

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
Curso Superior de Tecnologia Química
Modalidade Couros e Tanantes

***PROJETO DE UMA
INDÚSTRIA DE
CURTUME***

Aluna: Rícia Valéria Santos da Costa

Matrícula: 921.1670-0

***PROJETO DE UMA
INDÚSTRIA DE
CURTUME***

Orientador: Prof. José Amauri

Instituição de Estágio: Curtume Santa Rosa LTDA

Período de estágio: 18/09/1996 a 23/12/1996

Campina Grande - PB
1997



Biblioteca Setorial do CDSA. Março de 2021.

Sumé - PB

**PROJETO DE UMA
INDÚSTRIA DE
CURTUME**

Aprovado em: 30 / 12 / 1977

Banca Examinadora:

• Amélio Luís B. B.
• [Signature]
• [Signature]

CURTUME SANTA ROSA LTDA.

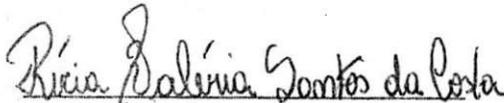
CURTIMENTO E PREPARAÇÃO DE COUROS, SUB-PRODUTOS E PELES
Rua Dinamérico Palmeira, S/Nº - Fone: (083) 422-1033 - FAX: (083) 421-3812 - Jatobá
CEP. 58707-260 - PATOS - PARAIBA

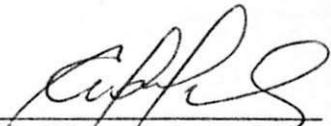
DECLARAÇÃO

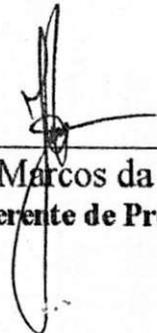
Declaramos para os devidos fins, que a estudante de **TECNOLOGIA QUÍMICA - MODALIDADE COUROS E TANANTES da UFPB - CAMPUS II** Rícia Valeria Santos da Costa, portadora da carteira de trabalho e Previdência Social de Nº 29.519 Série 00017-PB; estagiou em nossa empresa nos setores de **RIBEIRA, SEMI-ACABADO E ACABAMENTO**, durante o período de 18 de Setembro à 23 de Dezembro de 1996; totalizando uma carga horária de 703 horas.

O Acima exposto é a pura expressão da verdade.

Patos-PB, 23 de Dezembro de 1996.


Rícia Valéria Santos da Costa
Estagiária


Carlos Manaci de O. Lima
Diretor Presidente


João Marcos da S. Araujo
Gerente de Produção

SUMÁRIO

Nº		PÁGINA
1	INTRODUÇÃO	05
2	JUSTIFICATIVA DE LOCALIZAÇÃO	06
3	INCENTIVOS E LINHAS DE CRÉDITO	07
4	LAY-OUT	09
5	CARACTERÍSTICA ESTRUTURAL	10
6	DIMENSIONAMENTO DO CURTUME	12
7	FLUXOGRAMA INDUSTRIAL	17
8	SETOR DE PRÉ ACABAMENTO/ACABAMENTO	30
9	SELEÇÃO DE TECNOLOGIA	32
10	MEMORIAL DESCRITIVO PARA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	36
11	TRATAMENTO DE EFLUENTES	44
12	DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	61
13	ANÁLISES QUÍMICAS	63
14	CONTROLE DE QUALIDADE	65
15	INVESTIMENTO DO PROJETO	66
16	JUSTIFICATIVA PARA INSTALAÇÃO DOS LABORATÓRIOS	72
17	CONCLUSÃO	73
18	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

RESUMO

**COSTA, Rícia Valéria Santos; Projeto de um Indústria de Curtume
Campina Grande - 1997 - 77pg.(Relatório). Conclusão Curso
Superior em Tecnologia Química: Couros e Tanantes - Universidade
Federal da Paraíba**

Este projeto tem como objetivo apresentar todas as informações para a instalação e implantação de uma indústria de curtume ECOPELE LTDA. com capacidade inicial para 500 couros bovinos salgados/dia e com expansão prevista para 1000 couros salgados/dia localizada no Distrito Industrial da Catingueira, fortalecendo a idéia da criação de um pólo de curtume.

O ECOPELE LTDA. terá como prioridade um produto de alta qualidade e satisfação do cliente, associado a racionalização de custos e redução do impacto ambiental. São as principais metas para alcançar a certificação da ISO 9000, objetivando a certificação da gestão ambiental da ISO 14.000.

ABSTRACT

This project have you how objective to show all information of the installation and implatations of a industry tannery ECOPELE LTDA.

With an initial capacity of 500 leather bovine per day, location Distrito Industrial da Catingueira, fortifying the idea creation of Pole Tannery.

The ECOPELE LTDA will have with priority a product of high quality os satisfacion client, associated to the trend of how cost products and minimum environmental degradation import. There for as for certification if main goal is firstly. To be ISO 9000 certified, than making efforts for getting the ISO 14000 certification.

1. INTRODUÇÃO

O projeto visa mostrar as viabilidades para a implantação de uma indústria de curtume ECOPELE LTDA., baseada no seu funcionamento e dimensionamento.

Destacando fatores técnicos e econômicos, tais como: localização, transporte, espaço físico, disponibilidade de mão de obra, de matéria-prima, água, energia, maquinaria, consumo de produtos químicos, estação de tratamento, laboratórios, fluxo de materiais de fabricação e vendas. Com base em todos estes dados tem-se requisitos necessários p/ a elaboração da proposta de um projeto de uma indústria de curtume.

O curtume projetado irá atuar no ramo de processamento de couros em wet-blue, semi-acabado e acabado, com o objetivo de colocar no mercado um produto de alto valor agregado, mas com baixos teores de toxicidade, reduzindo os impactos ambientais gerados por esse ramo industrial.

Quanto ao mercado consumidor este bastante influenciado pela moda e pelas estações do ano, aliando-se ao fato de ser a Paraíba uma importante região coureiro-calçadista, possuindo também uma forte tradição na implantação de empresas do setor formal e informal, principalmente nos municípios de João Pessoa, Campina Grande, Santa Rita e Patos. Estes fatores têm proporcionado ao estado uma condição privilegiada em consolidar-se como pólo produtor e exercer um importante papel como centro dinâmico da indústria.

2. JUSTIFICATIVA DE LOCALIZAÇÃO

Pesquisas realizadas para a implantação do ECOPELE LTDA apontaram o município de Campina Grande como local adequado para a implantação de uma empresa de curtume, devido aos seguintes fatores:

- a) Excelente posição geográfica em relação às capitais da região nordeste, apresentando distância que variam de 100 a 800 Km relativamente aos maiores agrupamentos populacionais e centros econômicos da região.
- b) Disponibilidade de mão de obra especializada proveniente da Universidade Federal da Paraíba – Campus II – curso de Tecnologia Química em Couros e Tanantes; do centro regional de tecnologia do couro e calçados Albano Franco, unidade do Senai responsável pelo treinamento de profissionais na área.
- c) Existência de matéria-prima bovina, caprina e ovina proveniente do compartimento da Borborema, Cariri, Curimataú, além dos demais estados do nordeste.
- d) A potencialidade do setor coureiro-calçadista possuindo em 1993, 72 empresas de calçados no setor formal, atingindo uma produção anual de 74.935.481 pares, levando em consideração o setor informal que conta com um número expressivo de 319 micro-empresas até 1994, responsáveis por uma produção de 4.535.616 pares de calçados em geral e as indústrias de curtumes no estado num total de 10 em 1993, possuíam uma média anual de 200.955 m² de wet-blue; 246.294 m² acabado, 21.000 m² de peles caprinas/ovinos e 27.848 m² de raspa. Desta produção, 60% do couro wet-blue (sem valor agregado) e 10% de peles caprinas/ovinas e parte do couro acabado eram exportados para os grandes centros nacionais e para o mercado internacional. A matéria-prima restante não era suficiente para abastecer as fábricas de calçados da região, gerando com isso a necessidade de importação de couro ou substituição por material sintético.
- e) Infra-estrutura
 - O abastecimento de água é de fundamental importância, pois a qualidade da água influencia nas operações. O loteamento é cortado por duas adutoras de 500mm e 700mm de diâmetro. De acordo com um novo projeto de ampliação do Sistema de Abastecimento de Água de Campina Grande, o terreno será beneficiado também por uma adutora de 800 mm. No local existe um Riacho (riacho da Depuradora) que poderá servir como destino final dos efluentes tratados.
 - A energia elétrica será garantida pela Companhia de Eletricidade da Borborema – CELB, concessionária do sistema da Companhia Hidrelétrica de

São Francisco – CHESF, com capacidade para atender altas demandas energéticas, ainda para fins de segurança a indústria contará com um transformador automático

3. INCENTIVOS E LINHAS DE CRÉDITO

3.1 Linhas de Crédito

- Banco do Nordeste:
Linha especial para o setor coureiro - calçadista
- Sebrae / Banco do Nordeste
Fundo de aval SEBRAE / Banco do Nordeste, setor coureiro - calçadista
- Banco do Brasil
Linha especial para o setor coureiro – calçadista formal
Linha especial para o setor coureiro – calçadista informal
- Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE
Linha de crédito para o setor coureiro – calçadista através do fundo de Investimento do Nordeste - FINOR
- Companhia de Desenvolvimento da Paraíba - CINEP
Linha de crédito para construção de galpões através do Fundo de Apoio de Desenvolvimento Industrial do Estado - FAIR e FUNDESP

3.2 Incentivos

Através do Fundo de Desenvolvimento Industrial, formando com o recolhimento do ICMS, a empresa pode receber a devolução de até 80% do valor devido. O prazo de carência é curto apenas um ano, mas, na hora de pagar a dívida, a empresa pode receber um abatimento de até 90%, calculando em função da quantidade de empregos gerados e da localização (empresas localizadas no interior recebem um desconto maior). O incentivo também inclui os 25% do ICMS relativos aos municípios.

Para empresas que exportem um volume superior a 50% da produção, o estado prevê prêmios de 10,5% do volume exportado, pago com recursos do Tesouro estadual. O prazo de carência é três anos e, como no caso dos incentivos fiscais, a dívida também pode receber generosos abatimentos de até 80% (Empresas & Negócios 97).

3.3 Informações Cadastrais:

- Razão Social

Curtume ECOPELE LTDA

Nome de Fantasia: Curtume Ecopele

- Nome do Responsável pelo Empreendimento

Rícia Valéria Santos da Costa

Telefone para contato: (083) 322 – 4481

- Endereço Completo

Rua Josefã César Falcão S/N, Polo de Curtume, Catingueira

58.100.000, Campina Grande - PB.

- Direção

A direção ficará a cargo do sócio majoritário, ficando as funções dos departamentos financeiro, pessoal para profissionais capacitados e de confiança.

- Área Industrial

Área total do curtume: 38.500 m²

Área construída: 9.360 m²SC

- Diversificação e Ampliação

O curtume produzirá 500 couros /dia e poderá dobrar sua capacidade de produção dependendo da demanda do mercado, suas instalações já foram feitas para atender um aumento de produção de até 1000 couros /dia .

- Período de Funcionamento

dias por semana: 5 dias/semana

240 dias/ano, com um rendimento de 90% durante um ano (descontos de férias, feriados, etc) = 216 dias úteis de trabalho/ano.

- Características Climáticas

Clima: tropical semi-árido;

Índice Pluviométrico: normal com média anual de 780 mm;

Temperatura Anual: mínimo de 19° , média de 23° e máxima de 29°;

Umidade Relativa: 80%;

Velocidade Média do Vento: 3,4 m/s (sudeste);

4. LAY-OUT

O lay-out objetiva o dimensionamento de forma que atenda principalmente o fluxo produtivo, proporcionando rapidez, economia de espaços, melhor aproveitamento e manutenção dos equipamentos, melhorando as condições de funcionamento nos setores produtivos.

4.1 Área do Lay-Out

- Entrada e saída do curtume
- Guarita
- Estacionamento
- Diretoria
- Recepção
- Secretaria
- Contabilidade
- Refeitório
- Barraca
- Setor de Ribeira
- Setor de Curtimento
- Setor de Descanso entre Operações
- Setor de Secagem
- Setor de acabamento (seco e molhado)
- Banheiros
- Depósito de Couro
- Área de máquinas e equipamentos
- Vestuário
- Setor de lixar e desempoar
- Bebedouros
- Sala de técnicos
- Laboratórios físico e químico
- Expedição
- Estação de tratamento
- Ambulatório
- Sala de Jogos

5. CARACTERÍSTICA ESTRUTURAL

Na entrada do curtume, localiza-se a guarita juntamente com a sala de ponto de frequência, permitindo um controle eficiente e sistemático dos funcionários da empresa e atendimento cortês, aos clientes, visitantes e representantes químicos, como também zelando pela segurança e bem-estar da empresa, contando com estacionamento para todos aqueles que visitarem a empresa.

O setor administrativo fica na parte frontal do curtume, facilitando o acesso aqueles que desejem contactar com a empresa. Neste setor instalam-se os principais dirigentes formando a parte burocrática, contando com salas para diretor administrativo e industrial, departamento de compras e vendas, financeiro e pessoal, secretaria, sala de reuniões, recepção, cantina, banheiros e central telefônica.

O setor produtivo será dividido por dois galpões, cuja cobertura é do tipo shed que facilitará a emissão de luz natural e ventilação, as paredes pintadas de branco para facilitar a iluminação, nas extremidades superiores das paredes frestas e janelões de 3x2m deverão facilitar a entrada de luz e ventilação natural durante o dia facilitando a secagem aérea e boa circulação. À noite a iluminação é fornecida por lâmpadas fluorescentes que são mais fortes e econômicas.

No setor de acabamento utiliza-se lâmpadas de neon que não interferem nas tonalidades do couro em processamento. O piso será de cimento e concreto de alta resistência ao desgaste mecânico e aos processos químicos utilizados no processamento de peles. O piso terá vários desníveis que proporcionam o escoamento dos efluentes através das canaletas posicionadas frontalmente aos fulões implantados.

Dentro da fábrica a canalização é feita por canais abertos, cobertos por grades para facilitar o controle e a limpeza; e fora da fábrica usa-se tubulações de concreto com inclinação em seu nível menor que 0,35% evitando grandes concentrações de águas residuais.

As instalações sanitárias são posicionadas em quantidade suficiente na proporção de 25 a 30 operários por WC. Os bebedouros estão localizados em pontos estratégicos do curtume de fácil acesso aos funcionários.

O curtume conta com uma casa de força localizada na parte externa maior, mais próxima aos setores vitais, produção e oficina, possibilitando o acionamento caso haja algum problema no fornecimento de luz elétrica. Também localiza-se na parte externa a carpintaria e a oficina mecânica, facilitando a solução de algum problema.

