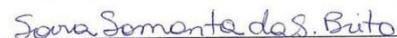
Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade do Estado da
Bahia como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do Grau de
Bacharel em Engenharia de
Bioprocessos e Biotecnologia.
Orientadora: Profa. Dra. Gabriela
Macêdo Aretakis de Almeida

Aprovado em 13/07/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr^a. Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida (Presidente/Orientador)
Universidade do Estado da Bahia - Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III



Prof. Dr^a. Sara Samanta da Silva Brito (Primeiro examinador)
Universidade do Estado da Bahia - Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – III

Documento assinado digitalmente



MIRIAM CLEIDE CAVALCANTE DE AMORIM

Data: 01/08/2022 11:49:35-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr^a. Miriam Cleide Cavalcante De Amorim (Segundo examinador)
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Campus Juazeiro

Juazeiro – BA
2022

*Dedico este trabalho a todos que
contribuíram direta ou indiretamente para a
minha formação acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado à vida e principalmente a dedicação durante a minha trajetória.

Aos meus pais, Raimundo Nonato Dias e Maria de Lourdes Rocha por estarem ao meu lado em todos os momentos, me dando apoio e toda ajuda necessária para conseguir mais essa conquista.

Agradeço de todo coração a minha orientadora professora Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida, pois sem ela eu não conseguiria concluir mais essa etapa da minha vida, sou grato pela ajuda, pela atenção, pelos conselhos e pela oportunidade de ter sido o seu orientado.

Ao Curtume Moderno de Petrolina por me proporcionar conhecer um pouco do seu dia a dia e sair com a bagagem cheia de conhecimentos para minha vida pessoal e profissional. Em especial ao Rafael Coelho por ter me dado à oportunidade de realizar meu trabalho dentro da sua empresa; o Pedro por me guiar dentro da empresa e me dar todo o suporte durante o projeto; e aos demais funcionários por me explicar os processos e facilitar meu entendimento.

Agradeço também aos meus irmãos Leandro Dias Rocha e Eduardo Dias Rocha por estarem comigo durante toda a minha trajetória aqui em Juazeiro e por terem proporcionado a motivação necessária para me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

Quero também agradecer a minha namorada Ruth Da Silva Carvalho, meus familiares e a todos os meus amigos que torceram por mim.

Ainda um agradecimento especial a todos os amigos que conheci na UNEB, em especialmente a turma de “Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia 2015.2” e a todos os professores da instituição.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Desenvolvimento Sustentável.....	12
2.2 Gestão ambiental	13
2.3 Produção Mais Limpa (P+L)	13
2.4 Indústria de curtume	15
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	17
3.1 Visita técnica	18
3.2 Planejamento e organização.....	18
3.3 Avaliação	20
3.4 Pontos de otimização	20
3.5 Estudo de viabilidade.....	21
3.6 Implementação e monitoramento	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Caracterização da empresa	22
4.2 Processamento do couro	23
4.2.1 Pele salgada.....	25
4.2.2 Ribeira.....	26
4.2.3 Curtimento	27
4.2.4 Acabamento	29
4.2.5 Limpeza do local e dos equipamentos	32
4.2.6 Caldeira	32
4.2.7 Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)	33
4.3 Classificação dos resíduos gerados pela empresa.....	34
4.4 Pontos passíveis de otimização.....	35
4.4.1 Gestão de fornecedores	38
4.4.2 Racionalização ou substituição de produtos químicos.....	38
4.4.3 Gestão organizacional e comunicação	39
4.4.4 Monitoramento de poluentes atmosféricos	40
4.4.5 Propostas com relação aos resíduos	40
5 MEDIDAS E TECNOLOGIAS EM DESENVOLVIMENTO	42

5.1 Medidas de P+L	42
5.2 Tecnologias em desenvolvimento.....	44
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	52
Anexo 1: Questionário aplicado aos representantes da empresa:	52
Anexo 2: Modelo de balanço de entrada e saída:	53

RESUMO

As preocupações da sociedade com o meio ambiente vêm ocorrendo de modo mais proeminente desde meados de 1960, visando encontrar as melhores alternativas para conciliar o desenvolvimento industrial sem causar danos ambientais. Neste sentido, as empresas e as organizações buscam a melhor forma de atender os critérios para minimizar os impactos gerados pelos processos produtivos, tendo como meta alcançar o Desenvolvimento Sustentável. A Produção Mais Limpa (P+L) é uma ferramenta desenvolvida para compor o Sistema de Gestão Ambiental de uma organização, através de ações preventivas que possibilitem a diminuição dos impactos gerados durante a produção. Assim, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de uma proposta de otimização de processos industriais com aplicação da metodologia de Produção Mais Limpa. Para isso, foi escolhida uma empresa localizada na região de Petrolina, no estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil que atua na produção de couro. De modo geral, as empresas que atuam no ramo de curtume produzem certa quantidade de resíduos em cada etapa da produção. Na empresa citada, foi realizada a metodologia que foi dividida em seis etapas, como: visita técnica; planejamento e organização; avaliação; pontos de otimização; estudo de viabilidade; implementação e monitoramento. Os procedimentos de avaliação e planejamento foram realizados através da etapa de visita técnica, para caracterizar as atividades operacionais. Logo, foram identificados pontos a serem otimizados para a elaboração de uma proposta que atendesse os interesses da empresa conciliando com o desenvolvimento sustentável. Portanto, foram determinados cinco propostas para ser implementado dentro da empresa como: Gestão de fornecedores; Racionalização ou substituição de produtos químicos; Gestão organizacional e comunicação; Monitoramento de poluentes atmosférico; Proposta com relação os resíduos. Além disso, foram apresentadas medidas que ajudaram a manter os parâmetros necessários de cada etapa da produção, bem como, a possibilidade de novas tecnologias a serem explorada pela empresa.

Palavras-chave: Curtume, Gestão ambiental, Otimização de atividades.

ABSTRACT

Society's concerns about the environment have been more prominent since the mid-1960s, aiming to find the best alternatives to reconcile industrial development without causing environmental damage. In this sense, companies and organizations seek the best way to meet the criteria to minimize the impacts generated by production processes, with the goal of achieving Sustainable Development. Cleaner Production (P+L) is a tool developed to compose an organization's Environmental Management System, through preventive actions that enable the reduction of impacts generated during production. Thus, the present work had as objective the elaboration of a proposal of optimization of industrial processes with application of the methodology of Cleaner Production. For this, a company located in the region of Petrolina, in the state of Pernambuco, in the Northeast of Brazil, which operates in the production of leather, was chosen. In general, companies operating in the tannery sector produce a certain amount of waste at each stage of production. In the aforementioned company, the methodology was carried out, which was divided into six stages, such as: technical visit; planning and organization; evaluation; optimization points; viability study; implementation and monitoring. The evaluation and planning procedures were carried out through the technical visit stage, to characterize the operational activities. Therefore, points were identified to be optimized for the elaboration of a proposal that would meet the interests of the company, reconciling with sustainable development. Therefore, five proposals were determined to be implemented within the company, such as: Supplier management; Rationalization or substitution of chemical products; Organizational management and communication; Monitoring of atmospheric pollutants; Proposal regarding waste. In addition, measures were presented that helped to maintain the necessary parameters of each stage of production, as well as the possibility of new technologies to be explored by the company.

Keywords: Tannery, Environmental management, Optimization of activities.

LISTA DE SIGLAS, SIMBOLOS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AIICA - Associação de Pesquisa de Curtumes e Indústrias Relacionadas

BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CICB – Centro das Indústrias de Curtume do Brasil

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM - Conselho de Proteção Ambiental

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas

CNUMA – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

Cr – Cromo

CSCB – Certificação de Sustentabilidade do Couro Brasileiro

CTR – Central de Tratamento de Resíduos

DTIE – Divisão de Tecnologia, Indústria e Meio Ambiente

EDTA - Etileno-Diaminatetra- Acetato

EDDS - Etileno-Diamina-Di-Succinato

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISO - Organização Internacional de Padronização

MGDA - Metil-Glicina-Di-Acetato

NaHS - Hidrossulfeto de Sódio

NBR – Norma Brasileira

NPS – Pontuação Líquida de Promotor

NTA - Ácido Nitriлотriácetico

ONU – Organização das Nações Unidas

P+L – Produção Mais Limpa

pH - Potencial Hidrogeniônico

RS – Rio Grande do Sul

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

WCED – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização teve inúmeras contribuições para o desenvolvimento da sociedade atual. No entanto, o esgotamento dos recursos naturais e os impactos ambientais gerados pelos modelos de produção trivial se tornou assunto de debate com passar dos anos nas conferências da Organização das Nações Unidas - ONU (MARION, 2013). Com o intuito de equilibrar o avanço da industrialização e manter a preservação do meio ambiente, a ONU determinou conceitos e critérios a serem seguidos pelos países e pela sociedade atual, sem esgotar os recursos naturais das próximas gerações (SILVA; DANTAS, 2018).

A partir da década de 1960, as questões ambientais começaram a ganhar força entre os principais países desenvolvidos, sendo pautadas questões como a preocupação com o meio ambiente, estabilidade econômica, equilíbrio ecológico, desenvolvimento industrial e segurança do planeta (MITCHAM, 1995). Com o passar dos anos, as questões ambientais foram sendo discutidas através de inúmeras conferências, com objetivo de conciliar o desenvolvimento econômico industrial com o crescimento populacional e preservação do meio ambiente (FEIL e SCHREIBER, 2017). Assim, surgiu o termo Desenvolvimento Sustentável que tinha como base os pilares econômico, social e ambiental. O termo vem sendo utilizado desde 1987 por meio do relatório da Comissão de *Brundtland* (GROBER, 2007). Através deste relatório, o termo foi definido como: "(...) aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades." (WCED, 1987, p. 19). Neste sentido, o Desenvolvimento Sustentável não se aplica somente para proteção da natureza, mas também visa a internalização de estratégias que possam promover o crescimento econômico e a prosperidade da sociedade (BARTER; RUSSELL, 2012).

Seguindo os critérios determinados pela ONU, muitas empresas tendem a aderir uma eficiente gestão ambiental em suas operações industriais (ARAGÓN-CORREA et al., 2008). Dirigentes empresariais e acadêmicos da área de gestão têm discutido sobre como e por que as empresas deveriam integrar a temática ambiental na tomada de decisões estratégicas (HART, 1995). Por conta disso, as mudanças no modelo de gestão da produção vêm sendo traçadas desde 1990, principalmente nas empresas de grande porte para atender os critérios propostos desde a primeira conferência ambiental (HART, 1995).

Diante deste contexto, várias ferramentas e estratégias vêm sendo empregadas visando otimizar os processos industriais e minimizar os impactos negativos ocasionados por atividades que geram problemas ambientais e custos para as organizações. Entre as

ferramentas desenvolvidas, têm-se a técnica de Produção Mais Limpa (P+L). A “P+L” foi lançada em 1989 pela UNEP (*United Nations Environment Program*) e pela DTIE (*Division of Technology, Industry and Environment*), sendo uma estratégia eficiente que aumenta a produtividade da empresa, minimizando danos ao meio ambiente, diminuindo o desperdício e reutilizando resíduos da produção para outra finalidade (SEIFFERT, 2009). Entretanto, a implementação dessa ferramenta depende do tipo de atividade realizada pelas empresas, visto que, cada empresa tem uma estrutura física e uma organização diferente e de acordo com sua área de atuação. Entre as áreas industriais, podem ser citadas empresas na produção de alimentos, produção de couro, produção de cosméticos, entre outras (MURO JÚNIOR; GODOY, 2021).

A indústria de curtume é um exemplo de ramo industrial que utiliza uma grande quantidade de insumos e gera resíduos que podem ser danosos ao ambiente. A tecnologia empregada no processo de curtimento geralmente produz alto volume de substâncias químicas que, se não tratadas, destinadas e dispostas de forma correta, podem afetar o ambiente natural (BONDREA; MONCANU, 2016). Este ramo industrial apresenta grande importância econômica no nordeste do Brasil, gerando empregos e desenvolvimento para diversas regiões no Brasil e no mundo (CICB, 2017). Dessa forma, a utilização da P+L em indústrias de couro poderá diminuir os impactos ambientais gerados por esse tipo de produção, possibilitando também, atender as metas de industrialização ecológica positiva, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais (BEIER, 2018).

Nesse sentido, a proposta de otimização descrita nesta pesquisa pretende proporcionar inúmeras vantagens, que podem incluir a diminuição de custos em determinadas etapas da produção e redução de resíduos, contribuindo para o alcance do Desenvolvimento Sustentável. Assim, o objetivo do presente trabalho foi otimizar etapas do processo produtivo em empresa de produção de couro utilizando a ferramenta de Produção Mais Limpa (P+L).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Desenvolvimento Sustentável

A quantidade de resíduos produzidos pelas indústrias aumentou o debate sobre os cuidados com o meio ambiente. Desde a primeira reunião realizada em 1972 na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (CNUMA), foi colocada em pauta a preservação do meio ambiente (ALVES et al., 2018). Nos anos seguintes, os debates foram aumentando, tendo como objetivo minimizar os problemas ambientais que vinham ocorrendo com o passar do tempo, até que em 1987 na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED), ocorreu o encontro dos principais países para discutir regras e ferramentas a serem seguidas para um desenvolvimento sustentável, por consequência do crescimento populacional e da expansão industrial (SUGAHARA, et al., 2019).

A partir de 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) realizada no Rio de Janeiro no Brasil, conhecido como Rio 92 ou Eco-92, foram discutidas temáticas com o objetivo de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio ambiente (MENDONÇA, 2019). De acordo com Ríos-Osório et al. (2013), a Rio 92 foi de extrema importância devido ao comprometimento de todos, no qual houve um esforço para reconhecer e compartilhar as responsabilidades na utilização de recursos naturais e dos impactos negativos que pudessem afetar o meio ambiente. Diante disso, foram debatidos os panoramas da época com relação à degradação e fatores que ocasionassem os problemas ambientais, estabelecendo propostas centrais que reunissem critérios a serem seguidos por todos. Através da conferência, os representantes das Nações Unidas puderam elaborar as seguintes propostas: A Declaração do Rio, que estabelece acordos internacionais para proteger e respeitar a integridade da ecologia e do desenvolvimento global, começando pela gestão ambiental e do desenvolvimento sustentável; e a Agenda 21, que se centra na implantação de programas e políticas ambientais (HOFER, 2009).

Posto isto, o termo desenvolvimento sustentável foi tomando forma no decorrer dos anos, através das conferências realizadas pelas principais organizações do globo, sendo definido como uma estratégia para melhorar a qualidade de vida da sociedade, integrando aspectos ambientais, sociais e econômicos, com ênfase nas limitações ambientais devido aos recursos naturais de forma contínua e perpétua (FEIL e SCHREIBER, 2017).

2.2 Gestão ambiental

A gestão ambiental é uma maneira de atender os critérios desejados pelas organizações na preservação do meio ambiente. De acordo com o Barbieri (2004), a gestão ambiental pode ser definida como um conjunto de diretrizes, atividades administrativas e operacionais com o objetivo de reduzir os efeitos negativos sobre o meio ambiente, através da redução ou diminuição dos danos causados pelas ações antrópicas. Algumas dessas operações podem ser simples, mas bastantes eficientes, por se tratar de mecanismos que vão agregar no desempenho da empresa, contribuindo com inúmeras vantagens como, planejamento, direção, controle, alocação de recurso, entre outros (BARBIERI, 2004).

O sucesso na implementação desse sistema depende do comprometimento dos atores envolvidos. Nesse sentido, a utilização de normas e critérios contribui com o desenvolvimento de uma política ambiental eficiente que a organização deseja alcançar (MASSERAN, 2015). Através das normas da ABNT NBR ISO 14001 (2004) e da legislação nacional vigente desde 1988 é possível definir os elementos necessários que compõem um sistema de gestão ambiental eficaz, alcançando os objetivos ambientais e econômicos da organização (BARBIERI, 2004). Dessa forma, as organizações tem como finalidade geral, equilibrar os fatores de produção para não gerar prejuízos, sempre se preocupando com os recursos naturais e com os impactos que possam ser gerados.

2.3 Produção Mais Limpa (P+L)

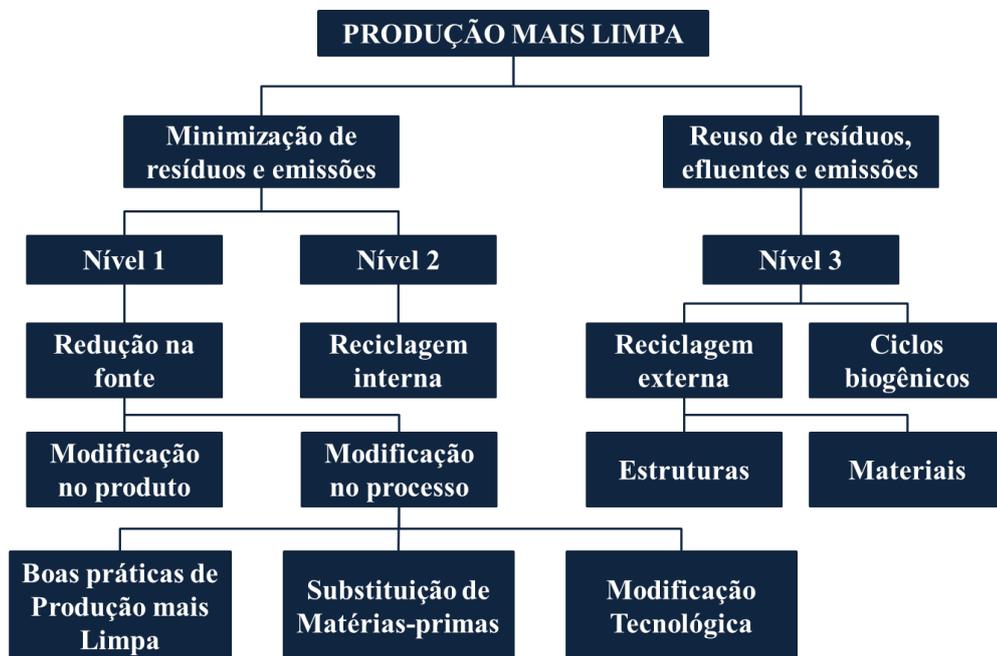
Dentre as propostas discutidas nas conferências citadas, a Produção Mais Limpa (P+L) sempre teve uma excelente perspectiva entre as empresas e as organizações que representam o meio ambiente, por se tratar de uma metodologia que atende o interesse de ambas as partes, como diminuir a produção de resíduos que afetem o meio ambiente e reduzir os custos gerados na produção (SANTOS e ARAÚJO, 2020). Assim, essa ferramenta tem como princípio básico a eliminação de poluentes durante a produção, ajudando a reduzir gastos durante o processo. Além disso, a P+L busca a otimização na utilização de recursos como água, combustível e energia, minimizando gastos, bem como estabelecendo uma imagem positiva da empresa com os cuidados com o meio ambiente (CNTL, 2003).

Diante desse contexto, o processo P+L é uma ferramenta que pode integrar o Sistema de Gestão Ambiental – SGA de determinada empresa, podendo ser considerada como estratégia técnica, econômica e ambiental, com o propósito de aumentar a eficiência no

emprego de materiais utilizados no processo produtivo, assim como reduzir a produção de resíduos e efluentes, possibilitando a interação positiva entre empresa e meio ambiente (SANTOS e ARAÚJO, 2020).

Por meio do manual estabelecido pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL é possível abordar os conceitos dessa ferramenta e programar de acordo com a empresa escolhida, sendo esquematizado em três níveis com ênfase em minimizar as emissões de resíduos e com a possibilidade de reciclagem e reuso dos componentes (Figura 1) (CNTL, 2003).

Figura 1: Níveis de aplicação de Produção Mais limpa.



Fonte: Adaptado de CNTL, 2003.

O nível 1 refere-se às ações internas da organização, com atividades que objetivam eliminar, reduzir ou minimizar a geração dos resíduos na fonte por meio de alterações tanto no processo produtivo quanto no produto, ou seja, são executadas as ações que promovem a redução da geração dos resíduos na fonte geradora (SILVINO e SILVA, 2021).

O nível 2 é o processo que almeja a otimização do ciclo produtivo interno da empresa, buscando a reciclagem e a reutilização de matérias-primas (SANTOS e ARAÚJO, 2020).

Já o nível 3 aborda a reciclagem externa ou reaproveitamento em ciclos biogênicos (SANTOS e ARAÚJO, 2020). Nesse nível ocorre o reaproveitamento de resíduos, efluentes e

emissões fora da empresa, podendo ser reutilizadas como matéria-prima por outras organizações em seus processos na confecção de um novo material. Além disso, se a destinação final do resíduo não tiver finalidade, deve ser descartado de maneira adequada para não conceber nenhum impacto ambiental (SILVINO e SILVA, 2021).

Portanto, a utilização dessa ferramenta na indústria do couro se torna bastante útil para as organizações, por se tratar de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e aos produtos, com o objetivo de aumentar a eficiência da matéria-prima, por meio da não geração de resíduos, reciclagem e minimização das emissões geradas (CEBDS, 2017).

2.4 Indústria de curtume

A indústria do couro é um dos setores mais importantes no desenvolvimento econômico no Brasil. De acordo com Carlos Obregon (2015), a produção de couro movimentava cerca de US\$ 4 bilhões por ano no país, devido a grande criação de rebanhos bovinos, sendo o Brasil um dos maiores produtores de bois do mundo (OBREGON, 2015). Para atender esse faturamento, são necessárias aproximadamente 700 empresas espalhadas por todo território brasileiro (CICB, 2022). Além disso, esse setor oferta em torno de 31 mil empregos diretos, contribuindo com o desenvolvimento socio econômico de cada região (CICB, 2022).

O Brasil é o quinto no ranking de desenvolvimento sustentável econômico do globo, segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), tendo o segmento de curtume como um dos principais contribuintes para essa afirmação (FOA, 2016). Em razão das exigências internacionais, boa parte dos parques industriais desse setor está se modernizando, seguindo os conceitos de uma gestão ambiental eficiente. Tanto que cerca de 90% das unidades fabris já seguem programas de redução de resíduos sólidos, além de rígidos sistemas de monitoramento da água utilizada em seus processos (OBREGON, 2015). Essas práticas e ferramentas ambientais ajudam a contribuir com o desenvolvimento da produção e permitem agregar valor em subprodutos e resíduos da indústria.

O couro é considerado um material nobre e de grande interesse comercial. Segundo Obregon (2015), esse material é essencial em diversos setores, como automotivo, de calçados, vestuário, de decoração, entre outros (OBREGON, 2015). Dentre os setores citados, 55% do material produzido são direcionados a indústria de calçados, 15% para o setor de estofados para móveis, 10% para automotivos e 10% para vestuários (BAIN & COMPANY, 2014).

As estratégias de sustentabilidade utilizada na indústria de couro contribuíram bastante com o desempenho da produção com o passar dos anos. De acordo com Monteiro e Guzmán

(2009), as organizações que utilizam de práticas sustentáveis em seus modelos produtivos contribuem diretamente na consolidação de vantagens competitivas em um cenário que as questões ambientais estão sendo levados em consideração. Nesse sentido, a implementação de práticas como o modelo de “P+L” na produção de couro se tornar uma ferramenta inovadora e possibilita o aumento da competitividade por ser tratar de uma estratégia sustentável, visando não somente as questões ambientais, mas também a eliminação do desperdício na produção e otimização de custos, como por exemplo, a otimização energética e reaproveitamentos de matéria-prima (ANASTAS & ZIMMERMAN, 2006).

Assim, o aumento na produção dessa matéria-prima é de extrema importância para o desenvolvimento econômico do país, mantendo sempre a qualidade do produto para consumidores internos e externos, sendo fundamental para competir no mercado internacional.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na região do Vale do São Francisco, na cidade de Petrolina-PE (Figura 2). Segundo o IBGE (2021), a cidade de Petrolina tem a população estimada de 359.372 habitantes, tendo uma densidade populacional de 64,44 hab/km² e com área territorial de 4.561,870km². Além do mais, a cidade de Petrolina se destaca em todo território nacional por ser um dos municípios que mais cresce economicamente no Brasil, podendo destacar setores econômicos de grande relevância como o Comércio, a Indústria e Agropecuária (IBGE, 2021).

Figura 2: Localização município de Petrolina, Pernambuco, Nordeste do Brasil.



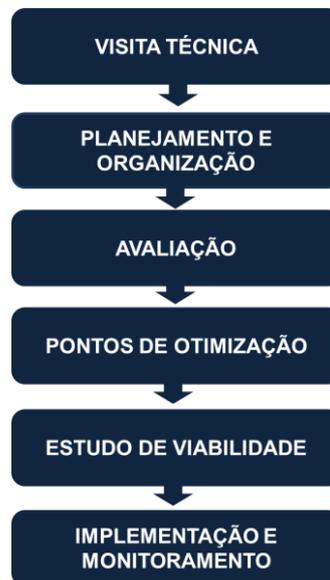
Fonte: Autoria própria.