O compressor é instalado na parte externa menor do curtume, devido a sua alta periculosidade. É utilizado para homogeneizar líquidos em tanque da estação de tratamento de efluente e principalmente no setor de acabamento.

A caldeira será implantada na parte externa maior do curtume próxima da produção e afastada da construção fabril por questão de segurança. Na parte externa ainda localizam-se os laboratórios, localizados perto do setor fabril, mas fora da área de produção para evitar interferência nos equipamentos devido as vibrações. Os laboratórios

realizam análises e testes químicos nos ensumos e nos banhos residuais provenientes de processos de fabricação do couro e na qualidade da água, entre outros.

O refeitório também localiza-se na parte externa em função do odor desagradável existente no setor fabril. O ambulatório, também posicionado na parte externa, mais perto da produção pronto para prestar assistência médica aos funcionários, caso seja necessário.

Na parte interna do curtume situam-se o almoxarifado geral, que é depósito para estocagem de produtos químicos destinados à produção e próximos ao setor fabril para um ágil abastecimento quando necessário; a sala dos técnicos, local destinado ao estudo, elaboração de fórmulas, como também avaliação dos resultados das análises realizadas nos laboratórios.

O curtume piloto é equipado com pequenos fulões para realizar testes preliminares e experiências em arquivos antes de entrarem em processamento na produção.

O terreno apresenta uma boa declividade a fim de que as águas sejam conduzidas espontaneamente, evitando o acúmulo de líquidos durante possíveis elevações pluviométricas.

O projeto da indústria estabelece locais de hidrantes e extintores no combate de incêndios, das afixações de avisos de segurança de trabalho, como proibição do uso de cigarros em lugares de agrupamentos de pessoal e material, tais como no almoxarifado, restaurante, laboratórios, entre outros.

Os extintores são instalados de acordo com o risco e tipo de classe de fogo. A distância máxima percorrida é de 10m. Para incêndios de classe A, como por exemplo os que ocorrem no setor de ribeira, barraca e administração utilizam extintor de água pressurizada e/ou espuma. Para a classe B, como os da sala de matização, almoxarifado e caldeira empregam extintor de gás carbônico e pó químico. Para a classe C, como os que ocorrem em quadros elétricos, motores, interruptores e compressores utilizam gás carbônico e pó químico seco.

A distribuição dos hidrantes é de forma a proteger toda a área da empresa por dois jatos simultâneos, dentro de um raio de 40m (30m de mangueira e 10m do jato).

As instalações elétricas estão de acordo com as normas estabelecidas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

6. DIMENSIONAMENTO DO CURTUME

O dimensionamento do ECOPELE LTDA dá o diagnóstico de sua capacidade produtiva, tomando como base a quantidade de peles beneficiadas, para a partir desta informação fazer todos os cálculos necessários para o empreendimento.

Todos os parâmetros utilizados neste projeto tomaram como base as indicações do livro "Relações Mútuas Entre os Parâmetros da Indústria do Couro", Julio A. Villa, elaborado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - ONUDI, editado em 1973 (Villa 73).

6.1 Quantidade de Couro a Trabalhar

O curtume deverá produzir 500 couros/dia, distribuídos da seguinte maneira:

- 200 couros Wet-Blue (WB)
- 150 couros Semi-Acabado (SA)
- 150 couros Acabados (AC)

Sabendo-se que o couro da região tem as seguintes características:

- Peso - varia entre 25 e 27:.. média = 26 Kg/couro
- Metragem - 3,20m superfície média
- Raspa - para couro de 3,20m temos 1,60m

Considerando que o curtume trabalhe um ano, teremos:

48 semanas de(trabalhando 5 dias por semana)= 240 dias/ano

90% de rendimento da produção (descontando férias, feriados etc.) = 216 dias úteis de trabalho/ano

Teremos uma produção de:

$216 \text{ dias} \times 500 \text{ couros/dia} = 108.000 \text{ couros/ano}$

$108.000 \text{ couros/ano} \times 26 \text{ Kg/couro} = 2.808.000 \text{ Kg couros/ano}$

Poderemos calcular o rendimento da empresa, utilizando o coeficiente de rendimento de acordo com a tabela a seguir:

Couros em estado	1 m ² de couro flor	1 m ² de raspa
caleiro	0,18	0,07
píquel	0,22	0,08
wet-blue	0,33	0,12
semi-acabado úmido (até engraxe)	0,58	0,21
semi-acabado (até secagem)	0,75	0,27
acabado	1,00	0,36

Fonte: ONUDI

Para calcular o rendimento da empresa tem-se:

$$200WB \times 3,20m^2 / \text{couro} = 640 \times 0,33 = 211,2m^2 \text{ couros} / \text{dia}$$

$$150SA \times 3,20m^2 / \text{couro} = 480 \times 0,75 = 360m^2 \text{ couros} / \text{dia}$$

$$150AC \times 3,20m^2 / \text{couro} = 480 \times 1,00 = 480m^2 \text{ couros} / \text{dia}$$

$$\Rightarrow \text{Total de couro} = 1.051,2m^2 \text{ de couros} / \text{dia}$$

Considerando a perda de 20% das raspas (de tamanho 1,60m²) teremos como rendimento:

$$160WB \times 1,60m^2 / \text{couro} = 256m^2 \times 0,12 = 30,72m^2 \text{ raspas} / \text{dia}$$

$$120AS \times 1,60m^2 / \text{couro} = 192m^2 \times 0,27 = 51,84m^2 \text{ raspas} / \text{dia}$$

$$120AC \times 1,60m^2 / \text{couro} = 192m^2 \times 0,36 = 69,12m^2 \text{ raspas} / \text{dia}$$

$$\Rightarrow \text{Total de raspas} = 151,68m^2 \text{ raspas} / \text{dia}$$

$$\therefore \text{Rendimento da empresa total (flor + raspa) será de } 1.202,88m^2 / \text{dia}$$

$$216 \text{ dias} \times 1.202,88m^2 / \text{dia} = 259.822,08m^2 / \text{ano}$$

De acordo com os padrões internacionais, temos que 1m² = 10,76pe², isto implica em:

$$259.822,08m^2 / \text{ano} \times 10,76pe^2 / \text{ano} = 2.795.685,5pe^2 / \text{ano}$$

6.2 Distribuição da Superfície Coberta

Os cálculos que serão apresentados na distribuição da superfície coberta inclui a expansão prevista para o curtume, que será 1000 couros / dia.

Para o galpão do Curtume temos uma previsão de produção máxima, considerando o projeto de expansão.

- 1000 couros / dia x 26Kg / couro = 26.000Kg couro / dia.
- 216 dias / ano x 26.000Kg / dia = 5.616.000Kg / ano.
- 5.616.000Kg / ano x 1.5pe² / Kg = 8.424.000pe² / ano.

Área útil necessária para o galpão será de: $\frac{8.424 \text{ pe}^2 / \text{ano}}{900 \text{ pe}^2 / \text{m}^2 \text{ SC}} = 9.360 \text{ m}^2 \text{ SC}$

Distribuição da superfície edificadas do curtume por setores será:

SETORES	%	m ²
Fabricação	68	6.364,80
Barraca, classificação e expedição	14	1.310,40
laboratório, administração, oficinas e banheiros	8	748,80
serviços gerais	10	936,00
TOTAL	100	9.360,00

Tabela1 - Distribuição da Superfície Coberta (SC) no curtume

Dos 6.364,8 m² de fabricação, as máquinas e equipamentos serão distribuídos da seguinte maneira:

SETORES	%	m ²
Ribeira	25	1.591,20
Curtimento	09	572,83
Semi-acabado (até engraxe)	19	1.209,31
Semi-acabado (até secagem)	21	1.336,61
Acabamento	26	1.654,85
TOTAL	100	6.364,80

Tabela 2 - Distribuição da Superfície Coberta na fabricação

6.3 Fator de Potência Inicial (Hpi)

Calcula-se o fator de potência inicial (Hpi) utilizando o coeficiente de 420 m / Hpi, permitindo verificar como o curtume transforma sua energia potencial em metros quadrados de couros curtidos.

$$259.822,08 \text{ m}^2 / \text{ano} = 618,63 \text{ Hpi} / \text{ano}$$

6.3 Fator de Potência Inicial (Hpi)

Calcula - se o fator de potência inicial (Hpi) utilizando o coeficiente de 420 m² / Hpi, permitindo verificar como o curtume transforma sua energia potencial em metros quadrados de couros curtidos.

$$\frac{259.822,08 \text{ m}^2 / \text{ano}}{420 \text{ m}^2 / \text{Hpi}} = 618,63 \text{ Hpi} / \text{ano}$$

6.4 Disponibilidade de Energia Própria

O parâmetro utilizado será 3 Hpi / Kva. Este calculo é necessário para prevermos a capacidade dos geradores próprios que deverão existir no curtume no caso de falta de energia elétrica .

$$\frac{618,63 \text{ Hpi} / \text{ano}}{3 \text{ Hpi} / \text{Kva}} = 206,21 \text{ Kva} / \text{ano}$$

O curtume precisará de um gerador de eletricidade com capacidade de 206,21 Kva / ano

6.5 Consumo de Energia Elétrica

a) Consumo teórico

$$\Rightarrow 216 \text{ dias} \times 8 \text{ h} / \text{dia} \times 618,63 \text{ Hpi} / \text{ano} \times 0,736 \text{ Kwh} / \text{Hp} = 786.778,55 \text{ Kwh} / \text{ano}$$

b) Consumo efetivo⁵

$$\Rightarrow 786.778,55 \text{ Kwh} / \text{ano} \times 0,60 = 472.067,13 \cong 473 \text{ Kwh} / \text{ano}$$

6.6 Consumo de Água

O parâmetro utilizado será de: 300 l/couros; logo

- 500 couros / dia x 300 l / couro = 150.000 l/dia \Rightarrow 150 m³/dia
- 216 dias/ano x 150.000 l/dia = 23.400.000 l/ano \Rightarrow 23.400 m³/ano

6.7 Consumo de Produtos Químicos (PQ)

6.7.1 Consumo de PQ anual

O coeficiente para couros/ano é de: 10 Kg PQ/ano, logo:

$$\Rightarrow 108.000 \text{ couros/ano} \times 10 \text{ Kg PQ/couro} = 1.080.000 \text{ Kg PQ/ano}$$

6.7.2 Distribuição por Setores

a) Ribeira (Fator de conversão = 3,5 kg PQ / kg Pqr)

$$\text{RB} = \frac{1.080.000 \text{ KgPQ/ano}}{3,5 \text{ KgPQ/KgPqr}} = 308.571,42 \text{ KgPqr/ano}$$

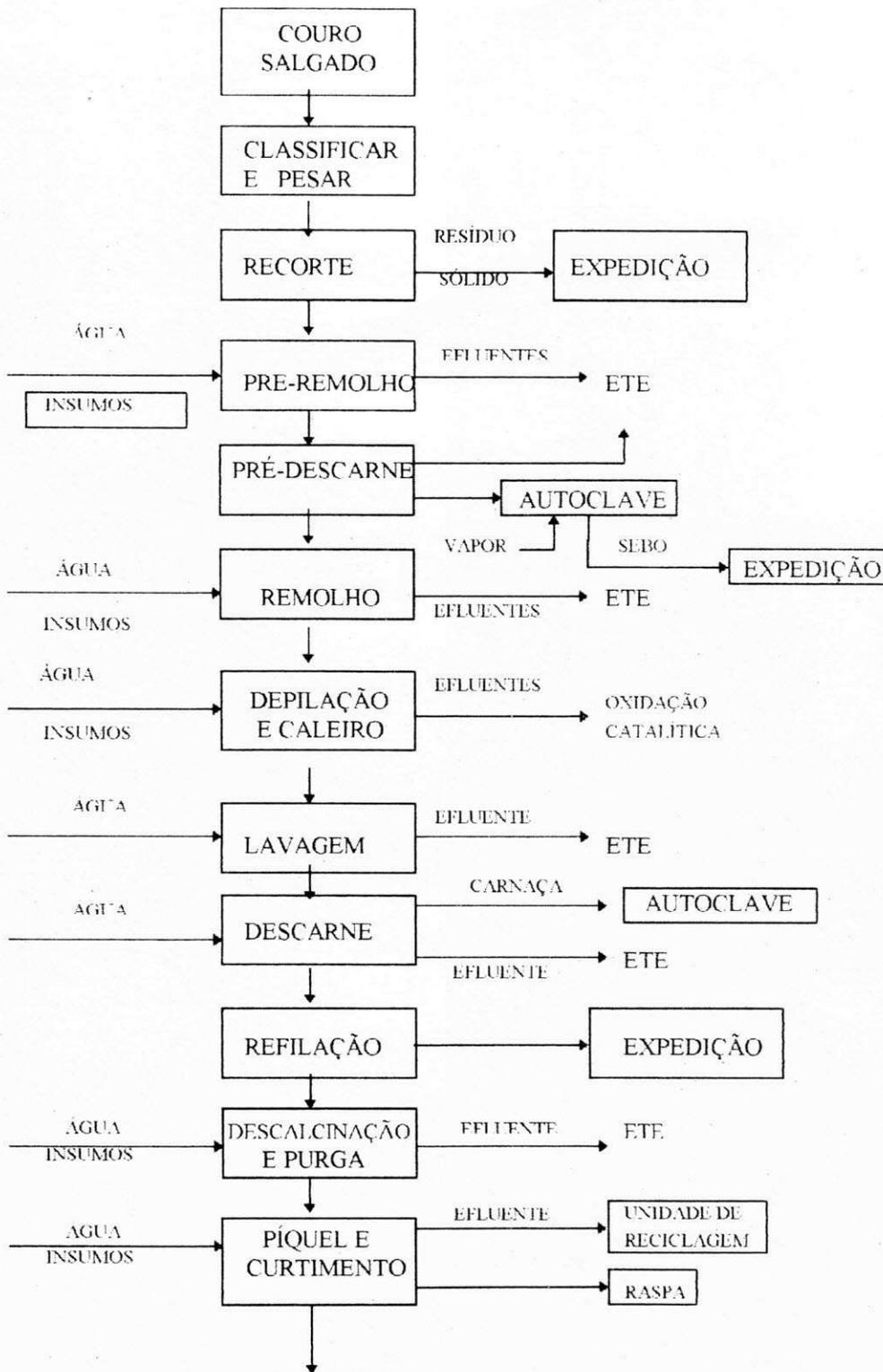
b) Curtimento (Fator de conversão = 1,5 kg PQ / kg Pqc)