O clima da região foi caracterizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa em 2010 como, quente semiárido mediano com sete a oito meses secos e regimes de chuvas de outono-inverno com o total anual de 550 mm concentradas, sendo mais presente nos meses de novembro a março (Embrapa, 2010). Além disso, a umidade relativa do ar na região fica em torno de 66% a 73% nos períodos chuvosos e 55% nos períodos mais quentes do ano (Embrapa, 2010).

A bacia hidrográfica que abastece a região é o Rio São Francisco, que corresponde a 8% do território nacional (LUZ, 2006). O trecho que corresponde a cidade de Petrolina - PE é denominado de submédio São Francisco, que percorre cerca de 686 km (LUZ, 2006).

A metodologia utilizada foi baseada no Manual de Implementação de Produção Mais Limpa, publicado pelo Conselho Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL) em parceria com o SENAI-RS (2003). As etapas da metodologia foram adaptadas de acordo com a atividade realizada pela empresa em questão (Figura 3).

Figura 3: Fluxograma das etapas da implementação de um programa de Produção Mais Limpa.



Fonte: Autoria própria.

3.1 Visita técnica

A primeira etapa da metodologia é a visita técnica que foi realizada na empresa de curtume. A visita foi marcada com antecedência e organizada pelos responsáveis da empresa com o objetivo de conhecer a estrutura física do local, bem como descrever os setores de produção para caracterizar o processo industrial. Além disso, na mesma visita foi realizada uma reunião para apresentar as etapas seguintes da metodologia de P+L.

3.2 Planejamento e organização

Após a visita aos setores da empresa, foi realizada uma reunião com a equipe administrativa para planejar e discutir a respeito das licenças ambientais vigentes que a empresa obedece e avaliar quais programas ambientais que estão sendo seguidos. Em seguida foi realizada uma breve apresentação sobre os conceitos, os objetivos e os benefícios na implementação da Produção Mais Limpa (P+L).

Depois disso, foi formado o *Ecotime*, que se trata de uma equipe composta por representantes de diversos setores de produção da empresa, que ficaram responsáveis pela apresentação dos respectivos setores e participariam ativamente das demais etapas de construção da proposta, seguindo as recomendações do Manual de Implementação (SENAI-

RS, 2003). Segundo CNTL (2003), um dos pontos cruciais da metodologia é a montagem do *Ecotime*, no qual a equipe montada deve se sensibilizar e desempenhar seu papel com responsabilidade para o sucesso do P+L. Logo após a formação do *Ecotime*, a equipe de funcionários foi convidada a preencher um questionário que trata das características da empresa, dos resíduos gerados e quais os tipos de direcionamentos desses resíduos (Anexo 1). Por fim, foi construído um cronograma de visitas técnicas para a etapa de avaliação, contendo a função de cada funcionário em sua linha de produção (Quadro 1).

Quadro 1: Quadro qualitativo contendo o cronograma de visitas técnicas para diagnóstico.

Data da visita	Funcionário entrevistado	Etapa de produção o qual o funcionário é responsável
05.04.2022	Colaborador das atividades	Apresentação dos aspectos gerais da empresa
29.04.2022	Encarregado	Ribeira
29.04.2022	Químico	Descrição geral das atividades de cada etapa
29.04.2022	Pesador/encarregado	Curtimento
29.04.2002	Sub encarregado	“Wet blue”
29.04.2022	Classificador	Rebaixadeira
29.04.2022	Operador dos fulões	Tingimento
05.05.2022	Encarregado	Enxugadeira, aéreo e acondicionamento

05.05.2022	Encarregado	Acabamento
05.05.2022	Colaborador das atividades	Expedição
05.05.2022	Encarregado	Estação de tratamento e caldeira

Fonte: Autoria própria.

3.3 Avaliação

Nesta fase foi realizada a visita na estrutura física do local para o reconhecimento da organização, juntamente com o representante da empresa, que ficou responsável por apresentar cada etapa dos procedimentos realizados na produção do couro. Logo, foi realizado o levantamento dos materiais utilizados, determinando a entrada e saída de cada material, insumos, maquinários e armazenamento dos suprimentos. Além disso, foram levantados os recursos utilizados pela empresa no dia a dia da produção como a quantidade de água utilizada e gasto energético (combustível e energia elétrica). Após isso, foi realizado um balanço de todos os resíduos produzidos, as emissões resultantes da produção, o tipo de efluente gerado e quais finalidades de reuso desses resíduos. Dessa forma, utilizando a proposta no manual CNTL (2003), foi possível elaborar um fluxograma indicando as fontes de geração de resíduos que possam poluir o meio ambiente, causando impactos ambientais negativos (Anexo 2).

3.4 Pontos de otimização

Para determinar os pontos de otimização, após entrevista com os funcionários de cada fase de procedimento, foram identificados quais processos que deve ser otimizados. Com auxílio das informações contidas no Anexo 1, foi elaborado um diagnóstico ambiental, considerando as atividades já existentes na empresa que contribuem para a diminuição dos impactos gerados. De acordo com a CNTL (2003), o balanço ambiental deve ser elaborado de

acordo com os dados obtidos no diagnóstico ambiental, principalmente os que dizem respeito às entradas e saídas do processo produtivo. Com o diagnóstico determinado, foi possível elaborar a proposta de gestão baseada na Produção mais Limpa.

3.5 Estudo de viabilidade

Na etapa de estudo de viabilidade, utilizando os dados coletados e analisados, foi possível determinar a viabilidade das opções de Produção Mais Limpa, levando em consideração os dados econômicos, técnicos, e dos consequentes benefícios ambientais (CNTL, 2003). Além disso, foram feitas pesquisas em banco bibliográficas na literatura online como no Google Scholar, Science Direct, Science.gov e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) nos meses de Abril/2022 a Maio/2022 para auxiliar no presente trabalho. Na busca das informações, foram utilizadas palavras-chave em português e inglês referentes ao assunto em questão. As palavras-chave em português foram: “produção e curtume”; “indústria e couro”; “biotecnologia e couro”; “biotecnologia e curtume”, “produção mais limpa e curtume”, “gestão ambiental”. Já as palavras-chave em inglês foram: “production and tannery”; “industry and leather”; “biotechnology and leather”; “biotechnology and tannery”; “cleaner production and leather”, “Environmental Management”.

3.6 Implementação e monitoramento

A etapa de implementação e monitoramento, que compreende colocar as opções estabelecidas nas etapas anteriores em prática, será de responsabilidade da empresa, não sendo acompanhado e monitorado dentro da proposta deste projeto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da empresa

A empresa selecionada para desenvolvimento desta pesquisa foi o Curtume Moderno – Peles e Couros, fundada em 1976, sempre atuando no ramo de curtimento e preparação do couro. Atualmente, conta com estimativa de 300 funcionários, sendo uma empresa de Sociedade Anônima Fechada, tendo um capital social de R\$ 22.819.000,00 (RECEITA FEDERAL, 2021).

A organização é dividida em setores de logística, administração, estoque, produção (ribeira, curtimento e acabamento), estação de tratamento, depósito, produção de “placas”, manutenção, caldeira e galpão de recebimento das peles. Atualmente é a única empresa que atua na produção de couro em Petrolina-PE, utilizando peles de bovinos, ovinos e caprinos, sendo o principal comprador dessa matéria-prima na região do Vale do São Francisco.

A empresa contém uma logística de produção eficiente, com setores bem distribuídos. Logo na entrada tem uma praça arborizada que liga os setores de produção e administrativo. No setor administrativo contém salas e escritórios onde se encontram os principais responsáveis e colaboradores da empresa. Já no setor de produção do couro é onde se encontra a maior quantidade de pessoas operando, tendo em vista que esse é o maior setor em termos de estrutura física do local.

De acordo com os funcionários, a empresa tem o comprometimento com o desenvolvimento sustentável, buscando sempre conciliar os processos de produção minimizando ao máximo os impactos gerados na produção. Desde 2016 a empresa obteve a Certificação de Sustentabilidade do Couro Brasileiro (CSCB), no qual a organização deve seguir 173 indicadores com base em práticas de excelência dentro do tripé: economia, meio ambiente e responsabilidade social. Estes indicadores foram criados a partir de uma Comissão de Estudos Especial dentro da ABNT, sendo uma iniciativa promovida pelo Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB), com reconhecimento realizado por auditorias de organismos certificadores creditados pelo Inmetro.

Dentre as ações visando a sustentabilidade, a produção de placas é uma forma que a empresa encontrou para reutilizar as sobras do processo da ribeira (Figura 4.1). As placas são retalhos que sobram para produzir um artigo que pode ser utilizado como palmilha ou forro para sapatos (Figura 4.2). Entretanto, somente as sobras das peles do processo da ribeira são reaproveitadas para a produção das placas. Nas demais etapas, todas as sobras da pele são

descartadas em tambores para serem destinadas ao aterro sanitário, gerando prejuízo para a empresa (Figura 4.3). Outra ação realizada pela empresa é a prensa da serragem gerada após o processo chamado de “rebaixamento”, logo são depositados em tanques para em seguida ser transportado para o aterro sanitário (Figura 4.4).

Figura 4: Setores de produção localizados no interior da empresa, Petrolina-PE. 1: Local de produção das placas. 2: Setor de placas, onde estão armazenado o material após o processo. 3: Sobras das etapas de curtimento. 4: “farelos” após o processo de prensa.



Fonte: Autoria própria.

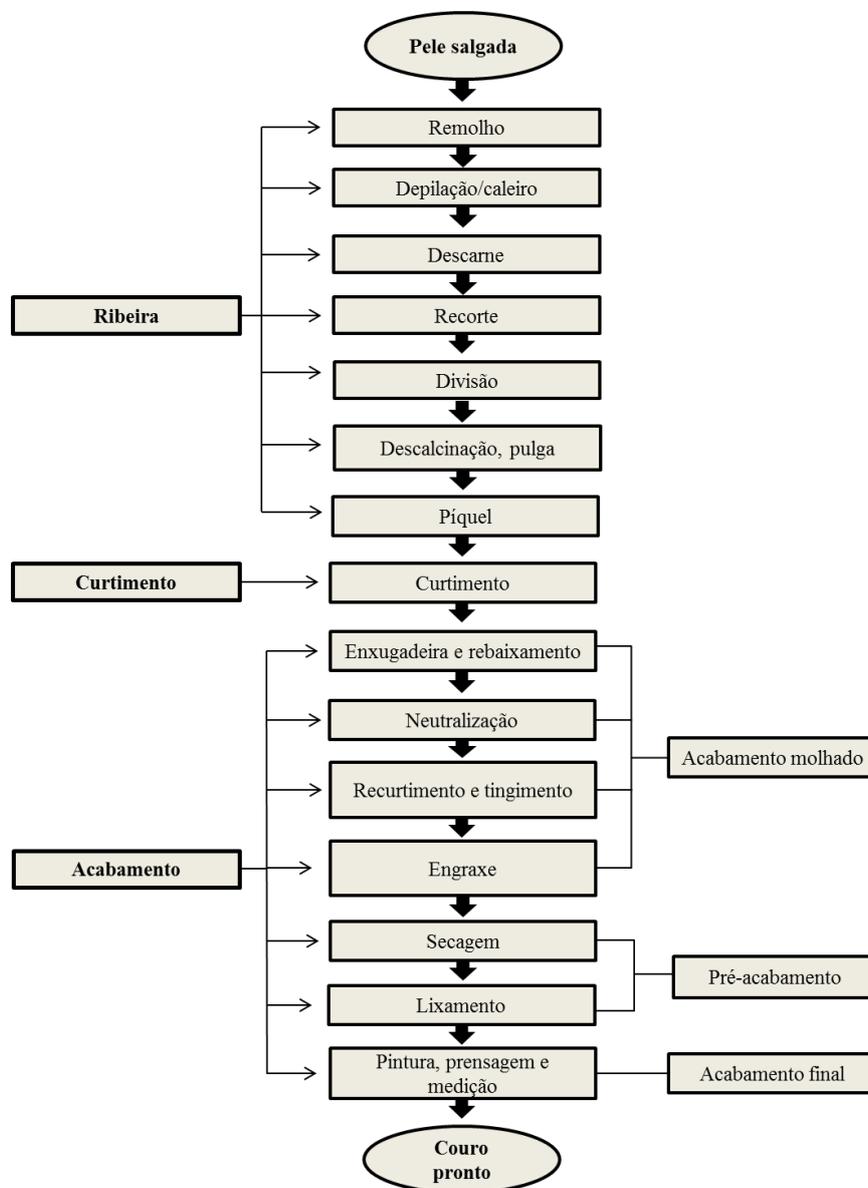
4.2 Processamento do couro

Essa empresa de couro é classificada como curtume integrado, pois é capaz de realizar todas as operações desde o couro cru (pele salgada) até o couro totalmente acabado. O couro produzido pela empresa é classificado em produtos e artigos, sendo produzidos diariamente

cerca de 30 toneladas de couro. Os produtos são: napas, couro rachado, semi-cromado, couro de cabrito, camurça, forros e vaqueta acabada. Já os artigos são: napas, raspas, semi-cromo, pelicas, camurças, forros, vaquetas acabados.