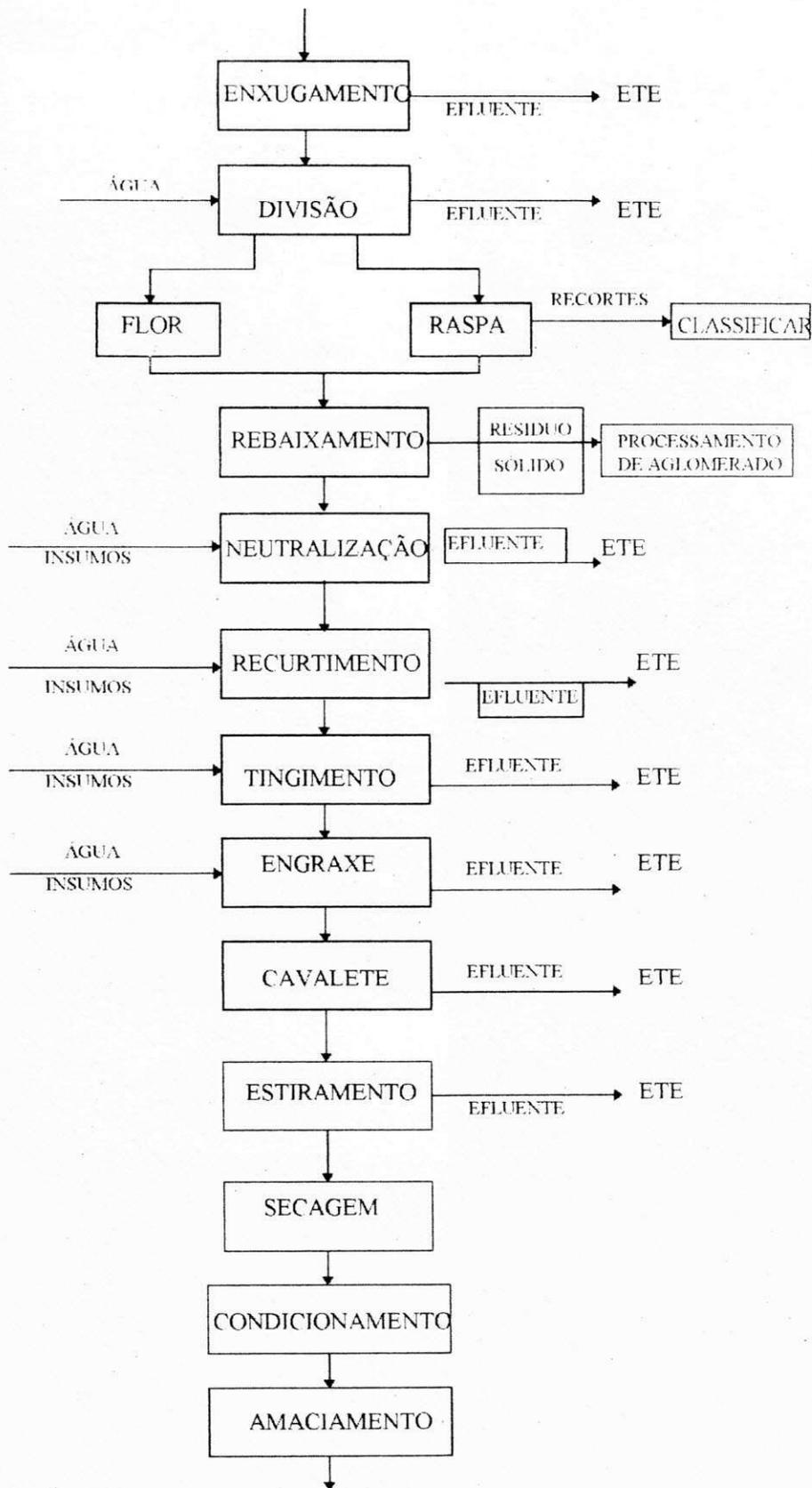
$$\text{RB} = \frac{1.080.000 \text{ KgPQ/ano}}{1,5 \text{ KgPQ/KgPqc}} = 720.000 \text{ KgPqc/ano}$$

c) Acabamento (Fator de conversão = 30,0 kg PQ / kg Pqa)

$$\text{RB} = \frac{1.080.000 \text{ KgPQ/ano}}{30,0 \text{ KgPQ/KgPqa}} = 36.000 \text{ KgPqa/ano}$$

7. FLUXOGRAMA INDUSTRIAL







7.1 Áreas do Setor Produtivo

7.1.1 Barraca

É o lugar onde armazenamos e conservamos as matérias-primas que são de origem salgada. Na barraca a iluminação é material e artificial com jogo de lâmpadas fluorescentes, o piso de lajes de concreto com certa inclinação para facilitar o escoamento de salmoura e água, as paredes azulejadas para facilitar a limpeza.

Neste setor a classificação é dada pelo peso do couro, extra leve abaixo de 20Kg, leve até 25Kg, pesado de 24 até 32Kg e extra pesado a partir de 32Kg, aparados e postos nos paletes em lotes de pilhas. As peles salgadas, antes de serem levadas ao processo, devem ser batidas para a retirada da salinidade que será aproveitada para a conservação de outros couros. A eliminação do sal antes do remolho baixa a concentração salina no efluente final e reduz o volume de água no remolho.

Na barraca tem uma área de 900 m² e está posicionada com condições ideais de matéria - prima, levando em consideração a temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade.

Equipada com um fulão de bater sal (Michelon - tipo cilíndrico) ocupando uma área de 60 m² ao lado da barraca, 3 mesas de refilamento, paletes, 1 balança móvel com capacidade para 1.000 Kg e um elevador industrial.

7.1.2 Recortes de Apêndices

Recortes retirados das peles como beijos, orelhas, patas, tetas, úberes, etc. Esta etapa é também realizada na barraca.

7.2 Ribeira

7.2.1 Pré - Remolho

Tem a finalidade de repor a umidade e fazer uma leve limpeza das peles, durante uma lavagem de 30 minutos quando estas estão salgadas

7.2.2 Pré - Descarne

Esta operação mecânica tem por finalidade retirar da parte inferior da pele (carnal), resíduos de gordura, restos de carne ou fibras não aproveitáveis, deixados pelos abatedouros na esfolagem do animal.

7.2.3 Remolho

O remolho é o primeiro processo pelo qual passa as peles no curtume, sendo de fundamental importância para as etapas posteriores. Este processo tem por finalidade repor o teor de água apresentado pelas peles quando estas recobrem o animal (60% -

ainda a qualidade da água para que esta seja pobre em matéria orgânica e tenha dureza inferior a 6° alimões, a temperatura para a atuação enzimática, mas não superior a 30° C, o tempo, a ação mecânica (rotação de 1 a 4 rpm) e o pH 9 - 10 (ibid. 1994).

7.3 Caleiro e Depilação

Este processo pode ser compreendido como o responsável pela remoção dos pelos do sistema epidérmico, abertura da estrutura fibrosa e preparação das peles para as operações posteriores.

O ECOPELE LTDA. trabalha com tecnologias limpas, utilizando o processo de depilação a base de enzimas e caleiro com recuperação de pêlos (Hair Saving).

7.3.1 SISTEMA DE RECICLO DE CALEIRO COM RECUPERAÇÃO DE CABELO

➤ *Processo Hair Saving*

Através do sistema de depilação HS (Hair Saving) realiza-se uma retirada profunda dos cabelos, através da imunização, evitando que este se destrua, separando-o por microfiltração durante o processo de caleiro reduzindo a carga orgânica e o lodo. A primeira fase consiste na soltura do cabelo com o uso de auxiliares enzimáticos e imunização do cabelo com cal. Na segunda fase adiciona-se o sulfeto de sódio com o objetivo de eliminar a queratina e epiderme, sem desmanchar o cabelo. Na terceira fase do processo faz-se o caleiro propriamente dito, com a complementação do volume de água e adição do restante da cal.

A recuperação dos pêlos baseia-se na não destruição dos mesmos durante o processo de depilação e caleiro e sua posterior recuperação. Se considerarmos a Demanda Química de Oxigênio, DQO, o processo com recuperação dos pêlos reduz em torno de 50% os valores obtidos com processos convencionais. Também traz vantagens quando o banho residual for reciclado. Os pêlos poderão ser retirados por peneiramento, oferecendo um banho mais limpo para reutilização [CLAAS 94].

Conforme estudos realizados no Instituto TNO-Waalwijk (Holanda), demonstrou-se que o volume de substância capilar removido por quilo de couro cru (peso salgado), é de cerca de 30-60 gramas e que 1,0 grama de pêlos dissolvidos, produzem cerca de 1,3 gramas de DQO. Consequentemente, apenas a substância capilar dissolvida corresponde a 39-78 gramas de DQO/kg de couro cru.

As maiores vantagens do reciclo de caleiro com recuperação do cabelo, são as seguintes [SETOR-COURO 94]:

- redução do teor de nitrogênio amoniacal no efluente;
- possível utilização do lodo com cabelo em agricultura;
- limpeza dentro da fábrica;
- redução da abrasão da flor causada pelos cabelos;
- economia de produtos químicos na Estação de Tratamento.
- maior limpeza da flor e fácil eliminação da raiz do pêlo;
- aumento de abertura da estrutura fibrosa;

banho residual for reciclado. Os pêlos poderão ser retirados por peneiramento, oferecendo uma banho mais limpo para reutilização [CLAAS 94].

Conforme estudos realizados no Instituto TNO-Waalwijk (Holanda), demonstrou-se que o volume de substância capilar removido por quilo de couro cru (peso salgado), é de cerca de 30-60 gramas e que 1.0 grama de pêlos dissolvidos, produzem cerca de 1.3 gramas de DQO. Conseqüentemente, apenas a substância capilar dissolvida corresponde a 39-78 gramas de DQO/kg de couro cru.

As maiores vantagens do reciclo de caleiro com recuperação do cabelo, são as seguintes [SETOR-COURO 94]:

- redução do teor de nitrogênio amoniacal no efluente;
- possível utilização do lodo com cabelo em agricultura;
- limpeza dentro da fábrica;
- redução da abrasão da flor causada pelos cabelos;
- economia de produtos químicos na Estação de Tratamento;
- maior limpeza da flor e fácil eliminação da raiz do pêlo;
- aumento de abertura da estrutura fibrosa;
- melhor rendimento da superfície do couro (ganho de área);
- melhor distribuição dos agentes curtentes e de recurtimento / engraxe;
- tripas mais macias e abertas, facilitando a divisão;
- aumento da resistência à ruptura da flor (lastômetro).

➤ Reciclo de Caleiro

A opção de reciclagem de caleiro com depilação enzimática possibilita uma economia no consumo de 50% de sulfeto inicial colocado no processo, sendo possível recuperar cerca de 80% do mesmo no banho residual, baseado em [CLASS 94].

Como vantagens do reciclo podemos citar: significativa economia no consumo de insumos químicos, redução considerável nas quantidades de oxigênio necessárias para oxidar os sulfetos residuais a tiosulfato, e a diminuição da carga orgânica e tóxica no efluente total (pois ela é responsável por cerca de 75% da toxicidade total devido ao sulfeto), podendo-se reduzir a DQO em 20 a 22% e o nitrogênio em 25%. Observa-se que não há prejuízo quanto à qualidade do couro [FOLACHIEER 76], pois apresentam-se limpos e com flor mais fina sem afetar as suas propriedades físico-mecânicas, além dos resultados analíticos para complementação do banho terem boa reprodutividade. O sistema de reciclo (figura em anexo) é descrito a seguir.

O fulão de caleiro é composto de duas calhas internas revestidas por laminas de inox tipo "peneira" que ajudam na filtragem e separação do banho de depilação/caleiro e nas águas de lavagem dos couros. O controle desse processo é feito através de duas válvulas dispostas nas extremidades do fulão que fazem o controle da lavagem e do banho de caleiro.

O banho residual de caleiro ao sair do fulão, desce por gravidade, sendo armazenado em um tanque pulmão. Uma bomba de recalque, situada acima deste tanque,

garante uma alimentação constante do banho ao microfiltro rotativo onde ocorre a separação dos resíduos sólidos (pêlos). O material queratinoso em questão será armazenado em uma bombona para coleta, onde será selecionado e vendido para uma fábrica de pincel, sendo o restante encaminhado para a UEDITRES

O banho voltará para o fulão onde ocorre a complementação do volume de água e adição do restante da cal. Ao término do processo, o banho é armazenado em um tanque de estocagem do reciclo, onde será analisado e sua formulação complementada similarmente a formulação inicial. Em seguida, este banho será bombeado para ser reutilizado no lote seguinte.

Esta microfiltração permite recuperar até 90% do pêlo perdido no banho, o que resulta em 3 m³ de cabelo/dia (1m³ de cabelo/200 peles depiladas), conforme [FADEL 95] e [TOSCAN 93]. E economiza-se 195Kg de Na₂S/dia (economiza 12,5 kg/t) segundo [FOLACHIEER 76].

Em caso de necessidade, o tanque de estocagem do reciclo também será utilizado para a realização da dessulfuração, antes do envio para a estação de tratamento de efluentes, através do fornecimento de oxigênio via insuflação de ar pelo fundo do tanque na presença de um catalisador de manganês.

➤ Dimensionamento dos Tanques para o Reciclo de Caleiro

TANQUE PULMÃO

- Volume Caleiro = 70% H₂O ⇒ 18.200 l (p/ 1.000 couros)
- 50% capacidade = 9.100 l/dia = 9,1 m³/dia
- h_u = 2,0 m e A = B ⇒ V = B² x h_u

$$\Rightarrow B = \sqrt{\frac{V}{h_u}} = \sqrt{\frac{9,1}{2,0}} \cong 2,15 \text{ m}$$

$$\Rightarrow V_f = 2,15 \times 2,15 \times 2,00 = 9,24 \text{ m}^3$$

sendo h_t = h_u + 0,5 m (margem de segurança), temos:

Dimensões do tanque pulmão = 2,15m x 2,15m x 2,5m

TANQUE DE ESTOCAGEM DO RECICLO

100% da capacidade → V = 18,2 m³/dia

h_u = 3,00 m e sendo A = 2B, temos:

$$\Rightarrow V = h_u \times A \times B \Rightarrow h_u \times 2B \times B \Rightarrow V = h_u \times 2 B^2$$

$$\Rightarrow B = \sqrt{\frac{V}{2 h_u}} = \sqrt{\frac{18,2}{2 \times 3}} = \sqrt{3,033} \cong 1,75 \Rightarrow A = 3,5$$

$$\Rightarrow V_1 = (h_u + 0.5) \times A \times B = (3,0 + 0.5) \times 3,5 \times 1,75 = 21,44$$

Dimensões do tanque de reciclo = 1,75m x 3,5m x 3,5m

7.3.1 Descarne

Esta operação mecânica tem por finalidade remover restos de carnes, resíduos de gorduras aderidas às peles, deixadas por abatedores na esfola do animal.