O tempo do processo industrial de curtimento envolvendo todas as etapas para uma determinada produção de 1.000 couros bovinos e 6.000 peles ovinos e caprinos são cerca de 5 - 7 dias até os couros estarem finalizados para venda ou para continuação da produção de artigos em semiacabados ou acabados. O processo de produção do couro pode ser observado através do fluxograma na Figura 5 abaixo:

Figura 5: Fluxograma do processo de produção de couro detalhado.



Fonte: Autoria própria.

4.2.1 Pele salgada

O primeiro processo é a preservação da pele logo quando o animal é abatido no batedouro. O composto utilizado é o cloreto de sódio (sal), em um processo denominado de salgadeira, que impede o crescimento de microrganismos e degradação da pele. No entanto, a salga da pele não faz parte do processo produtivo da empresa, ou seja, a empresa compra a pele salgada, diminuindo custos nesse processo. Em geral, as peles (bovinas, ovinas e caprinas) são compradas das regiões nordeste dos estados de Pernambuco, Bahia, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Após a compra da pele, elas são transportadas através de caminhões e caminhonetas até chegarem à empresa, onde serão colocadas em um galpão denominado de Barraca. Na Barraca ocorre a separação da pele pelo peso, tamanho e qualidade de conservação, onde ficaram armazenadas até o início do processo (Figura 6).

Figura 6: Barraca: Local onde são armazenadas as peles salgadas.



Fonte: Autoria própria.

4.2.2 Ribeira

O processo de transformação da pele em couro se inicia na ribeira, com auxílio de processos químicos e mecânico. Para isso, ela é composta por várias sub etapas que vão preparar a pele para a etapa seguinte, fazendo a retirada de todo e qualquer componente que não seja a pele.

A primeira sub etapa é o remolho, procedimento no qual vai ocorrer a eliminação do sal. Para esse processo são utilizados fulões como recipientes, sendo caracterizados como grandes tanques que podem ser de madeira ou de metal, neste caso, os fulões utilizados são de madeira. Além disso, ocorre a utilização de água, bem como outros compostos químicos para acelerar o processo. As peles são colocadas dentro dos fulões juntamente com a água e os demais compostos, e através do movimento rotacional ocorre o contato da pele com as substâncias, realizando assim a limpeza do sal (Figura 7).

Figura 7: Ribeira: Onde podem ser observados os fulões.



Fonte: Autoria própria.

A próxima sub etapa é denominada de caleiro/depilação, onde vão ocorrer dois processos simultâneos, com o propósito de retirar os pelos da epiderme e o colágeno da derme. Esse processo ocorre através de agentes depilantes como hidróxidos de cálcio (cal),

sulfeto de sódio, aminas e enzimas, que são responsáveis por atacar os aminoácidos da queratina, constituinte da epiderme e dos pelos que é degradada. (HOINACKI, 1989).

Além disso, ainda na sub etapa caleiro, podendo ser realizado antes ou depois, são geradas as aparas não caleadas e caleadas. Tais resíduos tem alto valor no mercado por possuir grande concentração de proteínas, com isso podem ser utilizadas na produção de gelatina. Os encarregados retiram para comercialização fora da empresa, fornecendo o material para empresas terceirizadas que vão reaproveitar esse material para a produção de gelatina de uso farmacêutico ou alimentar.

Logo após o caleiro, é realizado a sub etapa denominada de descarne, processo mecânico responsável pela retirada da hipoderme, camada inferior da pele, tendo como materiais não aproveitáveis para a produção do couro como, por exemplo, o tecido adiposo, tecido muscular, nervos, vasos sanguíneos, entre outros (HOINACKI, 1989).

Em seguida, a pele segue para a divisora, sub etapa no qual a pele será separada em duas camadas paralelas, dando origem a flor ou vaqueta, que é classificada como a camada mais nobre, e também as raspas da camada interna, que vai ser utilizada na produção das placas.

Depois disso, ocorre a descalcinação, onde é feita a eliminação dos produtos utilizados no caleiro, que também tem como propósito a diminuição do pH até chegar em neutro, preparando a pele para receber a purga. A purga é outra sub etapa que tem como objetivo a limpeza dos materiais queratinosos, gorduras e proteínas não fibrosas remanescentes, este processo ocorre através de enzimas proteolíticas (SENAI-RS, 2003).

Por fim, ocorre a sub etapa píquel, que prepara a pele antes da etapa de curtimento. Esta etapa tem como objetivo a redução da reatividade do grupo carboxílico da cadeia lateral do colagênio, onde as peles vão ser preparadas para receberem os agentes curtentes que podem ser inorgânicos de origem mineral, ou orgânicos de origem vegetal, sintético e aldeídos (THORSTENSEN, 1976). Ou seja, é uma etapa de mecanismo complexo que ocorre mediante a adição de água, sais neutros e ácidos (sulfúrico, clorídrico ou fórmico).

4.2.3 Curtimento

O curtimento é a etapa que vai transformar a pele em couro, tornando em um material imputrescível, ou seja, em um material mais resistente, diminuindo a possibilidade de degradação (Figura 8). O curtimento realizado na empresa é o mineral, que utiliza o cromo como principal material do processo. O cromo normalmente utilizado é o sulfato básico de

chromo, que está no estado trivalente (Cr^{+3}). Após o processo que é feito nos fulões, é obtido como produto o couro úmido com a coloração azul, no qual são chamados de *Wet blue*. Nessas condições, com o auxílio de fungicidas e mantidos envoltos de plásticos, o couro pode ser armazenado por grandes períodos de tempo.

Figura 8: Curtimento: Fulão onde ocorre a etapa de curtimento.



Fonte: Autoria própria.

Após o curtimento, os couros são encaminhados para o local denominado de *Wet blue*, sendo o setor que trata somente desse material. Os couros serão enxugados e rebaixados na espessura solicitada pelo comprador. Depois disso, será realizada uma etapa de inspeção, onde serão classificados de acordo com as ocorrências de defeitos encontrados no couro (Figura 9).

Figura 9: Setor *Wet blue*. 1: Setor onde ocorre o rebaixamento do couro. 2: Local de classificação. 3: Couro classificado.



Fonte: Autoria própria.

4.2.4 Acabamento

O acabamento é a última grande etapa do processo, sendo um conjunto de operações realizadas sobre o couro com o objetivo de se obter determinadas características e propriedades desejadas, como uniformidade, resistência mecânica, impermeabilidade à água, toque, entre outras. (AMORIM & MELILLO, 1987 apud LEAL, 2007). O acabamento pode ser subdividido em três etapas: acabamento molhado, pré-acabamento e o acabamento final.

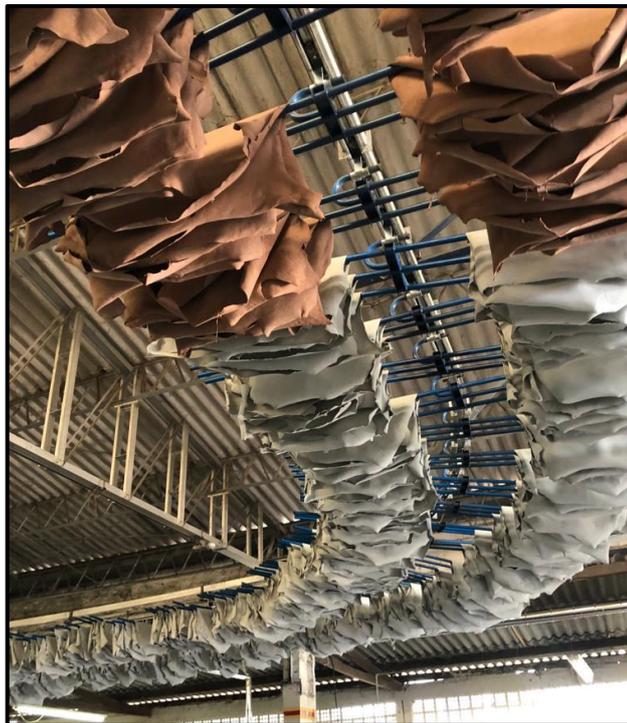
O acabamento molhado ou pós-curtimento visa complementar a etapa de curtimento. Para isso, o couro passará por um conjunto de operações realizadas em fulões em meio aquoso para obter características físicas e mecânicas desejáveis em um artigo final. Primeiramente o couro é enxugado e tem sua espessura corrigida na máquina de rebaixar. Logo em seguida, seguem para a etapa de neutralização do pH, onde o couro terá que se adequar às características dos produtos de recurtimento.

Após isso, ocorre a etapa de recurtimento que vai definir parte das características físico-mecânicas do couro, tais como, maciez, resistência elasticidade, entre outros. Ao mesmo tempo, dentro do processo de recurtimento, os artigos passam pela etapa de tingimento, sendo adicionados corantes (anilinas) aniônicos ou catiônicos, que vai depender do pH do substrato e do efeito desejado no mesmo banho.

Depois disso, o couro segue para a última fase do acabamento molhada, os couros são submetidos ao processo de engraxe que tem a finalidade de lubrificar o couro. Este processo é executado pela incorporação de substâncias solúveis ou não solúveis em água, como por exemplo, óleos e graxas naturais (animais e vegetais), óleos sulfatados, óleos sintéticos, óleos minerais, entre outros (HOINACKI, 1989). É através do engraxe que facilita a distinção da flor, característica de extrema importância no produto final (BOCCONE et al. 1987).

Em seguida ocorre o pré-acabamento, os couros são retirados e submetidos a vácuo para a eliminação do excesso de água. Os couros são colocados em uma ferramenta chamada de aéreo para o processo de secagem natural dentro da empresa (Figura 10). Além disso, o couro também pode passar pelo processo de secagem através de estufas para acelerar o processo. Depois do processo de secagem, os artigos são recondicionados para adquirirem a umidade adequada para o processo de amaciamento do couro e em seguida passar pelo processo de lixa (caso a flor necessite de uniformização) no setor de acondicionamento.

Figura 10: Aéreo: ferramenta utilizada para o secamento natural do couro.

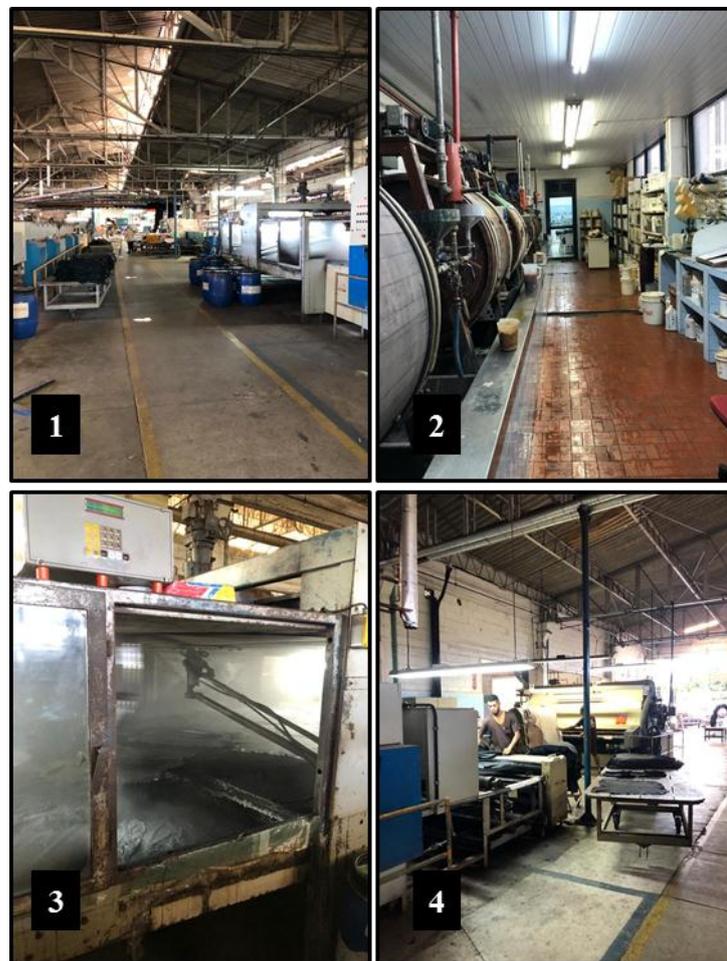


Fonte: Autoria própria.

Na última sub etapa, o acabamento final, o couro deixa de ser semiacabado, se tornando couro acabado. Esta etapa tem por objetivo conferir ao couro seu aspecto final e desejado (Figura 11.1). Para isso, o couro recebe inúmeras camadas de misturas à base de ligantes e pigmentos. As tintas são constituídas por misturas à base de resinas acrílicas,

solventes aquosos e pigmentos orgânicos ou inorgânicos. Elas passam por um sistema de avaliação para determinar a cor exata que deve ser aplicada durante o processo, sendo feito no laboratório que se encontra dentro da fábrica, que realiza as análises de acordo com o produto final esperado (Figura 11.2). Na empresa, são utilizadas ferramentas capazes de diminuir o desperdício de tintas no momento da pintura, sendo lançados sobre o couro através de jatos de tintas eficientes que são determinados pelo comando antes de iniciar o processo (Figura 11.3). Além disso, essa ferramenta utilizada na pintura do couro também está equipada com o aquecedor que vai acelerar a secagem da tinta (Figura 11.4).

Figura 11: Acabamento. 1: Setor de acabamento. 2: Laboratório de análises da empresa. 3. Aparelho de pintura do couro. 4: Máquina de secagem da tinta.



Fonte: Autoria própria.

Por fim, o couro segue para o processo de prensagem, que tem por objetivo garantir a adesão do acabamento ao couro e realizar gravações na flor, possibilitando imprimir características de acordo com o produto solicitado. Após a prensa, o couro é medido e cortado

para em seguida ser classificado de acordo com o lote solicitado, antes de ser encaminhado para a expedição, local onde o couro estará pronto para ser comercializado (Figura 12).

Figura 12: Expedição. 1: Setor de expedição, onde fica armazenado o couro pronto para venda. 2: Variedade de couro para comercialização.



Fonte: Autoria própria.

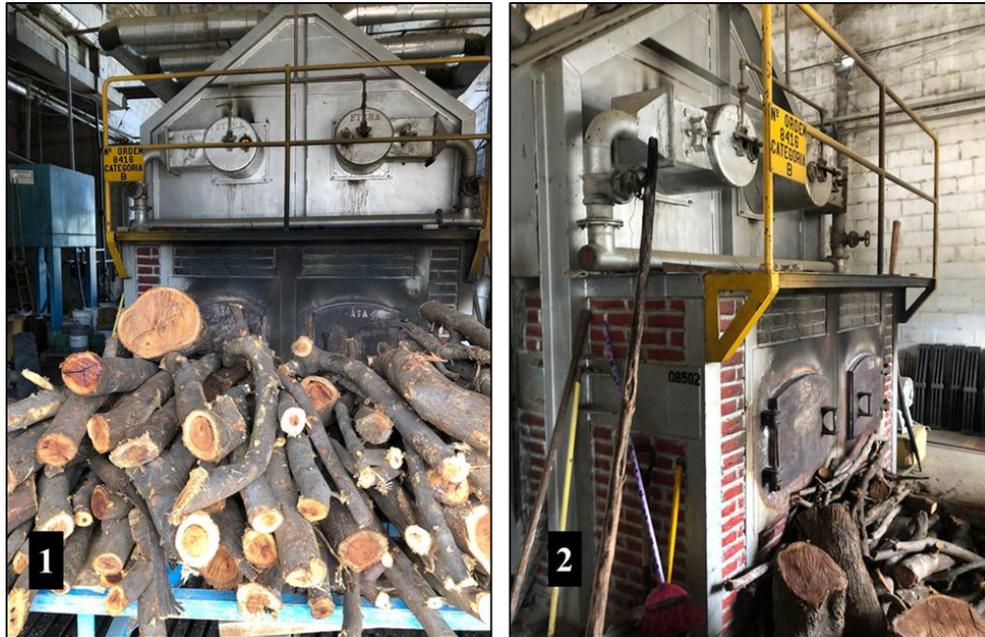
4.2.5 Limpeza do local e dos equipamentos

A limpeza do local e dos equipamentos é realizada após o processo em cada etapa. A limpeza dos setores (pisos e paredes) e maquinários é feita através de varrição, água com pressão, ar comprimido e lubrificação. Os caminhões e outros veículos são lavados no dique localizado próximo a estação de tratamento de efluentes. Já os recipientes são lavados com água com pressão em uma área apropriada próxima a estação de tratamento. Além disso, ocorre a coleta e separação de todo lixo produzido durante o processo industrial.

4.2.6 Caldeira

A caldeira é o setor que realiza a queima da madeira para produção de calor que é fornecido para algumas etapas do processo, como por exemplo, na etapa denominada de acondicionamento, utilizando o vapor no processo de secagem do couro. As cinzas produzidas pela caldeira são comercializadas e vendidas para serem aproveitadas como adubo (Figura 13).

Figura 13: Caldeira. 1: Madeira utilizada na queima na caldeira. 2: Caldeira onde ocorre a queima da madeira para o fornecimento de calor para a empresa.



Fonte: Autoria própria.

4.2.7 Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)

A empresa faz o tratamento dos efluentes após o uso no setor produtivo, seguindo as normas ambientais e de âmbito nacional como a Resolução CONAMA nº 357/2005 que foi alterada pela Resolução CONAMA nº 410/2009 e pela Resolução de nº 430/2011, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e 21 diretrizes ambientais para o seu enquadramento (FEAM, 2018). Assim, diminuindo os impactos gerados durante a produção.

A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) realiza o processo de descontaminação da água utilizada em todos os setores, sendo realizado através de métodos químicos e biológicos (Figura 14). A água residual que sobra da ribeira que chega à estação de tratamento passa pelo processo de aeração, homogeneização, decantação, neutralização, clarificação, oxidação e depuração biológica. Já na etapa de curtimento, a água residual tem boa parte destinada para a estação de tratamento que também fará o mesmo processo citado para água residual da ribeira, e a outra parte é reciclada novamente para o processo de curtimento. No acabamento, a água residual não é relevante se comparada às etapas anteriores, mas o que resta também segue para estação de tratamento de efluentes líquidos.

Figura 14: Estação de tratamento. 1: Tanque de homogeneização. 2: Tanque que recebe a água residual das etapas da ribeira e curtimento. 3: Tanque onde ocorre o tratamento químico. 4: São os tanques onde são feitos os processos biológicos.



Fonte: Autoria própria.

4.3 Classificação dos resíduos gerados pela empresa

Dentro do processo produção do couro, são gerados Resíduos Sólidos de Classe I (resíduos perigosos) e Classe II (resíduos não perigosos), conforme classificação adotada na ABNT/NBR 10.004/2004 e Resolução CONAMA n°313/2002. Os resíduos sólidos de Classe I são resíduos contendo cromo, serragem e retalhos de couro curtidos gerados do rebaixo e recorte. Os de Classe II são lixo comuns e sacaria de produtos, plásticos e papel de

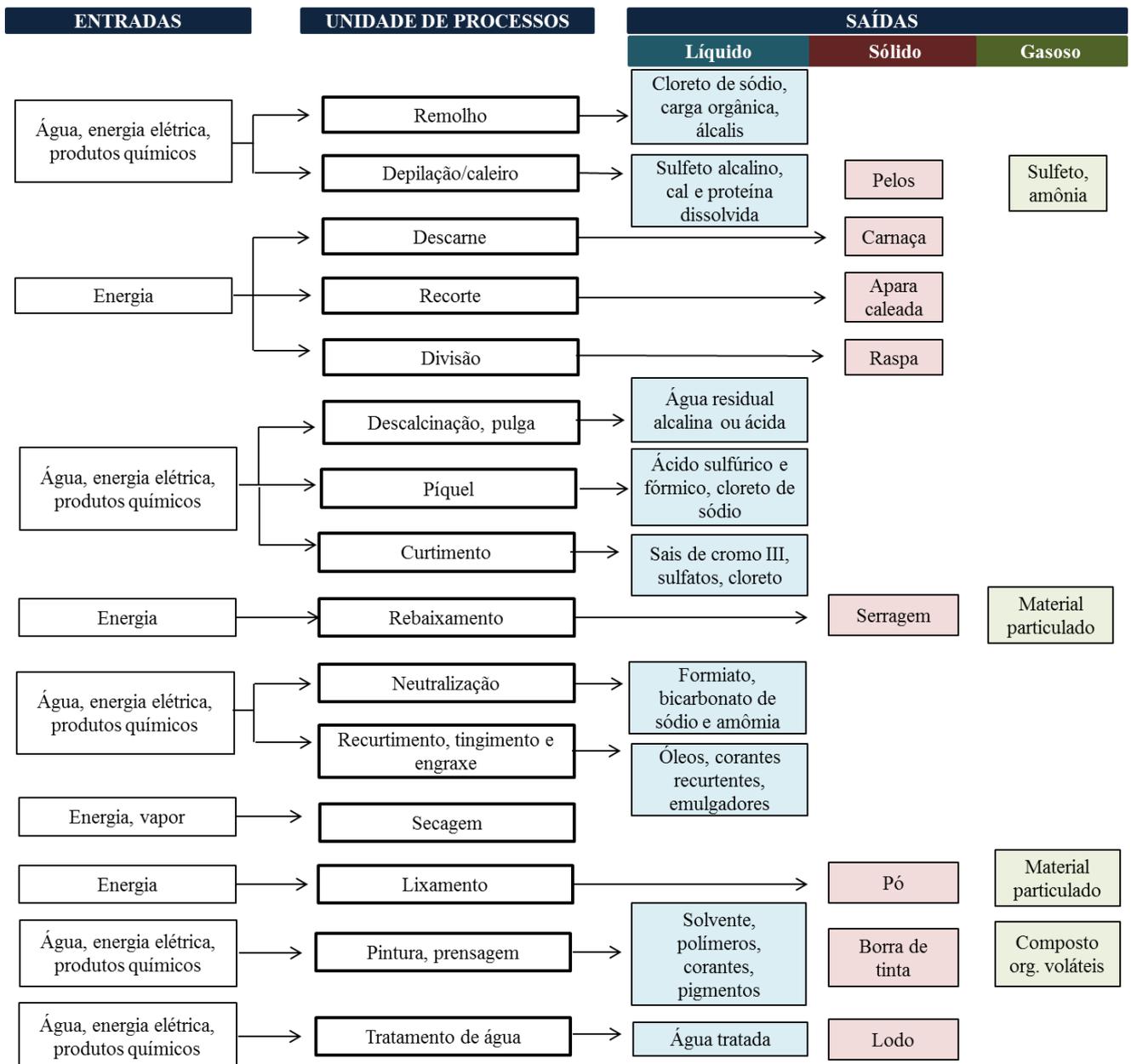
embalagens em geral. Alguns desses resíduos são reciclados e reutilizados em outros processos, no entanto, os resíduos que não têm solução são destinados para o aterro sanitário privado denominado de Central de Tratamento de Resíduos - CTR, localizado na cidade de Petrolina - PE.

Em geral, durante o processo industrial ocorre a geração de resíduos que são monitorados pela empresa, sendo alguns reaproveitados e reciclados e outros sendo destinados ao aterro sanitário. Através do questionário foi possível analisar e classificar os subprodutos e os resíduos gerados durante a produção. Os subprodutos gerados são: pedaços e raspas de colágeno de couro, que são vendidos para empresas que produzem gelatina; raspas curtidas que são vendidas para empresas que produzem luvas e botas de segurança; pó de serragem de couro curtido, que são reciclados para a produção de placas de recouro; e retalhos de couro acabado, que são vendidos para comerciantes artesanais. Ocorre também a geração de resíduos como: líquidos como, a água residual do curtimento que são direcionadas a estação de tratamento; sólidos como lodo químico gerados na estação de tratamento de efluentes; e gasosos que é a fumaça gerada na caldeira pela queima da madeira para a produção de calor da fábrica. Na maioria das etapas são gerados resíduos sólidos, líquido e gasoso, podendo ser observado no fluxograma de entradas e saídas de cada processo.

4.4 Pontos passíveis de otimização

A partir das informações obtidas pela *Ecotime* e através dos documentos recebidos, foi possível analisar o fluxo de entradas e saídas de materiais da empresa e os custos envolvidos durante a produção (Figura 15). Após as observações e anotações sobre as atividades, foram apontados possíveis pontos de melhorias, conforme as análises das práticas no cotidiano da empresa.

Figura 15: Fluxograma qualitativo das etapas do processo de produção de couro, contendo as entradas e saídas dos materiais da empresa.



Fonte: Adaptado de CLAAS & MAIA, 1994; BAIN & COMPANY, 2014; CETESB, 2015.