7.3.2 Refilação

Só recortes de partes não aproveitáveis para facilitar as operações mecânicas posteriores.

7.3.3 Divisão

Esta operação consiste em dividir a pele em duas camadas: a superficial, chamada Flor; e a inferior, denominada Crosta ou Raspa.

7.4 Descalcinação

Tem por finalidade a remoção de substâncias alcalinas quimicamente combinadas ou depositadas nas peles. Os produtos descalciantes são: sais amônicos, bissulfeto de sódio e ácidos fracos.

Controla-se o ph quando este estiver em torno de 7,5 - 8,6. No corte transversal da pele que deverá apresentar-se incolor, usa-se como indicador fenofitaleína.

A temperatura ideal é de 30° a 37°c [HOINACKI 89].

7.5 Purga

A purga tem como finalidade eliminar os materiais queratinosos degradados e digerir as gorduras naturais, visando a limpeza da estrutura fibrosa.

Trata-se de purgar a pele através de ação enzimática com vista a destruir remanescentes de certas proteínas indesejáveis e gordurosas.

Devem ser controladas a concentração da purga, a ação mecânica (4 a 6 rpm), ph (7,5-8,5) e a temperatura de 37° a 38°, uma vez que se opta por uma purga pancreática.

No final do processo são executados alguns testes práticos para verificar a ação da purga, tais como: impressão digital, estado escorregadio e afrouxamento da rufa.

7.6 Piquel

Neste processo, as peles desencaladas e purgadas são tratadas com soluções salinas ácidas, visando preparar as fibras colagenas para uma fácil penetração dos agentes curtentes na etapa posterior.

O processo de piquelagem deve seguir alguns controles, como o de não executar o piquel em temperaturas acima de 30°C, pois causa a obtenção de couros fracos e sem resistência ao rasgamento.

O pH deve estar em torno de 2,5 a 2,8 fazendo seu controle através de um corte transversal e utilizando o indicador verde de bromocresol que deve apresentar coloração.

A concentração salina do banho deve apresentar-se maior ou igual a 6°Bé e a análise do banho residual deve ser 1,8 a 2,0g/l.

7.7 Curtimento

É o processo que visa transformar a pele em couro por meio de um agente curtente, tornando-a estável e imputrescível. Com o curtimento, ocorre o fenômeno de reticulação por efeito dos diferentes agentes empregados, resultando no aumento da estabilidade de todo o sistema colágeno, o que pode ser evidenciado pela determinação da temperatura de retração.

As características mais importantes conferidas ao curtimento são: o aumento da temperatura de retração, a estabilidade face aos enzimas e a diminuição da capacidade de intumescimento do colágeno, além de maciez, elasticidade, resistência ao rasgamento e lisura da flor.

7.7.1 Reutilização do Cromo a partir do banho de curtimento

O controle deste processo se dá através de duas válvulas dispostas na extremidade do fulão que fazem o controle da lavagem e do banho de curtimento.

Em seguida, o banho segue por gravidade para um filtro composto de peneira fina que faz a retirada do material grosseiro proveniente do curtimento, que é destinado a UDITRES. Após o peneiramento o banho segue também por gravidade para um tanque de floculação onde ocorre a precipitação do cromo sob adição de bicarbonato de sódio (agente alcalino) através de um dosador. Este tanque tem capacidade de armazenar o banho de um dia de curtimento após a decantação do precipitado (pasta de cromo), o líquido sobrenadante é bombeado e enviado pela canaleta principal para a estação de tratamento de efluentes e a pasta de cromo é bombeada para um tanque de redissolução.

O tanque de redissolução é composto de fibra de vidro de grande resistência, onde ocorre a dissolução do precipitado (pasta de cromo sob a adição controlada de ácido sulfúrico (H₂SO₄) e do agente catalizador (sacarose).

Esta adição é realizada com o auxílio de dosadores. Através de cálculo estequiométrico é encontrado o volume de ácido sulfúrico a adicionar no precipitado de Cr(OH)₃ até atingir a basicidade desejada para a formação de Cr₂(SO₄)₃, o que se dá o pH em torno de 1,0. Em seguida o licor de sulfato de cromo formado é analisado e reutilizado como agente curtente no lote de peles seguintes [CIAAS]¹⁶.

Vantagens da reutilização e reciclo de curtimento [SENAI 91]

- Este processo poupa a estação de tratamento de efluentes, de excessiva carga tóxica proveniente do curtimento (cromo trivalente). Esta toxicidade é nociva principalmente para microorganismos que atuam no tratamento secundário;
- A presença do cromo trivalente no efluente homogeneizado exige a sua remoção na forma de precipitado de hidróxido de cromo III ($\text{Cr}_2(\text{OH})_3$), que deve ser operado com faixa de pH 8 a 8,5, sendo seu ajuste realizado no tanque de ajuste de pH. Todos esses controles podem ser simplificados com o reciclo;
- O lodo sem cromo trivalente, após passar pelo leito de secagem, pode ser utilizado como adubo, sendo rico em nitrogênio e matéria orgânica, o que pode contribuir para a umificação de solos exauridos;
- Com o reciclo evita-se uma elevada concentração de sulfato de cromo no efluente. No caso do processo sem reciclo, o sulfato de cromo atravessa todo o sistema biológico, chegando ao efluente acima dos limites estabelecidos.

➤ Dimensionamento dos Tanques para Reciclo e Reutilização do Cromo

VOLUME DO BANHO DE CURTIMENTO

1.000 couros dia = 26.000 kg/dia

26.0 kg/dia x 1,1 = 28.600 kg couros tripa/dia (integral)

⇒ 70% H_2O → 20.020 l

⇒ 1,5% H_2SO_4 (1:10) = 429 + 4.290 → 4.719 l

⇒ 1,8% Bicarbonato (1:4) → 2.059 l

26.798 l = 27,0 m³

TANQUE DE FLOCULAÇÃO¹

- $V_b = 27,0 \text{ m}^3$

- $h_u = 3,0 \text{ m}$

- $V_1 = h_u \times A \times B$ onde $A = 2B$

$$\Rightarrow V_1 = h_u \times 2B \times B = h_u \times 3B^2 \Rightarrow B^2 = \frac{V_1}{h_u} \Rightarrow B = \sqrt{\frac{V_1}{h_u}}$$

$$\Rightarrow B = \sqrt{\frac{27}{3}} = \sqrt{9} = 3 \text{ m}$$

logo, $A = 2B = 6 \text{ m}$.

¹ V_b - Volume do banho / V_1 - capacidade total do tanque ($V_1 = V_b$)
 h_u - altura útil do tanque / A e B - comprimento e largura do tanque

Como temos 0,5 m de segurança na altura do tanque, portanto:

Dimensões do tanque de floculação = 3m x 6m x 3,5m

TANQUE DE REDISSOLUÇÃO DO CROMO

⇒ opção por formato circular → $A_c = \pi R^2$

⇒ $V = h \times A_c = h \times \pi R^2$

Partindo-se do princípio que o volume final da redissolução não seja nunca maior que 50% do volume de curtimento, tem-se que:

- $V = 13,5 \text{ m}^3$
- $R = 2,0 \text{ m}$

Logo:

⇒ $13,5 \text{ m}^3 = h \times 3,14 \times (2,0 \text{ m})^2$

⇒ $h = \frac{13,5}{12,56} = 1,07 \text{ m}$

Dimensões do tanque de redissolução: $\varnothing = 4,0 \text{ m}$ e $h = 1,07 \text{ m}$

Equipamentos Utilizados neste Setor

- 4 fulôes de remolho e caleiro
- 2 máquinas de descarte (1 grande e 1 pequena)
- 2 mesas de recortes
- 1 balança 1.000 kg
- 6 fulôes de curtimento
- 2 cavaletes para rachar
- 1 elevador industrial
- 1 máquina de dividir (homogeneizar)

Mão-de-obra: 19 operários

Área utilizada: 3.000 m²

7.7.2 Operação Mecânica de Enxugar

A operação mecânica de enxugar e estirar tem o objetivo de eliminar o excesso de H₂O de 60% a 40% de umidade. A operação é considerada bem executada quando pela dobra de couro e aplicação de pressão aparecem gotas de água.

Após a operação de enxugar é aconselhável deixar os couros em repouso de 8 a 24 horas para que readquiram a espessura normal, pois eles apresentam menor espessura em virtude da pressão a que foram submetidos.

7.7.3 Classificação

Os couros são classificados manualmente em função dos defeitos, espessura, tamanho e em função do artigo definido.

7.7.4 Rebaixamento

Esta operação mecânica visa dar ao couro espessura adequada e uniformidade em toda a sua extensão, controlada com espessímetro.

Logo após será feita a refilação para retirada de apêndices deixados pela operação de rebaixamento.

Os couros devem ser pesados após o rebaixamento. Este peso constitui o peso de referência para as operações de neutralização, recurtimento, tingimento e engraxe.

7.8 Neutralização

O processo consiste na eliminação dos ácidos livres existentes nos couros curtidos ao mineral, ou formados durante o armazenamento, por meio de produtos auxiliares suaves e sem prejuízo das fibras do couro e da flor.

Da neutralização depende a penetração das graxas, e em consequência o toque e a elasticidade [HOINACKI 89].

Após a neutralização faz-se necessário uma lavagem nos couros, a fim de eliminar os excessos de sais neles presente, pois a não eliminação dos mesmo pode causar alterações nos couros acabados, uma delas consista na eflorescência salina sobre a flor.

Na prática os controles aplicados são:

T = 30° a 46° C

pH = 45 - 60

Indicador (verde de bromocresol, a coloração a apresentar-se vai depender do artigo a ser fabricado).

7.9 Recurtimento

A finalidade do processo é a preparação do couro para a ação da lixa com o intuito de corrigir couros defeituosos, retirando a elasticidade e encorpado-o, dando maciez, permitido a estampagem e facilitando a colagem na placa de secagem.

Os controles são:

- pH do banho variável em 4,5 - 6,0
- Temperatura de 30° a 46°
- Indicador (verde de bromocresol)

7.10 Tingimento

Sua finalidade é dar coloração ao couro. São utilizadas substâncias corantes que são capazes de comunicar sua própria cor ao material sobre o qual se fixam, como também igualizadores. Este corantes devem ser fixados com o uso de ácidos orgânicos como ácido acético e fôrmico.

Deve se considerar a temperatura, efeito mecânico, tipo de corante e da neutralização e do recurtimento [Ibid, 89].

7.11 Engraxe

Considerada uma das operações mais importantes, tendo como finalidade dar maciez ao couro. O material de engraxe que funciona como lubrificante envolvem as fibras do couro, evitando a aglutinação dos mesmos durante a secagem [HOINACKI 89].

São utilizados no engraxe óleos sulfonados, sulfatados, sulfitados, bem como óleos vegetais e animais, utilizando-se para estes tensoativos e emulgadores.

O engraxe depende do sucesso das operações anteriores, bem como da:

- Temperatura entre 60° e 65°C
- pH 5,0 - 6,5
- Volume do banho
- Rotação entre 16 - 18 rpm
- neutralização
- recurtimento

7.11.1 Cavaletagem e Estiramento

Os couros tingidos e engraxados ficam nos cavaletes de 12 a 24 horas para eliminar rugas, ganhar área e baixar o percentual de água. A operação de estiramento é realizada mecanicamente (máquina de enxugar - estira).

7.11.2 Secagem

Operação que tem como finalidade reduzir o teor de água do produto final para 14% de umidade, representada pela H_2O quimicamente ligada às proteínas e pela H_2O dos capilares finos.

A secagem complementar é realizada em secotherm, secador a vácuo e secador aéreo.

Os fatores que influenciam na secagem são temperatura, umidade relativa do ar, circulação de ar, tempo e espessura o couro.

8. SETOR DE PRÉ-ACABAMENTO/ACABAMENTO

8.1 Condicionamento

Este processo visa a reumidecer uniformemente as superfícies e regiões do couro, elevando a umidade para 26 - 28%. Pulverizando diretamente com água o carnal de maneira uniforme, após esta etapa o couro ficará em repouso [HOINACKI 89].

8.2 Amaciamento

Tem a finalidade de dar aos couros reumidecidos melhor flexibilidade e toque macio, após esta operação os couros são estocados em placas especiais TOGGLING.

8.3 Lixamento

Com esta operação são executadas as devidas correções da flor, visando eliminar certos defeitos e melhorando o aspecto do material. A umidade dos couros deve estar entre 14 e 16%.

8.4 Desempoamento

É a retirada do pó aderido à camada flor proveniente do lixamento. A eliminação do pó deve ser perfeita e completa, a fim de evitar problemas no acabamento.

8.5 Acabamento

A operação de acabamento confere ao couro sua apresentação e aspecto definido. As exigências de acabamento variam de artigo para artigo, porém as exigências fundamentais de um couro acabado são: brilho, toque - características físico-mecânicas como impermeabilidade à água, resistência a fricção, solidez à luz, etc.

No acabamento poderão ser eliminados ou compensadas certas deficiências naturais.

São aplicadas ao couro camadas sucessivas de misturas:

- Camada de pré-fundo e fundo
- Camada de pigmentação
- Camada de lustro ou top final

Esta composição poderá ser modificada de acordo com o suporte e a qualidade do filme desejado. Estas camadas ligadas entre si formam uma película sobre o couro e na sua composição entram diferentes produtos [HOINACKI 89].

A aplicação das camadas será com a máquina multiponto seguida com túnel de secagem e túnel de pintura com pistolas rotativas, bem como prensa hidráulica para moldar e uniformizar as camadas.

Uma composição para acabamento do couro pode apresentar os seguintes componentes: ligantes, pigmentos, solventes, água, anilinas, tendo como materiais auxiliares espessantes, tensoativos e ceras.

8.6 Embalagem e Expedição

No setor de embalagem os couros acabados e semi-acabados são classificados, medidos, embalados e postos à venda, sendo comercializados por área.

Este setor requer uma máquina de medir e mesa para classificação.