Por se tratar de uma empresa moderna que busca sempre o desenvolvimento inovador para o setor de produção, as propostas a serem inseridas irão contribuir ainda mais com o rendimento produtivo da organização. Como toda e qualquer indústria, ela tem problemáticas que são inerentes ao seu ramo produtivo, através do questionário foram listadas algumas problemáticas que ocorrem na empresa, sendo apontadas pelo químico responsável da produção:

- 1- O mercado de couro por ser de abrangência mundial sempre estará sujeito a influência da concorrência interna e externa, variação do dólar frente ao real, desequilíbrio da balança de oferta e da procura gerando dificuldades na compra de matéria-prima e insumos químicos e também na venda dos seus artigos produzidos;
- 2- A indústria do couro por ser de natureza de transformação e caráter reciclável (trabalhando com pele animal) é considerada poluidora, por conta disso está sujeita a cumprir rigorosas leis ambientais municipais, estaduais e federais;
- 3- Planejamento na logística de compra de insumos químicos e despacho de mercadorias prontas, pois os principais mercados de compra e vendas estão localizados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil;
- 4- Os prazos para a entrega de artigos produzidos são justos e não podem ter atrasos consideráveis. Os pedidos (ordem de compra) são sob encomenda onde as maiorias dos artigos não são pré-produzidos e armazenados em estoque estratégicos;
- 5- Dificuldade de mão de obra qualificada. Por conta disso, a empresa normalmente qualifica e prepara seus funcionários que atuam na produção de couros;
- 6- Em certas ocasiões, a empresa depende da importação de equipamentos, peças e insumos químicos, pois a produção varia para determinados tipos de artigos.

Além disso, os principais pontos analisados para serem otimizados estão relacionados a racionalização dos produtos químicos utilizados durante todo o processo, bem como a reutilização ou reciclagem de cortes do couro após obter a classificação *Wet blue* e as raspas da rebaixadeira que não podem ser utilizados para a comercialização de gelatinas e são destinados ao aterro sanitário.

Diante desses pontos, algumas alternativas serão apresentadas de acordo com o diagnóstico ambiental juntamente com as problemáticas que foram supracitadas. Dessa forma, durante a elaboração do trabalho foram identificados 5 propostas de intervenções e otimização das atividades. Estes pontos foram explorados de acordo com os planos futuros da empresa, para aumentar a produtividade e contribuir com o desenvolvimento de melhorias inovadoras que possam ser implementadas na organização. Dentre as propostas selecionadas estão Gestão

de fornecedores; Racionalização ou substituição de produtos químicos; Gestão organizacional e comunicação; Monitoramento de poluentes atmosféricos; Propostas com relação aos resíduos.

4.4.1 Gestão de fornecedores

A gestão de fornecedores é uma ferramenta de extrema importância para uma organização que precisa cumprir prazos na obtenção de insumos e na entrega dos materiais ou serviços. A gestão de fornecedores vai contribuir tanto na boa relação com os seus fornecedores, quanto ao processo produtivo da empresa, possibilitando a entrega dos produtos no prazo desejado (PAULA e ALVES, 2012). Segundo Paula e Alves (2012), para a implementação de uma gestão estratégica de fornecedores em uma organização deve seguir 5 critérios: análises da necessidade de compra; seleção de fornecedores; gestão de contratos; avaliação de fornecedores; e desenvolvimento de fornecedores e parcerias.

Com relação à empresa, os 5 passos servem para melhorar o fornecimento de insumos, contribuir em selecionar as melhores empresas que atendem os prazos determinado pela organização. Assim, a implementação de uma gestão eficiente no fornecimento possibilita a diminuição progressivamente dos atrasos dos materiais.

4.4.2 Racionalização ou substituição de produtos químicos

Geralmente os produtos químicos utilizados durante o processo são os principais causadores de impactos ambientais na indústria de curtume. Com isso, fazendo o processo de racionalização ou até mesmo a substituição dessas substâncias ajudaria a diminuir os impactos gerados na produção. As recomendações foram selecionadas do Guia Técnico Ambientais de Curtumes (2015):

Os produtos biocidas são utilizados em diversas fases durante o processo como, por exemplo, na conservação das peles e em diversos banhos durante a produção. Para isso, é recomendada a substituição dessas substâncias por produtos que causem menos impactos como: dimetil-ditiocarbamato de sódio ou potássio, produtos de isotiazolona, clorito de sódio, cloreto de benzalcônio, fluoreto de sódio e ácido bórico são algumas opções.

A substituição também de solventes orgânico (não halogenados) que são utilizados no acabamento, pode ser substituindo por produtos a base aquosa como os poliuretanos ou também por substâncias com baixo teor de solventes orgânicos ou baixo teor aromático.

Os surfactantes ou tensoativos alquil-fenol etoxilados, que são geralmente utilizados na etapa da ribeira, pode ser substituído por álcool-etoxilados, onde possível – não fenólicos ou não aromáticos. Além disso, também pode ser evitado o uso de compostos fosfatados.

Os agentes complexantes como EDTA (etileno-diaminatetra- acetato) e NTA (nitrilo-tri-acetato), podem ser substituídos por EDDS (etileno-diamina-di-succinato), MGDA (metil-glicina-di-acetato), alguns polifosfatos ou fosfonados, onde possível.

A substituição total ou parcial do sulfeto de sódio que são utilizados como agentes depilantes, pode ser feita por hidrogeno-sulfeto de sódio (NaHS), produtos à base de tioglicolato (SHCH₂COO-), produtos tioetilenoglicol (SHCH₂CH₂OH) ou até mesmo por sais do ácido formamidinosulfínico (CH(NH₂)₂+SO(OH)-).

Outra possibilidade é a substituição de agentes da descalcinação a base de sais de amônia, por ácidos graxos orgânicos fracos como: láctico, fórmico e acético.

A substituição de corantes por outros auxiliares surge como excelente alternativa, tais produtos como agentes penetrantes específicos de tingimento (alguns polímeros anfóteros), bicarbonato de sódio, acetato ou formato de sódio, bem como substituir corantes halogenados por corantes reativos tipo vinil-sulfona.

4.4.3 Gestão organizacional e comunicação

A implementação de uma gestão organizacional de comunicação eficiente tem como objetivo melhorar o clima da empresa, tornando a comunicação entre os colaboradores de uma empresa muito mais clara, ética e funcional, através de um conjunto de medidas, ações e procedimentos que melhore o ambiente deixando tudo mais simples para o cumprimento das metas de maneira mais fácil.

A primeira proposta seria a criação ou elaboração de um plano de comunicação da organização, com o intuito de divulgar informações relevantes da empresa que vão contribuir na obtenção de mais clientes, através de sistemas de comunicação como *Instagram*, *site*, *Twitter*, entre outros. Dentre as informações relevantes, seria interessante a divulgação dos artigos, apresentando a qualidade e a promoção de novos produtos.

A utilização do sistema NPS (*Net Promoter Score*) é uma ferramenta eficiente que vai ajudar na realização de pesquisa de satisfação dos clientes pós-vendas (LUGONDI & ARIMA, 2018). Essa proposta tem como objetivo gerar dados relacionados aos clientes analisando as necessidades e identificando as oportunidades de melhoria, satisfazendo os desejos dos clientes.

Outra proposta é definir a lista de produtos banidos do processo industrial, podendo ser denominada de “Lista Negra”. Essa lista servirá de referência para a compra insumos e de produtos químicos para os demais fornecedores. Além disso, passaria a imagem positiva da empresa sobre o desenvolvimento sustentável.

4.4.4 Monitoramento de poluentes atmosféricos

O monitoramento de poluentes atmosférico também é importante para contribuir no desenvolvimento sustentável. Vale ressaltar que a empresa em questão, segue os critérios de regulamentação de âmbito estadual, como as Deliberações Normativas COPAM nº 187/2013. Diante disso, algumas propostas e critérios foram selecionados para diminuir os impactos gerados pelas emissões de gases. Estas ideias foram selecionadas a partir do Guia Técnico Ambientais de Curtumes (2015):

- a) Para evitar a decomposição da matéria-prima com bom controle das operações de conservação das peles na “barraca” – conservantes suficientes, práticas adequadas de acomodação das peles e manutenção do ambiente seco;
- b) Evitar tempo longo de espera para o início do processamento de peles frescas, que se degradam de forma acelerada;
- c) Eliminar ou minimizar o uso de sulfeto no caleiro / depilação. O sulfeto é precursor do gás sulfídrico, que resulta em toxicidade e mau cheiro. Portanto, utilizar substitutos adequados existentes no mercado;
- d) Em águas ou efluentes com sulfeto, cuidar para que não haja queda de pH abaixo de 9,0, para que não haja formação e liberação de gás sulfídrico.

4.4.5 Propostas com relação aos resíduos

As aparas e as raspas não caleadas são direcionadas para empresas terceirizadas para a produção de gelatina. No entanto, existem outros direcionamentos para esse tipo de matéria-prima que possam ser direcionados e reutilizados no mercado, como por exemplo, a destinação dessas aparas e raspas na fabricação de colas e invólucros comestíveis para

embutidos (FUJIKAWA, 2002). Além disso, para fins médicos e cirúrgicos (pomadas e substâncias cicatrizantes materiais para enxertos, pele artificial e outros) (CETESB, 2015). Outro mercado que vem crescendo também é a produção de brinquedos comestíveis a base de proteínas provenientes dessas matérias para animais domésticos (AIICA, 2006).

Já com relação às aparas e as serragens da rebaixadeira do *Wet blue*, a melhor alternativa para esses resíduos seria através do projeto de planta intitulada “*Proyecto Planta Tratamiento Rebajaduras Wet blue*”, que tem como objetivo a obtenção de uma solução peptídica mediante a hidrólise alcalina para aplicações diversas, como cosméticos, fertilizantes, tenso-ativo, entre outros (AIICA, 2006).

No caso do couro curtido, a melhor solução para diminuir ou reduzir a produção de resíduos seria a realização de uma sub etapa antes de iniciar a etapa de curtiimento, sendo feito em três fases, como: classificação pela espessura da pele; recortar a pele o quanto possível, antes do curtiimento; e fazer os melhores ajustes operacionais possíveis (máquinas e procedimentos) na operação de divisão das peles, para minimizar o rebaixamento pós-curtiimento (CETESB, 2015).

5 MEDIDAS E TECNOLOGIAS EM DESENVOLVIMENTO

5.1 Medidas de P+L

Os curtumes no Brasil estão sujeitos a cumprir rigorosas leis ambientais municipais, estaduais e federais. O não cumprimento dessas leis vão ocasionar problemas para a empresa, como multas e em casos mais graves a interdição da empresa. Para que não ocorra nenhum tipo de empecilho, serão apresentadas medidas preventivas publicadas pela CETESB (2015), que irá contribuir sempre na regularização das tarefas executadas, apresentando medidas em cada uma das etapas, podendo ser observados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Medidas P+L para Curtume sobre as etapas da conservação das peles e ribeira.

Etapa do Processo	Técnica / Tecnologia Alternativa	Resultados / Benefícios	Meio Beneficiado
Conservação / Armazena – mento das Peles	1) Conservação de peles a) Processar peles frescas, o quanto elas estiverem disponíveis (exceções: quando tempo de transporte + estoque / espera é longo – acima de 4 h pós-esfolo do animal, para pele não refrigerada e acima de 5 a 8 dias, para peles mantidas a 2°C – e/ou quando tipo de produto final não recomenda). Obs.: é desejável que um descarte seja feito no próprio frigorífico – isto é mais viável quando o frigorífico tem graxaria e fabricação de farinha, para aproveitamento da carnaça – procurar viabilizar isto, sempre que possível; b) Reduzir (otimizar) a quantidade de sal usada para conservação, o quanto possível; c) Combinar sal e outros conservantes menos agressivos ao ambiente (ex.: di-metil-ditiocarbamato de sódio ou potássio, produtos à base de ácido acético, clorito de sódio); d) Não usar sal – usar somente os conservantes alternativos de menor impacto ambiental; e) Bater o sal das peles antes do processo – reusar ou reciclar o sal batido; f) Usar / combinar conservação por resfriamento (ar frio, CO ₂ líquido etc.) ou por secagem.	1) redução do sal (cloreto de sódio) no ambiente e nos efluentes; economia de sal; maior efetividade dos tratamentos seguintes; economia de recursos naturais; reduções de DQO, DBO, óleos e graxas, produtos químicos etc. são obtidas pelos curtumes, se um descarte é feito no frigorífico.	1) Águas
Ribeira	1) Classificação das peles em função do produto final (espessura); 2) Prática do pré-descarte (após pré-remolho / remolho); 3) Remolho – evitar uso de tensoativos fosfatados e/ou com grupos fenólicos (usar os biodegradáveis); 4) Depilação/Caleiro – substituição parcial ou total de sulfetos por enzimas ou produtos enzimáticos e/ou por produtos depilantes de menor impacto ambiental e à saúde humana (ex.: à base de alguns compostos orgânicos com enxofre, de amins não cancerígenas); 4.1) segregar e reciclar os banhos residuais dessa etapa; implantar processo para remoção / recuperação de pelos não dissolvidos; 5) Verificar possibilidade de reúso direto ou reciclagem de águas residuais de lavagens de descalcinação e da purga – desenvolver estudo ou projeto específico para isto, se necessário; 6) Utilizar banhos curtos (de menor volume) – implantar reduções graduais de volume nos banhos da ribeira. Limites: potências instaladas de agitação nos tanques / fulões e preservação das superfícies dos couros (principalmente da flor).	1) redução da quantidade de pó de rebaixadeira, de resíduos curtidos; 2) redução de volume de efluentes, de DBO, de DQO e de sólidos sedimentáveis nos efluentes (lodos); 3) redução do potencial poluidor do efluente líquido, facilitando tratamento e adequação dos efluentes finais tratados; 4) redução de sulfetos nos efluentes e de emissões de gás sulfídrico (odores ruins); 4.1) redução de carga orgânica, de sulfeto, de nitrogênio nos efluentes, de consumo de água, de lodo do tratamento de efluentes; 5) redução do consumo de água, do volume total e da carga poluente dos efluentes; 6) idem 5, redução potencial do consumo de produtos químicos.	1) Solo 2) Águas / Solo 3) Águas 4) Ar / Águas / Solo 5) Águas 6) Águas

Fonte: CETESB, 2015.