9. SELEÇÃO DE TECNOLOGIA

PRÉ REMOLHO

Lavar 30'

PRÉ-DESCARNE

Descarnar

REMOLHO

Lavar 10'
200% água a temperatura ambiente
0,2 Perdol Green
Rodar 4h
Esgotar

DEPILAÇÃO/CALEIRO

40% água a temperatura ambiente
0,08% BATAN DEC-B (auxiliar enzimático)
1,5% Sulfeto de Sódio
Rodar 60'
3% Cal
Rodar 60'
Parar 30' e Rodar 30'} 2 vezes
Rodar 10'/h durante 18h
Reciclar banho
Lavar 30'
Descarregar/ Descarnar/ Homogeneizar espessura/ Pesar

DESCALCINAÇÃO/PURGA

200% água, 30°C
0,05% tensoativo
0,2% descalcante
Rodar 15'
40% água a 30°C
1% sulfato de amônio
2% agente descalcante
Rodar 60'
Controle: pH = 8,0 a 8,5
Corte da pele com fenolftaleína - incolor
60% água a 30°C

0,1% pulga
Rodar 40
Controle: pH = 8,0 a 8,5
 Prova de pressão digital
 Estado escorregadio
 Afrouxamento da rufa e aspectos gerais
Lavar com água a 25°C
Rodar 20 a 30'
Esgotar

PÍQUEL

40% água a 25°C
5% de sal
0,1% de fungicida
1% de formiato de sódio
Rodar 15'
1,5% de ácido sulfúrico (1:10) 4 x 30'
Rodar 120'
Controles: pH = 2,5 a 2,8
 Indicador do corte (verde de Bromocresol)

CURTIMENTO

2% de cromossal B pó
Rodar 120'
5% de Baycron AB pó
Rodar 5hs
1,8% de bicarbonato de sódio (1:4) 4 x 20'
Rodar 120'
Controle: pH 3,8
 Corte: verde-maçã
Reciclo do banho
Descarregar
Empilhar 48hs
Classificar - Desaguar - Dividir - Rebaixar - Pesar

NEUTRALIZAÇÃO/RECURTIMENTO

100% água a 35°C
1,5% formiato de sódio (1:10) a 35°C
Rodar 30'
Controle: pH = 4,5 a 5,5
 Corte: verde-azulado (indicador verde de bromocresol)
3% de tanino (1:5) a 35°C

Rodar 10'
2% de resina aniônica (1:5) a 35°C
Rodar 30'
Lavar e esgotar

TINGIMENTO

100% de água a 65°C
2% de corante ácido (1:30) a 65°C
Rodar 30'
2% de corante ácido (1:30) a 65°C
0,5% de igualizante
Rodar 60'
2% de ácido fórmico (1:10) eixo
Rodar 20'
Escorrer
Lavar 5' a 65°C

ENGRAXE

80% de água a 65°C
3,5% de óleo sulfitado
1,5% de óleo sintético
1,5% de óleo sulfatado
0,5% de óleo de mocotô
Os óleos todos diluídos de 1:5 a 65°C
Rodar 2hs
1% de ácido fórmico (1:10)
Rodar 20'
1% de óleo catiônico (1:5)
Rodar 30'
Esgotar
Lavar

ACAVALETAR

12 a 24hs

ESTIRAR - SECAR - ACONDICIONAR - AMACIAR - LIXAR - DESEMPOAR

ACABAMENTO

Impregnação

Produtos	Partes
água	600
resinas	350
penetrante	50

Aplicar uma demão, secar e prensar

OBS: Aplicada somente em couros lixados ou com problemas de flor frouxa

Fundo - Cobertura - Top

Composição	I	II
água	400	-
pigmento	150	-
resina mola	150	-
resina média	200	-
penetrante	50	-
cera	50	-
laca nitrocelulósica	-	500
solvente	-	500

OBS.: unidade referente a partes

I. Fundo - Cobertura

Prensar 70°C / 90atm

II. Top

Prensar a 80°C / 60atm

10. MEMORIAL DESCRITIVO PARA AS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

10.1 FULÔES DE BATER SAL, PRÉ-REMOLHO, REMOLHO E CALEIRO

Marca	Michelon	Italprogetti
Quantidade	01	04
Dimensão (m)	2,90 x 3,80	3,20 x 3,00
Volume Total (l)	19.720 l	42.160
Volume 50% (l)	8.200	20.380
Potência (kw)	22	30
Rotação (rpm)	2,5 - 5,5	1,5 - 3,0

10.2 FULÔES DE CURTIMENTO

Marca	Italprogetti
Quantidade	06
Dimensão (m)	3,0 x 3,0
Volume Total (l)	17.220
Volume 50% (l)	8.200
Potência (kw)	30
Rotação (rpm)	4 - 8

10.3 FULÔES DE RECURTIMENTO

Marca	Italprogetti
Quantidade	05
Dimensão (m)	2,80 x 2,20
Volume Total (l)	10.570
Volume 50% (l)	5.000
Potência (kw)	15
Rotação (rpm)	6,5 - 13

10.4 FULÃO DE BATER

Marca	Michelon
Quantidade	02
Dimensão (m)	3,0 x 3,5
Capacidade (l)	
Volumic Total (l)	23.480
Potência (kw)	22
Rotação (rpm)	16

10.5 FULÃO DE ENSAIO - RECURTIMENTO / TINGIMENTO / ENGRAXE

Marca	Michelon
Quantidade	04
Dimensão (m)	1,20 x 0,80
Capacidade (l)	
Volume Total (l)	
Potência (cv)	1,0
Rotação (rpm)	12

10.6 MÁQUINA DE DESCARNAR

Marca	Seiko (couros meio)	Seiko (couros inteiros)
Quantidade	02	01
Dimensões (m)		5,40 x 1,65
Peso (kg)		9.000
Produção Horária	120	120
Potência (kw)		65
Largura útil (m)		3,15
Nº de operadores		03

10.7 MÁQUINA DE DIVIDIR

Marca	Seiko (couros meio)
Quantidade	02
Dimensões (m)	5,50 x 1,35
Peso (kg)	6.800
Produção Horária (meios hora)	200
Potência (kw)	10
Largura útil (m)	2,70
Nº de operadores	05

10.8 MÁQUINA DE DESAGUAR CONTÍNUA

Marca	Svit
Quantidade	01
Dimensões (m)	4,77 x 2,50 x 2,10
Peso	12.000
Produção Horária (meios/hora)	180
Potência (kw)	19,5
Largura útil (m)	3,20

10.9 MÁQUINA DE REBAIXAR

Marca	Seiko (RB-16)	Moenus-Turner (Rasanta 730)
Quantidade	01	01
Dimensões (m)	3,90 x 1,80 x 1,80	4,30 x 1,90 x 1,60
Produção Horária (meios/h)	150 - 180	90 - 120
Potência (kw)	55	55
Peso (kg)	6.600	7.400
Largura útil (m)		1,80
Nº de operadores	02	02

10.10 MÁQUINA DE ESTIRAR

Marca	Seiko (ET-33)
Quantidade	01
Dimensões (m)	5,30 x 1,61
Peso (kg)	10.300
Produção Horária	
Potência (kw)	20
Largura útil (m)	3,30
Nº de operadores	02

10.11 SECADOR A VÁCUO

Marca	Mercier Freres (GT)	Master (Bi-vácuo) SVI-602
Quantidade	01	01
Dimensões (m)	1,80 x 6,00	4,37 x 1,94 x 2,80
Dimensões da mesa (m)		3,50 x 1,86
Produção Horária (meios/h)	120	120
Potência (kw)	6	8,8
Peso (kg)	6.700	5.000
Nº de operadores	04	02

10.12 SECOTHERM VERTICAL

Marca	MAC
Quantidade	10
Dimensões (m)	3,00 X 1,50
Produção Horária (meios/h)	50
Peso (kg)	450
Potência (kw)	
Nº de operadores	01

10.13 TOGGLING DE EXPANSÃO

Marca	Master
Quantidade	02
Dimensões (m)	2,89 x 8,90 x 2,89
Produção Horária (meios hora)	25 a 30
Nº de operadores	02

10.14 MÁQUINA DE AMACIAR

Marca	COPE (RF 180)
Quantidade	01
Dimensões (m)	3,10 x 2,10 x 1,70
Produção Horária	
Potência (kw)	11
Peso (kg)	5.700
Nº de operadores	02

10.15 MÁQUINA DE LIXAR

Marca	Menus-Turner (1.800 mm)
Quantidade	01
Dimensões (m)	1,33 x 3,60
Produção Horária (meios/hora)	100 - 180
Potência (kw)	18 (motor elétrico)
Largura útil (m)	1,80
Peso (kg)	2.350
Nº de operadores	02

10.16 MÁQUINA DE DESEMPOAR

Marca	Svit PI
Quantidade	01
Dimensões (m)	2,55 x 1,55 x 1,39
Produção Horária	
Potência (kw)	20
Largura útil (m)	
Peso (kg)	1.000
Nº de operadores	02

10.17 MÁQUINA DE PINTAR COM TÚNEL DE SECAGEM

Marca	Mercier Charvo (3.200)
Quantidade	01
Comprimento (m)	17,18
Produção Horária	
Potência (kw)	
Nº de operadores	02

10.18 MÁQUINA MULTIPONTO COM TÚNEL DE SECAGEM

Marca	Master (com resfriamento)
Quantidade	01
Dimensões (m)	2,57 x 11,10
Produção Horária (meios/h)	200
Potência (HP)	24
Largura útil (m)	1,80
Nº de operadores	02

10.19 MÁQUINA DE MEDIR ELETRÔNICA

Marca	Master MEGA 16
Quantidade	02
Dimensões (m)	4,50
Produção Horária	
Potência (kw)	1,8
Peso (kg)	710
Largura útil (m)	1,64
Nº de operadores	02

10.20 TÚNEL DE VARAS

Marca	Master (2 andares)
Quantidade	01
Dimensões (m)	12,82 x 3,80
Produção Horária	
Potência (cv)	02
Largura interna útil (m)	3,35
Altura interna útil (m)	3,30
Nº de operadores	04

10.21 BALANÇA

Marca	Jundiai	Filizola	Jundiai	Polimate
Quantidade	02	03	02	01
Capacidade (kg)	1.000	600	50	01

10.22 PRENSA (GRAVAR E ACETINAR COURO)

Marca	Copé
Quantidade	02
Dimensões (m)	1,50 x 1,00 (p/ a mesa)
Altura (m)	1,40
Potência (kw)	55
Peso (kg)	29.000
Nº de operadores	01

10.23 MÁQUINA DE POLIR

Marca	Copé
Quantidade	01
Dimensões (m)	8,60 x 2,48 x 2,15
Potência (cv)	03
Peso (kg)	1.200
Operadores	01

11 TRATAMENTO DE EFLUENTES

11.1 FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES

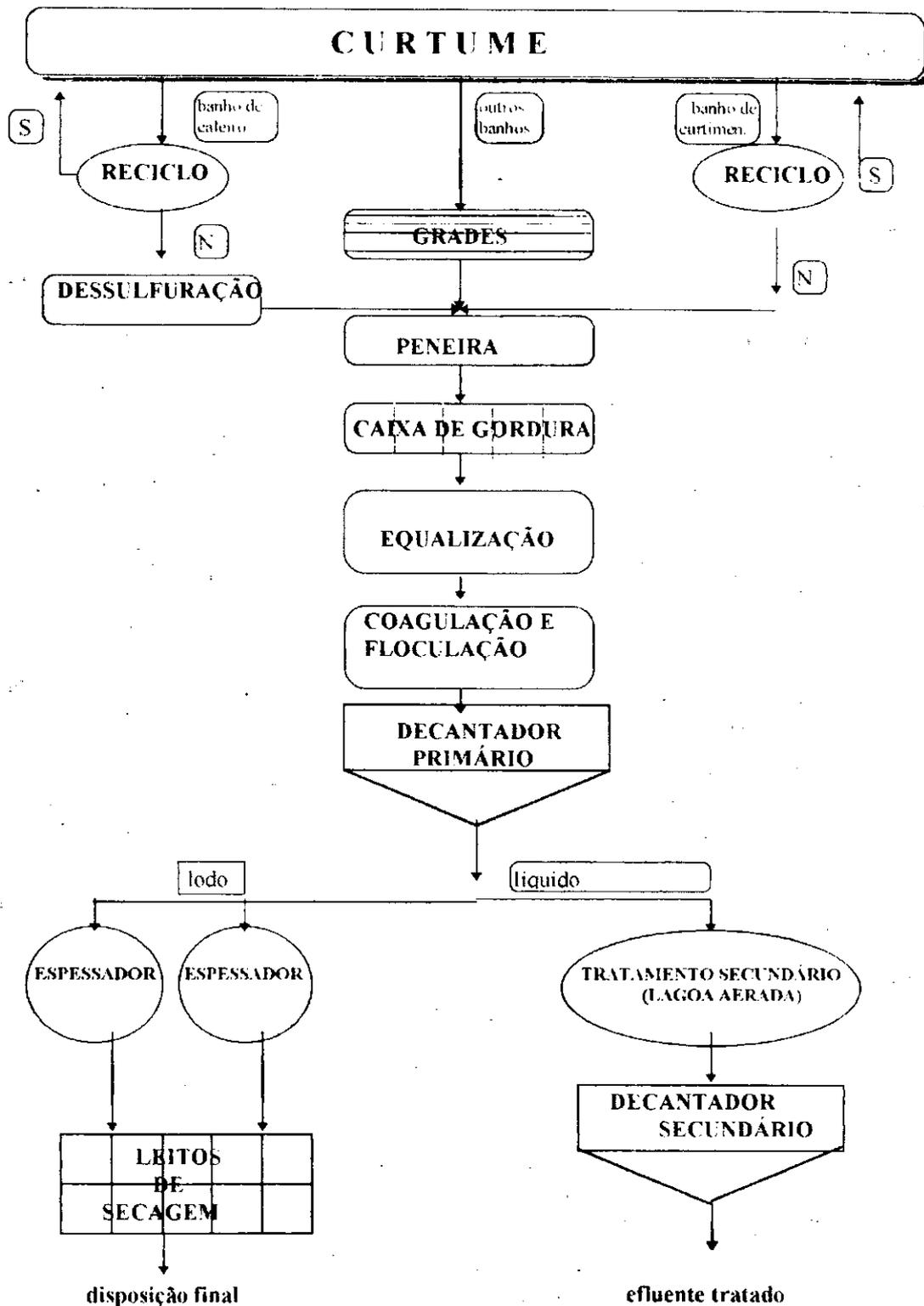


Figura 2: Fluxograma do Tratamento de Efluentes

11.2 Introdução

Hoje, quando se fala em ecologia, proteção ambiental, qualidade de vida, ganha cada vez mais força a tese do desenvolvimento sustentado, ou seja, compatibilizar perfeitamente o crescimento industrial com a proteção da natureza. Passamos com isso a uma época onde a empresa é tanto mais moderna quanto menos polui, e mais investe em proteção ambiental, onde a poluição passa a ser desperdício, ou em outras palavras, prejuízo (MATTIELLO, 1991).