Tabela 2: Medidas P+L para Curtume sobre as etapas Píquel e Curtimento.

Etapa do Processo	Técnica / Tecnologia Alternativa	Resultados / Benefícios	Meio Beneficiado
Píquel	<ol style="list-style-type: none"> 1) Usar reciclo / reúso parcial ou total do banho residual, sempre que a qualidade do produto final permitir; 2) Usar volume de banho de 50-60% (base peso das peles descarnadas) – banhos mais curtos (menor volume); 3) Fazer, nesse banho, um pré-curtimento usando pouco cromo (~1,0%) ou sem cromo, mais outros curtentes (como sulfato de alumínio, aldeídos e outros), proporcionando um nível de curtimento apenas suficiente para possibilitar o rebaixamento principal do couro logo após essa etapa e não depois do curtimento principal; 4) Uso de ácidos "não intumescentes" em conjunto com os ácidos fórmico e sulfúrico; 5) Uso de um oxidante no píquel; 6) Fazer os recortes necessários dos couros antes do curtimento – o quanto for possível. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) redução de efluentes, de água, de sais nos efluentes e economia de produtos químicos; 2) idem (1); 3) pó de rebaixadeira mais fácil de se tratar e/ou destinar (pouco ou sem cromo) e menor quantidade de pó com cromo alto, se ajuste de espessura for necessário após o curtimento principal; maior eficiência no curtimento principal, com redução do cromo eventualmente necessário; 4) redução de DQO, sulfatos e cloretos nos efluentes; 5) idem (4); 6) redução de resíduos contendo cromo residual. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Águas 2) Águas 3) Solo / Águas 4) Águas 5) Águas 6) Solo
Curtimento	<ol style="list-style-type: none"> 1) Aumentar a eficiência do processo de curtimento ao cromo (exaustão / alto esgotamento do cromo) através da otimização e do controle cuidadosos das variáveis do processo (pH, temperatura, volume de banho, tempo e velocidade do fulão Exemplo: maior velocidade do fulão + banhos de menor volume aumentam a temperatura (até 55-58°C), o que aumenta a fixação do curtente na pele (com cuidado ou até o limite para não danificar a superfície das peles); 2) Reciclar os banhos residuais de curtimento ao cromo, ajustando volume e concentração dos produtos químicos consumidos pelas peles; 3) Recuperar o cromo por precipitação dos banhos residuais, lavagens, soluções escorridas (cavaletes) – dos vários líquidos residuais que contenham cromo – e após (re)acidulação, promover o seu reúso no curtimento e/ou no recurtimento; 4) Usar métodos de curtimento que garantam alta exaustão / alto esgotamento do cromo, com agentes auxiliares, se necessário, principalmente quando a recuperação do cromo ainda não é possível; 5) Sempre que possível, substituir parcialmente ou totalmente o cromo por outros agentes curtentes, sejam minerais, orgânicos ou vegetais; 6) Maximizar a exaustão ou esgotamento dos taninos vegetais usando, por exemplo, sistema de imersão dos couros em banhos de tanino em contracorrente – banhos em sequência, com concentrações de tanino crescentes, sendo que o couro inicia o curtimento pelo banho de concentração mais baixa e o banho é recirculado no sentido contrário, sendo a concentração de tanino ajustada no final do reciclo (tanque de ajuste); reciclo dos banhos de curtimento ao tanino 	<ol style="list-style-type: none"> 1) redução do cromo residual nos efluentes; 2) redução de volume dos efluentes, de DQO, de cromo nos efluentes; 3) idem (1) e economia de curtente de cromo original; 4) idem (1); 5) idem (1); 6) redução de DQO, de outros sais e de compostos fenólicos nos efluentes líquidos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Águas / Solo 2) Águas / Solo 3) Águas / Solo 4) Águas / Solo 5) Águas / Solo 6) Águas

Fonte: CETESB, 2015.

Tabela 3: Medidas P+L para Curtume na etapa de acabamento.

Etapa do Processo	Técnica / Tecnologia Alternativa	Resultados / Benefícios	Meio Beneficiado
Acabamento	1) Melhorar exaustão / esgotamento de todos os agentes químicos utilizados nas etapas do acabamento, através da otimização das variáveis de processo em cada etapa – manter controle rigoroso dessas variáveis (quantidade / concentração, temperatura, pH, tempo, rotação dos fulões etc.);	1) redução de DQO, de sais, de metais pesados, de vários compostos orgânicos (corantes, engraxantes, aditivos etc.) nos efluentes;	1) Águas / Solo
	2) No rebaixamento após curtimento, além de rebaixar o mínimo necessário, destinar o pó de rebaixadeira para reaproveitamento interno e/ou por terceiros (reciclagens licenciados pelos órgãos ambientais competentes, o quanto for possível);	2) redução de cromo lançado no ambiente, redução de áreas necessárias específicas para disposição do pó da rebaixadeira;	2) Solo
	3) Na neutralização, utilizar polímeros acrílicos para fixar melhor o cromo do recurtimento;	3) redução de cromo residual nos efluentes;	3) Águas / Solo
	4) Realizar recurtimento e engraxe em um único banho (mistura de recurtentes e engraxantes);	4) redução do volume total de efluentes;	4) Águas
	5) No recurtimento, como no curtimento, substituir parcialmente ou de preferência, totalmente, o cromo por outros agentes curtentes de menor impacto ambiental;	5) idem (3);	5) Águas / Solo
	6) No recurtimento, usar produtos químicos com menor teor de fenóis livres;	6) redução de DQO e de fenóis nos efluentes;	6) Águas / Solo
	7) Tingimento: por imersão contínua;	7) redução da DQO nos efluentes;	7) Águas
	8) No tingimento, não utilizar corantes benzidínicos e determinados azocorantes que geram aminas aromáticas cancerígenas (ref. Diretiva UE 76/769/CEE);	8) redução de substâncias persistentes no ambiente, de tratamento mais difícil, tóxicas ao meio e ao homem;	8) Águas / Solo
	9) No engraxe, evitar usar óleos halogenados;	9) idem (8);	9) Águas / Solo
	10) Utilizar banhos curtos (de menor volume) – implantar reduções graduais de volume nos banhos do acabamento. Limites: potências instaladas de agitação nos tanques ou fulões e preservação da superfície dos couros (flor) (1);	10) redução do consumo de água, do volume total dos efluentes e redução potencial do consumo de produtos químicos e da carga poluente dos efluentes;	10) Águas / Solo
	11) Secagem: otimizar a remoção mecânica de água antes da secagem, onde for possível / secagem em túnel, utilizando infravermelho;	11) redução de emissões de compostos orgânicos e redução do consumo de energia (combustível) / redução de emissões de caldeiras;	11) Ar
	12) Substituição de lacas ou resinas à base de solventes orgânicos por polímeros uretânicos ou outros de base aquosa;	12) redução da emissão de orgânicos voláteis para a atmosfera;	12) Ar
	13) Aplicação de acabamento (revestimentos, pinturas) por cilindro ou rolo, por cortinas, por "sprays" tipo alto volume e baixa pressão (exceção para acabamentos de espessura muito fina, tipo anilina) em substituição aos "sprays" convencionais.	13) redução do volume de emissões atmosféricas e melhor aproveitamento dos produtos de acabamento (redução de custos).	13) Ar

Fonte: CETESB, 2015.

5.2 Tecnologias em desenvolvimento

As tecnologias em desenvolvimento são ferramentas que estão sendo exploradas pela indústria do couro. Entretanto, algumas delas ainda estão em processos de testes em laboratórios, mas algumas já estariam sendo viáveis atualmente.

O processo de gaseificação de resíduos de curtumes é um projeto desenvolvido com vários resíduos do curtume como o lodo da estação de tratamento, o pó da rebaixadeira,

material curtido, etc. Este projeto tem como princípio a produção de gases através dos resíduos citados para a produção de energia e vapor para o curtume (SILVA, 2021).

Outra opção para os resíduos é o uso de enzimas específicas para tratar as proteínas curtidas. Essa proposta tem como objetivo promover o “descurtimento” dos couros que constituem os resíduos, separando o cromo da proteína de forma que ambos tenham possibilidades e valores atrativos para reutilização pelos próprios curtumes ou por terceiros, como por exemplo, as serragens da rebaixadeira ou das aparas que sobram (CETESB, 2015). Com isso, varias enzimas vêm sendo utilizadas nas demais etapas, como: aplicação de celulases para degradar a celulose do esterco que vem com as peles; Aplicação de proteases específicas e queratinases que possam ser usadas para desenvolver uma depilação totalmente sem sulfetos; Aplicação de lipases na lavagem após depilação e descarte, para dispersar e remover gorduras naturais; e aplicação de proteases e lipases ativas em meio ácido para uso no piquel ou no processamento de *Wet blue*, para fazer uma segunda “purga” e desengraxar as peles (CETESB, 2015).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os estudos levantados *in loco* na empresa em questão, foi possível observar a preocupação com o meio ambiente e também no comprometimento da empresa para diminuir os impactos gerados durante a produção. Entretanto, quando há avaliações e monitoramento constante sempre apareceram pontos passíveis de otimização. Diante disso, o comprometimento de todos os setores para diminuir os problemas que eventualmente possam surgir durante a produção são pontos cruciais na obtenção do desenvolvimento sustentável. Dessa maneira, o plano de ação deve ser elaborado com o objetivo de garantir a sustentabilidade empresarial, sendo executada através do incentivo de boas práticas operacionais visando sempre a preservação do meio ambiente.

Por se tratar de uma empresa moderna de curtume, as propostas selecionadas foram de acordo com a estrutura física e metodológica da produção vigente. Levando em consideração o que há de moderno na indústria de curtume.

Portanto, foram determinadas cinco propostas para ser implementadas dentro da empresa como: Gestão de fornecedores; Racionalização ou substituição de produtos químicos; Gestão organizacional e comunicação; Monitoramento de poluentes atmosférico; Proposta com relação os resíduos. Além disso, foram apresentadas medidas que ajudaram a manter os parâmetros necessários de cada etapa da produção, bem como, a possibilidade de novas tecnologias a serem explorada pela empresa. Assim, espera-se que essas propostas possam contribuir com o desenvolvimento sustentável da empresa e também na atualização dos principais projetos atuais voltadas para a indústria de produção de couro.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIICA – Associação de Investigação de las Industrias del Curtido y Anexas . **Projecto Planta Tratamiento Rebajaduras Wet-blues**. Espanha, 2006.

ALVES, J. I.; DA CUNHA, B. P.; DE SOUSA, J. B. Desenvolvimento e Desenvolvimento Sustentável: uma revisão contemporânea para pensar políticas públicas num ambiente de complexidade. **Revista Jurídica**. Vol. 01, n°. 50, p. 484-513, Curitiba, 2018.

AMORIM, M.C. & MELILLO, G. **Informações gerais sobre acabamento de couros**. Curtume Carioca. Rio de Janeiro, 1987. 26 p. apud LEAL, O. B. R. Análise Técnica, Econômica e de Tendências da Indústria do Couro Brasileira e da sua Relação com a Indústria Química. Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

ANASTAS, P. T., & ZIMMERMAN, J. B. (2006). **The twelve principles of green engineering as a foundation for sustainability**. In M. A. Abraham. Sustainability science and engineering: defining principles (pp. 11- 32).

ARAGÓN-CORREA, J.A.; HURTADO-TORRES, N.; SHARMA, S.; GARCÍAMORALES, V.J. (2008) **Environmental strategy and performance in small firms: a resource-based perspective**. Journal of Environmental Management, v. 86, n. 1, p. 88-103.