Logo, com uma estação de tratamento, aliada ao aprimoramento e a atualização do processo produtivo, o curtume contribuirá para a manutenção do meio ambiente.

11.3 Efluentes de Curtumes

Genericamente, os curtumes podem gerar efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões gasosas.

11.3.1 Efluentes Líquidos

Os efluentes líquidos é o conjunto de todos os banhos residuais e águas de lavagens utilizadas no processamento das peles. No entanto, precisa-se conhecer individualmente cada banho dos processos realizados quanto a quantidade de água e os tipos de materiais contidos.

O primeiro processo químico, ao qual as peles são submetidas, é o remolho. Neste, as peles são reidratadas e lavadas. O banho de remolho contém uma grande quantidade de impurezas orgânicas e um alto teor de salinidade.

No processo de depilação e caleiro, os produtos mais usados são a cal (Ca(OH)_2) e o sulfeto de sódio (Na_2S). No banho deste processo encontra-se matérias orgânicas em grande quantidade (as proteínas), a cal (a maior parte da qual insolúvel) e o sulfeto de sódio (bastante poluente). Logo, os despejos são altamente nocivos às instalações de esgotos e aos cursos d'água, pois os sulfetos transformam-se facilmente em gás sulfídrico (H_2S) pela ação de ácidos ou de microorganismos. O H_2S é tóxico e na presença de O_2 e bactérias, transforma-se em H_2SO_4 , que corrói as tubulações [BRAILE 79].

Os processos seguintes, descalcinação, purga, píquel e curtimento, conduzem sobretudo a uma poluição salina e/ou tóxica, devido o cromo. Nos banhos residuais dos processos de recurtimento, tingimento e engraxe, estão presentes os sais minerais, taninos, corantes e óleos. As águas que vem do setor de acabamento, e as águas de limpeza do piso e das máquinas, também podem conter solventes [FOLACHIEER 76].

As características físico-químicas do efluente depurado, são apresentadas no quadro a seguir conforme [WINTERS 84], válido para curtumes de peles vacuns, onde os

valores correspondem a uma tonelada de pele salgada, supondo processamento de pele salgada a couro acabado, utilizando tecnologia convencional.

Parâmetros	Kg/TON.Pele
DBO ₅ (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	60 - 100
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	100 - 200
Sólidos suspensos	100 - 200
Salinidade	100 - 200
Cromo total	2500-Equitox
Sulfeto	7
Sólidos totais	675
Alcalinidade	750
Nitrogênio total	10
Nitrogênio amoniacal	3
Sulfatos	40
Fósforos	0,07

Quadro 1 - Parâmetros gerais para o curtume

Uma idéia razoável a respeito dos parâmetros de despejo do curtume homogeneizado após peneirado, pode ser dada através das características da Escola de Curtimento - SENAI - RS, supondo a inexistência de reutilização de banhos residuais durante o processamento do couro, conforme segue.

Parâmetros	Concentração em mg/l
pH	7-10
Sólidos totais	15.000
Sólidos suspensos	8.000
DBO ₅	100
DQO	1.500 - 3.000
Clorretos	3.000 - 6.000
Sulfetos	3.500
Cromo	150 - 200
Nitrogênio total	70 - 100
Nitrogênio amoniacal	200
Sulfatos	65
Fósforos	65

A redução média esperada, após tratamento primário e secundário, é de:

PARÂMETRO	PRIMÁRIO (%)	SECUNDÁRIO (%)
Demanda Bioquímica (DBO ₅)	50	95
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	60	95
Sólidos Suspensos	90	98
Sólidos Sedimentáveis	100	---
Sulfetos	100	---
Cromo	98	99
Nitrogênio	10	---
Fósforo	90	---
Metais Pesados	85	98
Dureza	85	---

Obs.: Os dados deste item foram retirados do "Manual de Tratamento de Efluentes de Curtumes"; Paulo de Tarso Jost; Publicação do Conselho Nacional da Indústria - CNI; 1990 e confrontados com boletins de análises de indústrias do estado do Rio Grande do Sul.

11.3.2 Resíduos Sólidos

Segundo [FOLACHIEER 76], os resíduos sólidos representam cerca de 40% a 45% do peso da pele bruta. Somente 55% a 60% destas peles são transformadas em couro, o resto torna-se dejetos.

Existem basicamente dois tipos de resíduos sólidos na indústria curtidora, os industriais e os não industriais:

11.3.2.1 Resíduos Sólidos Industriais

- Cloreto de sódio
Resultado da salga de couros para conservação
Classe II - segundo normas da ABNT NBR 10.004
Quantidade: 455 Kg/dia
- Aparas de peles caleiradas do descarte
Tem pH 12,0 a 14,0 e resulta do recorte das partes imprestáveis da pele após processo de caleiro, contendo matéria orgânica cal e gorduras
Classe II - segundo normas da ABNT NBR 10.004
Quantidade: 2.080 Kg/dia
- Aparas de couros curtidos e serragem da rebaixadeira
Resulta da apara e recorte dos couros curtidos, com pH de 3,8 a 4,0, contendo matéria orgânica, cloretos, sulfatos, gorduras e cromo.

Classe II - segundo normas da ABNT NBR 10.004

Quantidade: 3.380 Kg/dia

- Pó da lixadeira e aparas de couros processado

Dependendo do artigo, o couro é lixado, produzindo o denominado pó da lixa. As aparas são o resultado dos recortes efetuados no couro, para eliminar as partes indesejáveis ao artigo.

Classe II - segundo normas da ABNT NBR 10.004

Quantidade: 3.042 Kg/dia

- Resíduos sólidos da estação de tratamento de efluentes

Resulta do gradeamento, caixa de gordura e decantações feitas no tratamento de efluentes e recuperação de cabelo.

Classe II - segundo normas da ABNT NBR 10.004

Quantidade: 130.000 Kg/dia

11.3.2.2 Resíduos Sólidos Não Industriais

- Lixo

Resulta da varrição e limpeza em geral da empresa, tanto na parte produtiva, sanitárias quanto administrativa, bem como embalagens de insumos químicos.

Classe II - segundo normas da ABNT NBR 10.004

Quantidade: 390 Kg/dia

Como pode-se observar, os resíduos são todos da classe II, classificando-se como resíduo não perigoso.

As aparas de peles cruas ou caleiradas são coletadas e vendidas para fábrica de gelatina, as carregadas ao sistema de gradeamento são tratadas por cozimento antes de serem removidas ao aterro. As aparas de couro curtido são de acordo com o tamanho comercializado para a fabricação de artigos pequenos. Os resíduos sólidos da estação de tratamento de efluentes são totalmente orgânico, podendo ser utilizado na agricultura, com controle agrônomico e por colocação prévia em leiras de compostagem no próprio local de utilização. A serragem e o pó da lixadeira serão dispostos na UDITRES, podendo ser utilizados para fabricação de compensados de couro como ótimo isolante térmico e acústico.

O aterro de resíduos deve ser impermeabilizado, para evitar contaminação do lençol freático.

11.3.3 Resíduos Atmosféricos

De modo geral, podemos identificar como fontes de contaminação atmosférica num curtume, o processo industrial e o sistema depurador de resíduos.

No processo industrial pode-se identificar três pontos de geração de resíduos atmosféricos: o local de armazenamento das peles (barraca), a parte molhada (da ribeira até o pré-acabamento), e o acabamento.

Na barraca, temos o desprendimento de amônia, proveniente da decomposição de parte da proteína das peles ali estocadas.

Na parte molhada, pode-se ter resíduos atmosféricos de odores desagradáveis, como o gás sulfídrico (H_2S), a amônia (NH_3), subprodutos aminados e outros

No acabamento, os resíduos atmosféricos podem ser de substâncias orgânicas voláteis (oriundas dos solventes orgânicos empregados), partículas de água em suspensão (aerosóis) e material particulado sólido em suspensão (oriundo das operações de rebaixamento, lixamento e desempoamento).

No sistema depurador podem-se identificar quatro fontes geradoras de resíduos atmosféricos: o tratamento de efluentes em fase predominantemente líquida, a secagem (desidratação) e disposição final do lodo, a área de estocagem da carnaça e a área de preparação das soluções utilizadas no tratamento dos resíduos líquidos.

11.4 Tratamento de Efluentes

11.4.1 Tratamento Depurador

O sistema proposto consiste de um pré-tratamento composto de gradeamento, caixa de gordura e peneiramento. A dessulfuração quando houver necessidade é realizada no próprio tanque de acúmulo dos banhos residuais de caleiro. O tratamento primário é o convencional constituído de equalização, coagulação e floculação química e sedimentador primário. Para desidratação do lodo adota-se um espessador e leitos de secagem. Quanto ao sistema secundário (biológico), foi adotado um lodo ativado por aeração prolongada. Para finalizar, emprega-se um sedimentador secundário e clorador.

O sistema proposto pode ser melhor compreendido a seguir:

11.4.1.1 Pré-tratamento

Tem por objetivo preparar o efluente para ser tratado removendo sólidos grosseiros, sedimentáveis ou flutuantes, afim de evitar problemas na rede hidráulica da estação e proporcionar uma melhor eficiência nas etapas seguintes. A remoção dos sólidos grosseiros se dá através de:

11.4.1.1.1 Gradeamento

As grades são constituídas de barras de aço horizontais. Estão dispostas na frente dos fulões, visando a drenagem das águas e conseqüente retenção dos sólidos com dimensão de até 10 cm. Existem também grades instaladas no sentido vertical dispostas em todo o percurso das canaletas com espaçamentos de 4 cm, e poços de visita com a finalidade de reter as partículas ainda menores. A largura das canaletas é de 50 cm.

11.4.1.1.2 Peneiramento

A peneira é um dispositivo responsável pela retirada de sólidos grosseiros, os quais não foram retidos por gradeamento simples ou pelos poços de visita. Ela está situada antes da caixa de gordura. A utilizada neste projeto é a dinâmica (parabólica auto-limpante), fabricada totalmente em aço inox com escovas rotativas em madeira de lei e cerdas de piaçava. As chapas perfuradas da peneira tem espaçamento ou abertura de 3 mm.

11.4.1.1.3 Caixa de gordura

O efluente possui uma certa quantidade de gordura, que além de prejudicar os equipamentos posteriores, formando incrustações no tanque e nas tubulações, prejudica o contato do efluente com o ar pela formação de uma película na superfície da água. Para ocorrer a remoção das gorduras, é necessário manter estes efluentes um determinado tempo em repouso (20 a 30 minutos). Esta remoção é efetuada na caixa de gordura.

11.4.1.2 Tratamento Físico-Químico ou Primário

Objetiva preparar o efluente para o tratamento biológico, através da remoção de boa parte da carga poluidora, eliminando-se sólidos, óleos e graxas e parte da carga orgânica.

11.4.1.2.1 Equalização / Homogeneização

As águas provenientes da caixa de gordura são canalizadas para o tanque de equalização, visando:

- obter um efluente com características uniformes;
- melhorar o tratamento biológico, devido a eliminação ou diminuição dos efeitos causados por cargas bruscas de substâncias inibidores e/ou estabilização do pH;
- melhorar a qualidade do efluente, mantendo-o em condições aeróbias, inibindo a formação de maus odores e melhorando o rendimento dos decantadores, pois trabalham com vazão e cargas de sólidos constantes;
- proporcionar um melhor controle na dosagem dos reagentes.

Este tanque é provido de mecanismos de misturas do líquido que possam homogeneizar as características físico-químicas do efluente e evitar a deposição de matéria orgânica, o que causaria a exalação de maus odores. Utilizando-se para isto: aeradores flutuantes ou difusores de ar. A potência específica necessária para que haja a homogeneização de toda a massa líquida varia entre 20 a 40 w/m³.

O tempo de retenção oscila entre 18 a 24 horas. Além disso, este tanque deve possuir uma bomba de recalque que possibilite uma vazão constante, necessária às etapas seguintes.

11.4.1.2.2 Coagulação/ Floculação

A coagulação consiste essencialmente na introdução no meio líquido de um produto capaz de anular as cargas, geralmente eletronegativas dos colóides presentes, de forma a gerar um precipitado.

A reação depende do contato entre os reagentes - sulfato de alumínio e o efluente alcalino, para haver a formação dos coágulos mediante uma agitação turbulenta e rápida. Isto faz com que os sólidos suspensos incorporem-se formando os coágulos. Logo, o movimento do líquido dentro de uma tubulação sobre pressão, exerce excelentes condições para mistura do reagente considerado. O tempo de recalque do tanque de equalização aos decantadores também é um tempo viável de mistura, podendo portanto eliminar-se os tanques de mistura rápida e seus respectivos misturadores, reduzindo os custos de implantação e operacionais.

O sulfato de alumínio é dosado à uma solução de 2 a 5%, oriunda de tanques de diluição, onde o produto é dissolvido e mantido em agitação constante por meio de agitador mecânico. Este é adicionado na tubulação, no ponto de sucção do efluente, passando pela parte interna da bomba helicoidal e imediatamente seguindo ao decantador, tendo o espaço desta tubulação para reagir.

A floculação é a aglomeração dos colóides sem cargas eletrostáticas, resultado dos choques mecânicos sucessivos causados por um processo de agitação mecânica e mediante o uso de polieletrólitos na proporção de 0,1 à 0,05%.

Este processo elimina os tanques de mistura lenta e seus misturadores, pois, o mesmo pode ocorrer com a reação instantânea dos polímeros, devendo ter apenas um ponto de dosagem do mesmo na entrada do decantador físico-químico.

11.4.1.2.3 Decantação Primária ou Sedimentação

A finalidade é separar os flocos de lodo formados no tratamento químico pelos processos de coagulação e floculação dos efluentes brutos, através de um equipamento de formato cilindro-cônico vertical, que tem como objetivo diminuir a velocidade do líquido permitindo que os sólidos (flocos) sedimentem.

Os flocos sedimentados no fundo do decantador são enviados ao espessador para reduzir o volume de água. Em seguida, o lodo espessado é enviado para o leito de secagem. Os líquidos retirados do lodo no espessador e no leito de secagem, são recolhidos nos tanques de coletas e enviados ao tanque de equalização. O clarificado do decantador segue ao tratamento biológico.

11.4.1.3 Tratamento biológico

Tem por fim reduzir o teor de matéria orgânica biodegradável remanescente, que não foi possível remover nos tratamentos anteriores.

11.4.1.3.1 Reator Biológico Aerado (RBA)

O presente projeto realiza o tratamento secundário através do sistema de lodos ativados. Este sistema se constitui de um reator onde um dispositivo de aeração e agitação mantém o efluente em contato com o lodo biológico, fornecendo o oxigênio necessário à

respiração microbiana. Esta aeração é efetuada por meio de Turbo Misturador Oxigenado. Posteriormente o lodo é separado por decantação, sendo parcialmente reciclado ao reator com intuito de manter as condições de controle operacionais do sistema, a outra parcela do lodo (excedente) é convenientemente descartada [HOINACKI 89].