ARAUJO, M. A.; LIMA, T. L. A.; SOBRAL, M. F. F. Gestão da informação: a adoção do BI por meio do uso dos sistemas ERP em Usinas Sucroalcooleiras. **Revista Agropampa**, v. 1, p. 78-92, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BARTER, N.; RUSSELL, S. **Sustainable Development: 1987 to 2012 – Don't Be Naive, it's not about the Environment**. In: 11TH AUSTRALASIAN CONFERENCE ON SOCIAL AND ENVIRONMENTAL ACCOUNTING RESEARCH (A-CSEAR). Proceedings... University of Wollongong, 2012. p. 1-18.

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

BAIN & COMPANY. **Potencial de diversificação da indústria química Brasileira – Relatório 4** – Químicos para Couro. São Paulo, 2014. 34p.

BEIER, G.; NIEHOFF, S.; XUE, B. **More Sustainability in Industry through Industrial Internet of Things?** Applied Sciences. v. 8, n. 2, p. 219, 2018.

BONDREA, D.; MOCANU, R. **The impact of the leather industry left on the environment**. In: 5th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development, Bulgaria, v. 1. 2016.

BOCCONE, R.I., FONTANA, J., BELLO, M. **Influência de algunos agentes de engrase sobre las propiedades de cueros ovinos sin lanas.** Monogr. Tecnol., Montevideo, n.18, p. - 12, 1987.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº313, de 29 de outubro de 2002.** Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial [da] União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 226, de 22 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 85-91.

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

CICB - Centro da Indústria de Curtumes do Brasil. **Estudo do setor de curtume no Brasil.** IEMI – Inteligência de Mercado. 2017.

CICB – CENTRO DA INDÚSTRIA DE CURTUMES DO BRASIL. **O couro e o curtume brasileiro.** 2022. Disponível em: <<https://cicb.org.br/cicb/noticias/emprego-no-setor-em-fevereiro>>. Acesso em: 15 de abril 2022.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Produção mais Limpa.** 2017. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia Técnico Ambiental de Curtumes.** 2. ed. rev. atual. a partir da 1ª ed. publ. em 2005. – São Paulo: CETESB, p. 115 – 117, 2015.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005.** Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Diário Oficial [da] União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 121, de 27 de junho de 2005, Seção 1, páginas 128-130.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº410, de 04 de maio de 2009.** Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. Diário Oficial [da] União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 83, 05 maio 2009. p. 106.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial [da] União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 92, 16 maio 2011. Seção 1, p. 89.

CLAAS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume.** Porto Alegre, SENAI, 1994.

Embrapa. **Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009.** Documento 233. 2010.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados.** Cad. EBAPE.BR, v. 14, n° 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017.

FEAM - **Fundação Estadual do Meio Ambiente. Guia técnico do setor de curtumes.** Belo Horizonte: Feam, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **World statistical compendium for raw hides and skins, leather and leather footwear 1999-2015.** Roma, 2016.

FUJIKAWA, E. S. **Incorporação do resíduo “serragem cromada” em materiais de construção civil.** Orientador: Prof. Dr. Jorge Akutsu. 2002. p 92. Dissertação para o Mestrado, Faculdade de Engenharia da UNESP – Campus de Bauru, Bauru, 2002.

GROBER, U. **Deep Roots: A Conceptual History of “sustainable Development” (Nachhaltigkeit).** Discussion papers, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. Berlin: WZB, 2007.

HART, S.L. (1995). **A natural-resource-based view of the firm.** Academy of Management Review, v. 20, n. 4, p. 986-1014.

HOINACKI, E. **Peles e Couros: origens, defeitos e industrialização.** 2ª Ed. Porte Alegre. SENAI, 1989.

HOFER, R. **History of the Sustainability Concept – Renaissance of Renewable Resources.** In: HOFER, R. Sustainable Solutions for Modern Economies. Londres: Royal Society of Chemistry, 2009.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico: resultados preliminares de Petrolina-PE, 2021.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/petrolina.html>>. Acesso em: 29 de mar. 2022.

LUGONDI, D.; ARIMA, C. H. **Uso e a aplicação do NPS (Net Promoter Score) no auxílio a priorização de backlog em uma empresa brasileira de serviços de internet: um estudo de caso.** HFD, v.7, n.13, p. 73-84, fev/jul 2018.

LUZ, S.C.S. **Aspectos estruturais da assembléia de peixes de uma lagoa marginal do Submédio São Francisco após sua desconexão do rio e deplecionamento.** 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

MASSERAN, Matthaeus Simonetti Guatura. **Aplicação de ferramentas de gestão ambiental no setor hoteleiro.** Orientadora: Cristiane Kreutz. 2015. TCC (Graduação) - Curso de engenharia ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Parana, Campo Mourão – PR, 2015.

Disponível:<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6942/3/CM_COEAM_2015_2_21.pdf>. Acessado em: 18 abr. 2022.

MARION, C.V. **A questão ambiental e suas problemáticas atuais: uma visão sistêmica da crise ambiental.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E CONTEMPORANEIDADE, 2., 2013, Santa Maria. Anais [...]. Santa Maria: UFSM, 2013.

MENDONÇA, Letícia Mello De. **O conceito de desenvolvimento sustentável: ressignificação pela lógica de acumulação de capital e suas práticas.** Rio de Janeiro: Revista brasileira de geografia econômica, Ano VIII, n°. 15, 2019.

MITCHAM, C. **The concept of sustainable development: its origins and ambivalence.** Technology in Society, v. 17, n. 3, p. 311-326, 1995.

MURO JÚNIOR, A.; GODOY, Y. D. O. **Implantação de produção mais limpa em complexo alimentício industrial.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, Goiás, 2021.

MÜLLER, J.; CORREA, C.H. **Noções básicas sobre prevenção de defeitos e conservação de peles.** [S.l.], CTCOURO/SENAI/RS, 1992. 41p.

OBREGON, C. G. S. **Guia técnico ambiental de curtumes.** CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, ed. 2ª, p. 12-13, 2015.

PAULA, M. S. D.; ALVES, A. G. D. C. **Gestão estratégica de fornecedores.** XXXII ENEGEP, Bento Gonsalves, RS, Brasil, 2012.

RÍOS-OSÓRIO, L. A. et al. **The concept of sustainable development from an ecosystem perspective: history, evolution, and epistemology.** In: YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. et al. Ecological Dimensions for Sustainable Socio Economic Development. 1st ed. Southampton, UK: WIT Press, 2013.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. D. S. **A metodologia de produção mais limpa (p+l): um estudo de caso em uma indústria de curtume.** R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 524-547, 2020.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental.** São Paulo: Atlas, 2009.

SENAI - RS. **Cinco fases da implantação de técnicas de Produção mais Limpa.** (Série Manuais de Produção mais Limpa) Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas 103p. il. SENAI, 2003.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003b). **Cinco fases da implantação de técnicas de produção mais limpa.** Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, p. 103.

SILVINO, K. D. S.; SILVA, M. D. S. **Práticas de produção mais limpa (p+l): um estudo de caso em uma indústria do setor de confecções do sertão paraibano.** Campo Do Saber, ISSN 2447-5017 – v. 7, n. 1, p. 95-96, 2021.

SILVA, A.L.; DANTAS, M.B. **A questão da extrafiscalidade no direito ambiental.** In: GUASQUE, A.; GUASQUE, B.; GARCIA, H.S. Meio ambiente natural e artificial: interfaces legais. São Paulo: UNIVALI, 2018.

SILVA, Juliana Pereira da. **Produção de Energia Elétrica a partir de Gaseificação de Resíduos de Couro.** Orientador: Dr.^a Paula Neto e Dr.^a Teresa Pimenta. 2021. p 93. Dissertação Mestrado em Engenharia Química - Energia e Biorrefinaria, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2021.

SUGAHARA, C. R. et al. **Desenvolvimento Sustentável: Um Discurso em Disputa.** Desenvolvimento em Questão, 2019, vol. 17, núm. 49, 2019.

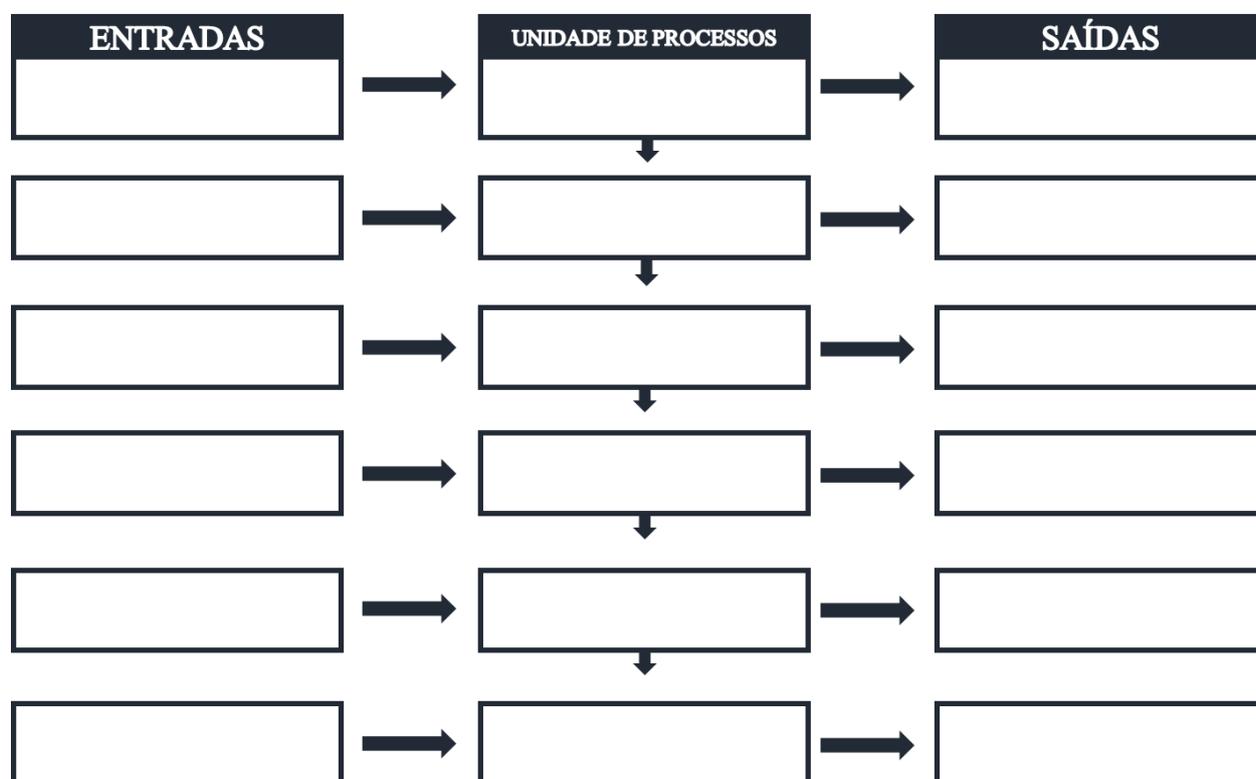
THORSTENSEN, T.C. **Practical leather technology.** 2. ed. Huntington: Robert E Krieger Publishing, 1976. 294 p.

WCED - World Commission on Environment and Development. **Our Common Future.** Oxford: Oxford University Press, 1987.

ANEXOS

Anexo 1: Questionário aplicado aos representantes da empresa:

- 1) Quais os tipos de resíduos gerados no curtume?
- 2) Ocorre separação interna dos resíduos?
- 3) Como é o descarte da água na etapa de ribeira?
- 4) Como é o descarte da água na etapa de curtume?
- 5) O processo de curtimento é químico ou vegetal?
- 6) Como é o descarte da água na etapa de acabamento?
- 7) Quais as regiões são fornecidas as peles?
- 8) Qual o tipo de transporte?
- 9) O processo industrial de curtume se inicia após a coleta? Se não, qual a forma de armazenamento das peles recebidas?
- 10) Os resíduos que sobram após o processo de produção passam por algum tratamento? Se sim, qual tipo?
- 11) Qual o destino final dos resíduos após o tratamento supracitado?
- 12) Qual o tempo de duração do tratamento residual?
- 13) Quais os tipos de subprodutos ou resíduos (líquidos, sólidos e gasosos) que são gerados durante todo o processo?
- 14) Há frequências programadas, se sim? Qual a frequência de paradas programadas?
- 15) Como ocorre a lavagem do local, dos recipientes e dos caminhões que são utilizados durante o processo?
- 16) Quais as principais problemáticas que possam ser apontadas pela empresa?

Anexo 2: Modelo de balanço de entrada e saída:

Fonte: Autoria própria.