11.4.1.3.2 Decantador Secundário

Esta unidade é por excelência a responsável pela separação de toda a massa microbiana formada no reator biológico, o qual se alimenta da carga orgânica existente no efluente. O líquido sobrenadante é separado com uma redução aproximada de 98% deste potencial poluidor e por consequência, em condições de lançamento ao corpo receptor, após desinfecção da água com cloração.

O sistema escolhido é o decantador secundário, circular, com retorno de lodo ativado ao RBA, por bombeamento provido de ponte raspadora.

11.4.1.4 Tratamento do Lodo

11.4.1.4.1 Espessador

É um tanque similar a um decantador e pode ser empregado para obter um espessamento do lodo de até 10% de sólidos em um dia. Contudo, mesmo após a utilização do espessador, o lodo ainda é de difícil manuseio, exigindo tratamento subsequentes no leito de secagem [JOST 89]. Com este espessamento se reduz pela metade o volume útil dos leitos de secagem, implicando uma grande economia na área ocupada pelos leitos [CLAAS 94].

11.4.1.4.2 Leitos de Secagem

É a área onde são depositados os lodos provenientes dos espessadores, cuja finalidade é reduzir aproximadamente 75% da umidade deste.

Os leitos de secagem são construídos por uma capa de 10 cm de areia, com granulometria de 0,5 a 1,5 mm, disposta sobre uma capa suporte de 20 cm de espessura com brita de 15 a 25 mm. O sistema de drenagem abaixo da capa suporte são formadas por tubos de cimento ou cerâmicas. O número e a inclinação dos drenos devem ser suficientes para assegurar uma drenagem homogênea de toda a massa do lodo.

Medidores de vazão

O efluente tem sua vazão controlada por meio de dois medidores tipo calha Parschall. Uma calha é colocada após o peneiramento, a qual mede o efluente bruto a ser tratado. A segunda calha é colocada após o decantador final, no tratamento biológico medindo a vazão de efluente tratado, que segue ao clorador.

11.5 Memorial de Cálculo da Unidade de Tratamento de Efluentes

11.5.1 Discussão Sobre a Vazão

A ETE foi projetada para atender a sua capacidade máxima de despejos, tendo como produção 1.000 couros/dia. Sabe-se que esta produção representa um consumo de 26 t/dia, tendo em vista um peso médio da matéria prima de 26 Kg.

A base de cálculo para estimar a vazão será de 23 litros de água por Kg de pele, processada, de acordo com parâmetro de 600 l/couro, segundo [VILLA 73].

Emprega-se esta base de cálculo, em razão do que segue:

- Desperdícios de água gera efluentes a ser tratado, comprometem o custo;
- Grandes volumes de água consumida faz crescer o tamanho das instalações da ETE, exigindo-se mais investimentos, podendo comprometer a própria operacionalidade do mesmo;
- A adoção de processos modernos, como os reciclos, os quais minimizam o consumo de água, reduzindo portanto a geração de efluentes.

A vazão de tratamento será de 30 m³/h para 1.000 couros/dia, durante 20 h/dia de funcionamento, com uma margem de folga de 20%.

Portanto, o projeto terá como bases de dimensionamento, três vazões distintas, quais sejam:

- Vazão diária \Rightarrow 600 m³/dia
- Vazão de pico: 90 m³/h em cada canaleta, com duração de apenas alguns minutos e que é provocada pela avalanche da descarga simultânea de alguns fulões.
- Vazão de tratamento: (após equalização), corresponde a 30 m³/h, sendo obtida por bombeamento a partir do equalizador.

Neste termos, as canaletas de recolhimento dos efluentes, estão dimensionadas para os picos de vazão, semelhantemente a caixa de gordura e peneira.

Em função da inconstância da vazão, projeta-se um tanque de equalização que permita recolher os efluentes de um dia de produção. Do equalizador o efluente é conduzido por bombeamento com vazão constante, às etapas de tratamento propriamente dito, para o final ser coletado no tanque de água reciclada.

11.5.1.1 Relação de Todos os Usos da Água

O efluente da ETE, é a soma de todas as águas residuais, do setor industrial, com exceção dos banhos de reciclo completo.

Origem dos Efluentes	Consumo m ³ /dia	%
Pré-remolho	24,00	4,0
Remolho	72,00	12,0
Caleiro (perdas e lavagens)	7,20	1,2

Descarne	22,20	3,7
Divisão	4,80	0,8
Descalcinação/Purga	141,00	23,5
Piquel/Curtimento	30,00	5,0
Neutralização	36,00	6,0
Recurtimento	60,00	10,0
Tingimento/Engraxe	72,00	12,0
Acabamento	36,00	6,0
Lavagem geral + Refeitório + Sanitário	72,00	12,0
Caldeira	22,80	3,8
Total	600	100

Quadro 2 - Relação de todos os usos de água baseado na experiência prática

As operações supra citadas, englobam a industrialização da vaqueta e raspa, obtendo-se consumo médio de 600 litros de água por couro.

O consumo para fins higiênicos e sanitários, estima-se em consumo médio per capita de 80 l/dia.

As características qualitativas e quantitativas dos despejos de curtume, são variáveis durante um dia normal de processamento, em descargas dos fulões das diferentes fases do processamento industrial, que geralmente são feitas em períodos concentrados, não coincidentes entre fases.

A descarga descontínua, a periodicidade dos mesmos são as seguintes:

Processo	Periodicidade
Pré-remolho.....	1/3 dia
Caleiro (Perdas).....	1 vez ao dia
Descarne.....	durante o dia
Desencalagem.....	1 vez ao dia
Purga.....	1 vez ao dia
Piquel.....	1 vez ao dia
Curtimento.....	1 vez ao dia
Recurtimento/Tingimento/Engraxe.....	2 vezes ao dia
Lavagens em geral.....	durante o dia
Caldeira.....	durante o dia

Conclui-se que a vazão de projeto e o volume total dos efluentes gerados pelo curtume estão fundamentados no Balanço Hídrico, e considerando-se reciclo total dos banhos de caleiro, o volume dos outros banhos descartados e o número de operações diárias.

11.5.2 Cálculos

Os cálculos abaixo relacionados estão embasados em [CLAAS 94] e [JOST 89]

11.5.2.1 Sistema de Tratamento Primário

11.5.2.1.1 Gradeamento

Espaçamento entre barras (Sb): 15 mm # 0,015 l/m³

Vazão a tratar: 600 m³/dia

Velocidade de escoamento: 0,75 m/s

Percentual de obstrução máxima da grade: 50%

- Cálculo percentual da eficiência da grade (E):

- Grade totalmente limpa

$$E = \frac{S_b \times 100}{S_t} \Rightarrow E = \frac{15 \times 100}{28} \Rightarrow E = 53,57\%$$

- Grade 50% obstruída (E')

$$E' = \frac{S_b \times 50}{S_t} \Rightarrow E' = 26,79\%$$

Onde: St - espaçamento total (entre barras + diâmetro das barras)

- Cálculo da área útil de escoamento da canaleta (Au)

- Seção de escoamento

$$A_u = \frac{Q \text{ PICO}}{V} \Rightarrow Q \text{ PICO} = \frac{Q \text{ HORA}}{\text{segundos}} \Rightarrow Q \text{ PICO} = \frac{90,00}{3.600}$$

$$\Rightarrow Q \text{ PICO} = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_u = \frac{0,025}{0,75} \Rightarrow A_u = 0,033 \text{ m}^2$$

- A área total da canaleta

$$A_t = \frac{A_u \times 100}{E} \Rightarrow A_t = \frac{0,033 \times 100}{26,79} \Rightarrow A_t = 0,12 \text{ m}^2$$

- Dimensões da canaleta

$$L^2 = 0,2 \Rightarrow L = 0,35 \text{ m}$$

Largura do canal: 0,50 m

Altura da lâmina d'água: 0,75 m

11.5.2.1.2 Medidor de Parshall

Para a medição do efluente bruto: calha de 6" de garganta

Para a medição do efluente final: calha de 3" de garganta

Aspecto construtivo: fibra de vidro

11.5.2.1.3 Peneira Auto-limpante

Comprimento unitário (m): 2,00

Capacidade para peneirar (m^3/h): 90

Furos na malha (mm): 3,0

11.5.2.1.4 Caixa de Gordura

Tempo de retenção (h): 0,5

Volume útil (m^3): 45

(com base da vazão de pico $90 m^3/h$ e o tempo de retenção)

Número de chicanas: 4

Profundidade útil (m): 1,5

Comprimento (m): 6,5

Largura (m): 4,6

Aspecto construtivo: em alvenaria, com paredes totalmente lisas para evitar incrustações de gordura nas paredes internas.

Obs.: O ideal é ter duas, como se trata de construção de baixo custo, operando alternadamente.

11.5.2.1.5 Tanque de Equalização

Tempo de retenção (h): 20

Volume útil (m^3): 600 (com base em um tempo de retenção de 20 h)

Dimensões (m): 22 x 11 x 3 (altura útil 2,5 m)

- Sistema de mistura e aeração dos banhos do tanque de homogeneização

– Cálculo do íon sulfeto liberado no efluente (S^-).

$$Na_2S \Rightarrow 26.000 \times 1,5\% = 390 \text{ Kg}$$

$$Na_2S \Rightarrow 390 \times 50\% = 195 \text{ Kg (pureza 50\%)}$$

$$S^- \Rightarrow \frac{195 \times 32}{78} = 80 \text{ Kg}$$

Tendo-se que 80% do sulfeto ofertado é consumido do processo, os outros 20% são liberados do efluente.

$$O_2 \text{ (segurança)} \Rightarrow 80 \text{ Kg} \times 20\% = 16 \text{ Kg}$$

$$S^- \Rightarrow 600 m^3 \times 20 \text{ mg/l} = 12 \text{ Kg de } S^-$$

$$O_2 \text{ (total)} \Rightarrow 16 + 12 = 28 \text{ Kg de } O_2$$

$$O_2 \Rightarrow \frac{28 \text{ Kg}}{20 \text{ h}} = 1,4 \text{ Kg de } O_2/h$$

Como se utiliza aerador flutuante (1 Kg de $O_2/HP \cdot h$) de $\frac{3}{4}$ HP necessita-se de 2 aeradores. A potência mecânica será:

$$\frac{600 m^3 \times 40 w/m^3}{3 \times 476 w} = 16,81 \text{ HP} \approx 20 \text{ HP}$$

Portanto:

Potência requerida (HP): 20 (com base em $40 w/m^3$ e $1/3$ do volume útil)

- Potência dos aeradores (HP): 10
Número de unidades: 2 + 1 sobressalente
Acionamento: manual
- Bomba de equalização da vazão dos banhos residuais
Vazão (m³/h): 30 (com base 20 h/dia)
Potência (HP): 10
Tipo: helicoidal de cavidade progressiva, um estágio de pressão de 6 bar
Número de unidades: 1 + 1 sobressalente

11.5.2.1.6 Sistema de Dosagem

- Tanques:
 - Tanque de solução de sulfato de manganês
Função: agente catalisador da reação de oxidação do sulfeto residual
Volume útil (m³): 4
(com base da utilização de 70 mg/l de MnSO₄ · H₂O, equivalente a 20 mg/l de Mn⁺⁺ a 26% de pureza em uma solução a 10% e estoque máximo para dois dias de trabalho)
Dimensões (m): 2,0 x 2,0 x 1,4 (altura útil 1 m)
Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo
 - Tanque de solução de sulfato de alumínio
Função: coagulação química
Volume útil (m³): 1,5
(com base na utilização de 200 mg/l de Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O do produto comercial em uma solução a 10% e estoque máximo diário)
Dimensões (m): 1,3 x 1,3 x 1,2 (altura útil 0,9 m)
Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo
 - Tanque de polieletrólito
Função: floculação química
Volume útil (m³): 0,75
(com base na utilização de 1 mg/l de polieletrólito em uma solução a 0,1% e estoque máximo diário)
Dimensões (m): 1,0 x 1,0 x 1,0 (altura útil 0,75 m)
Aspecto construtivo: tanques de fibrocimento de 1.000 l
- Agitadores
 - Agitador para o tanque de sulfato de manganês
Potência requerida (HP): 0,5
Acionamento: por contador
Tipo: agitador de eixo vertical em aço inoxidável
 - Agitador para o tanque de sulfato de alumínio
Potência requerida (HP): 1/3

- Acionamento: por contador
- Tipo: agitador de eixo vertical em aço inoxidável
- Agitador para o tanque de polieletrólito
 - Potência requerida (HP): 1/3
 - Acionamento: por contador
 - Tipo: agitador de eixo vertical em aço inoxidável
- Bomba dosadora de soluções
 - Período: 20 h/dia
 - Vazão da bomba (l/h): regulável de 0 a 120
 - Potência (HP): 0,5
 - Tipo: bomba dosadora de diafragma com 6 vias de dosagens
 - Acionamento: via bóia

11.5.2.1.7 Decantador Primário

Cálculo do diâmetro:

$$\text{Área: } \frac{30 \text{ m}^3/\text{h}}{2 \times 1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}} = 15 \text{ m}^2 \quad \text{onde: taxa de aplicação - } 1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

$$\text{Diâmetro: } [(4 \times 15)/\pi]^{1/2} = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Volume da parte cilíndrica: } 15 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ h} = 30 \text{ m}^3$$

Portanto:

Volume útil (m³): 30

Dimensões (m): $\phi = 4,5$, $h = 2$

(inclinação de 60° do cone de sedimentação)

Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo

- Número de unidades: 2

Tipo: circular, alimentação central, escoamento final periférico, extração de lodo pelo fundo do poço de lodo, provido de raspador de lodo e flutador tipo metade de ponte mecanizada.

11.5.2.1.8 Tratamento Biológico

Base de cálculo:

Profundidade do reator.....	4,0
Vazão de tratamento.....	30 - 36 m ³ /h
Retorno de lodo ativado.....	30 - 36 m ³ /h
DBO ₅ de alimentação.....	1.000 mg/l
DBO ₅ residual.....	60 mg/l
Carga diária de DBO ₅	7.000 Kg
Volume diário.....	600 - 720 m ³
Idade do lodo.....	30 dias

Constantes:

Taxa específica de remoção de substrato (k): 0,02 l/mg dia

Taxa específica de respiração endógena (b): 0,07 dias⁻¹

Capacidade de produção (y): 0,5 (baseado na DBO₅)

Frações dificilmente biodegradáveis do material celular (f): 0,2

Taxa específica de sólidos inertes em suspensão (xii): 0,06 g/l

Os valores foram arbitrados com base no tipo de efluente esperado.

- Reator biológico aerado

Efluente após tratamento primário: DBO₅ = 1.000 mg/l

Eficiência esperada do tratamento secundário: E = 95%

Vazão: Q = 600 m³/dia

Massa do substrato: K = 600 Kg/dia

Massa substrato: MS = 570 Kg/dia

Massa de organismos ativos no tanque de aeração (M_{xa}):

$$M_{xa} = \frac{y \times IL}{1 + b \times IL} \Rightarrow M_{xa} = \frac{0,5 \times 30 \times 570}{1 + 0,07 \times 30} \Rightarrow M_{xa} = 2.758,06 \text{ Kg/dia}$$

Massa de resíduos endógenos no tanque de aeração (M_{xe}):

$$M_{xe} = f \times b \times IL \times M_{xa} \Rightarrow M_{xe} = 0,2 \times 0,07 \times 30 \times 2.158,06 \\ \Rightarrow M_{xe} = 1.158,39 \text{ Kg/dia}$$

Massa de sólidos voláteis em suspensão no tanque de aeração (M_{xv}):

$$M_{xv} = M_{xa} + M_{xe} \Rightarrow M_{xv} = 2.758,06 + 1.158,39 \\ \Rightarrow M_{xv} = 3.916,45 \text{ Kg/dia}$$

Massa de sólidos inertes em suspensão no tanque de aeração (M_{xii}):

$$M_{xii} = Q_{xi} \times IL \Rightarrow M_{xii} = 600 \times 0,06 \times 30 \Rightarrow M_{xii} = 1.080 \text{ Kg/dia}$$

Massa de sólidos suspensos totais no tanque de aeração (M_x ou SSVTA):

$$M_x = M_{xv} + M_{xii} \Rightarrow M_x = 3.916,45 + 1.080 \Rightarrow M_x = 5.649,19 \text{ Kg/dia}$$

Concentração de sólidos suspensos totais no tanque de aeração (X):

X = 4,00 mg/l (arbitrado)

Volume do tanque de aeração (v):

$$v = \frac{M_x}{X} \Rightarrow v = \frac{5.649,19}{4,00} \Rightarrow v = 1.412,30 \text{ m}^3$$

Dimensões:

Para a segunda fase de projeção, será necessário apenas aumentar a altura das paredes em aproximadamente 1 m.

Comprimento (m): 25

Largura (m): 14

Profundidade (m): 4

Volume real (m³): 1.400

Tempo de retenção hidráulico (Tr):

$$Tr = \frac{1.400}{600} \Rightarrow Tr = 2,33 \text{ dias ou } 56 \text{ h}$$

Relação alimento/microrganismo (F/M):

$$F/M = \frac{MS}{M_{xv}} \Rightarrow F/M = \frac{570}{3.916,45}$$

$$\Rightarrow F/M = 0,1455 \text{ Kg DBO}_5/\text{Kg SSVTA} \times \text{dia}$$

Esta relação situa-se na faixa de controle, a qual é de 0,05 a 0,15 Kg SSVTA x dia.

- Sistema de aeração para o reator aeróbio

Consumo de oxigênio:

$$O_2 \Rightarrow 25 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 \text{ Kg} = 75 \text{ Kg/h}$$

(Fase I, com base de 3 Kg de O₂/ Kg DBO₅)

$$O_2 \Rightarrow 30 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 \text{ Kg} = 90 \text{ Kg/h}$$

(Fase II, com base de 3 Kg de O₂/ Kg DBO₅ e como se utiliza aeradores lentos e baixa rotação de 1,4 Kg O₂/ HP h, necessita-se de 3 aeradores de 25 HP).

Logo:

Potência requerida (HP): 60

(com base na densidade de potência de 50 w/m² e 3 Kg O₂/Kg DBO₅)

Potência por aerador (HP): 25

Número de unidades: 3 + 1 sobressalente

Tipo: aeradores lentos (baixa rotação) e flutuantes

Acionamento: manual por contadores

11.5.2.1.9 Decantador Secundário

Cálculo do diâmetro:

$$\text{Área: } \frac{15 \text{ m}^3/\text{h}}{0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}} = 30 \text{ m}^2 \quad \text{onde: taxa de aplicação - } 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

$$\text{Diâmetro: } [(4 \times 30)/\pi]^{1/2} = 6,2 \text{ m}$$

$$\text{Volume da parte cilíndrica: } 15 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ h} = 60 \text{ m}^3$$

Portanto:

Volume útil (m³): 60

Dimensões (m): $\phi = 6,2$, $h = 2$

(inclinação de 7° do cone de sedimentação)

Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo

Número de unidades: 2

Tipo: circular, alimentação central, escoamento final periférico, provido de raspador de lodo. A extração do lodo se dá por intermédio de poço de lodo ao fundo do sedimentador, via bombeamento contínuo.

- Bomba de reciclagem do lodo
Vazão (m^3/h): 30 (adotando reciclo de 100%)
Potência (HP): 10
Tipo: helicoidal de um estágio
Número de unidades: 1 + 1 sobressalente
Acionamento: manual por contador

11.5.2.1.10 Espessador

- Cálculo do volume de lodo formado diariamente (VL):
Volume de lodo proveniente do sedimentador:
Para cada Kg de pele processada, tem-se a geração de 0,1 Kg de matéria seca (MS), resultando 2.600 Kg de lodo sedimentado. Este material ingressa com cerca de 3% de MS, a massa de lodo a ser espessada será de 86.667 Kg. Como a densidade média deste material é de 1.012 Kg/m^3 , tem-se 85.64 m^3 de lodo a 3% de MS.
Volume do lodo biológico
Estima-se $10 \text{ m}^3/\text{dia}$, conforme condições atuais de sistemas similares
Volume total de lodo: $95,64 \text{ m}^3 \cong 96 \text{ m}^3$
Volume útil (m^3): 28,8 (com base em um tempo de retenção de 6h)
Profundidade útil (m): 2,8 (estimada)
Cálculo do diâmetro:
Área: $\frac{28,8 \text{ m}^3/\text{h}}{2,8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}} = 10,28 \text{ m}^2$ onde: taxa de aplicação - $2,8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$
Diâmetro: $[(4 \times 10,28)/\pi]^{1/2} = 3.6 \text{ m}$
Número de unidades: 1

11.5.2.1.11 Leitões de Secagem

- Área útil (m^2): 53
- Altura útil (m): 0,8
- Tempo de retenção (dia): 10 a 15
- Comprimento (m): 11,5
- Largura (m): 4,6
- Número de células: 14

12 DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A preocupação do curtume com o destino final dos resíduos gerados no processamento do couro, foi solucionado com a implantação de uma Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos - UDITRES, local específico para esses resíduos, previsto no Projeto do Pólo de Curtumes de Campina Grande.

A opção deste aterro para o destino final dos resíduos sólidos, veio com a necessidade de atender as 10 empresas que estão se implantando no Pólo. A unidade é uma central de tratamento de resíduos sólidos específica para os curtumes em tela.

A adoção de soluções centralizadas apresenta várias vantagens, entre as quais:

- diminuição dos custos individuais para implantação do sistema;
- a administração centralizada torna-se mais facilitada;
- maior possibilidade de contratação de pessoal especializado para o gerenciamento da unidade;
- concentração dos resíduos num só local (menos fatores impactantes ao meio ambiente);
- emprego de medidas de proteção ambiental mais seguras, pela possibilidade de investimentos maiores.

A central consta, basicamente, do seguinte:

a) Canteiro de secagem de lodo

Os lodos desaguados, provenientes do tratamento de efluentes líquidos sofrem um processo complementar de secagem, para posterior aterramento.

b) Módulos de deposição de resíduos

Os resíduos são depositados sob forma de aterro, sendo os módulos impermeabilizados com manta sintética, com sistema de recolhimento do líquido gerado nas células.

c) Tratamento de águas

Todos os efluentes gerados na central de resíduos são encaminhados para tratamento preliminar em lagoas, no próprio local, e enviados à UDITRES, para uma depuração final. Encontra-se em estudos a implantação de um sistema de tratamento total do efluente na área central.

d) Monitoramento

As águas superficiais e subterrâneas do entorno da central são analisadas trimestralmente, através de 11 pontos de amostragem, sendo sete poços de monitoramento do lençol freático e quatro locais de coleta de águas superficiais.

13 ANÁLISES QUÍMICAS

A análise química nos insumos é de fundamental importância pois com elas teremos a certeza que os produtos fornecidos pelas indústrias químicas estão dentro das especificações contidas nos respectivos rótulos. É necessário fazer também o controle dos processos na produção, bem como os de controle da poluição através dos banhos residuais.

13.1 Alguns Tipos de Análises Químicas

- Banho Residual de Caleiro
- Banho Residual de Curtimento
- Esgotamento do Banho Residual de Engraxe

13.1.1 Análises mais Importantes para Couro Wet-Blue e Semi-Acabado

- Teor de Umidade
- Teor de Cromo
- Teor de Cinzas
- Cifra diferencial e pH Interno

13.1.2 Análises da Estação de Tratamento de Efluentes

As técnicas de medida da poluição utilizam primeiramente a química analítica clássica. A análise elementar permite uma verdadeira enquête sobre o efluente responsável pela poluição. Citaremos entre outras estas determinações:

- pH
- Temperatura
- Odor
- Turbidez
- Pesquisa de Elementos (mercúrio, ferro, cobre e cromo)

Análises específicas da poluição:

- Materiais Decantáveis
- Materiais em Suspensão
- Oxigênio Dissolvido
- DQO
- DBO₅

13.1..3 Análise dos Insumos Químicos

Os insumos químicos são analisados objetivando a determinação da quantidade de sólidos totais, pH e concentração, mostrando, assim, a qualidade dos produtos a serem empregados.

14 CONTROLE DE QUALIDADE

O objetivo principal da aplicação de um controle efetivo sobre a produção é não liberar produtos de qualidade e desempenho inferior ao previsto, minimizar os custos de fabricação de produtos defeituosos, a fim de que o consumidor possa adquirir mercadoria perfeita e de bom desempenho. Quando falamos em consumidor, não restringi-se apenas ao consumidor final, pois numa produção, cada estágio subsequente é o consumidor na etapa anterior. Em termos industriais a Qualidade Total apresenta as seguintes consequências:

- Maximização do potencial dos recursos humanos e materiais;
- Envolvimento de todas as pessoas vinculadas ao processo;
- Melhoramento do ambiente do trabalho;
- Minimização dos efeitos agressivos ao meio ambiente;
- Sobrevivência da empresa no mercado.

A maior mudança introduzida pela filosofia da Qualidade Total é sem dúvida, a importância que o cliente assume no processo produtivo. Busca seguir a filosofia que movimentou os passos da humanidade, segundo a **ISO 9000**.

Executa-se controles físico-mecânicos na indústria coureira conforme **NORMALIZAÇÃO** - Métodos oficializados pela Internacional Union of Leather Chemists Society, anotadas com as letras **IUP** com o número correspondente ao conjunto de métodos da União.

14.1 Noções Gerais do Procedimento

- IUP/1 - Considerações Gerais.
- IUP/2 - Coletar corpos de prova.
- IUP/3 - Acondicionamento.
- IUP/4 - Medição da Espessura

Estas IUPs são obrigatórias para todos os métodos físico-mecânicos empregados.

14.2 Ensaio Físico-mecânicos Realizados na Indústria

- IUP/5 - Medida da densidade aparente
- IUP/6 - Medida da carga de tração
 - Tensão no ponto de ruptura
 - Elongação percentual
- IUP/8 - Medida da carga de rasgamento
- IUP/9 - Medida da distensão e da resistência da flor pelo teste de ruptura da esfera
- IUP/10 - Resistência a absorção de água em couro cabedal
- IUP/13 - Medida da Elasticidade bi-dimensional
- VELISC - Teste de resistência a abrasão da cor no couro

15 INVESTIMENTO DO PROJETO

O presente projeto apresenta um estudo de cálculo de investimento baseado nos custos necessários para a instalação do ECOPELE LTDA (capital fixo ou imobilizado) e para o seu funcionamento (capital de trabalho ou circulante).

A determinação do capital necessário a instalação e funcionamento da indústria não pode ser feito sem que haja um estudo cuidadoso, pois o capital com que a empresa deve iniciar suas atividades deverá ser suficiente para o primeiro ciclo econômico de produção, desde a compra de matéria-prima até o recebimento do dinheiro pela venda do produto acabado.

15.1 Construção Civil

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2\text{SC} &= \text{R\$ } 70,00 \\ 10.000 \text{ m}^2\text{SC} \times \text{R\$ } 70,00 &\Rightarrow \text{R\$ } 700.000,00 \end{aligned}$$

Devemos considerar os seguintes itens para o cálculo dos custos da construção civil:

- 10% de DBI (Benefícios de Despesas Indiretas)
- 20% destinam-se a caixa d'água, tanques e outros
- 100% para colocação de piso de alta resistência e telhado do tipo "SHED"

Portanto, o custo total será:

$$\Rightarrow \text{R\$ } 700.000,00 + 130\% \Rightarrow \text{R\$ } 1.610.000,00$$

15.2 Consumo de Água

A água utilizada no curtume para fins de produção, restaurante, higiênicos e sanitários, é oriunda da 3ª adutora da CAGEPA que corta o Pólo de Curtumes. As lavagens de máquinas e equipamentos e chão do setor fabril será proveniente das águas tratadas pela ETE.

O curtume prevê um gasto diário na sua produção de 150 m³/dia correspondendo a 1.950 m³/mês. Sendo o valor industrial para 1 m³ H₂O cobrado pela CAGEPA de R\$ 1,73, logo o consumo/mês da empresa terá um custo de **R\$ 3.373,50**.

15.3 Consumo de Energia

O consumo de energia é de 786.778,55 kw/ano, correspondendo a 65.564,87 kw/mês. Sendo o custo de 100 kw de R\$ 13,94 (valor industrial fornecido pela CELB), tem-se um total de **R\$ 9.139,74**.

15.4 Máquinas e Equipamentos

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CUSTO UNITÁRIO	QUANT.	CUSTO TOTAL (RS)
Balança de 1 Kg	220,00	01	220,00
Balança de 20 Kg	450,00	01	450,00
Balança de 200 Kg	1.300,00	02	2.600,00
Balança de 50 Kg	834,00	02	1.668,00
Balança de 600 Kg	2.000,00	03	3.000,00
Balança móvel (1.000 Kg)	4.965,00	02	9.930,00
Balança rodoviária eletrônica	18.000,00	01	18.000,00
Bomba de Recalque	1.800,00	02	3.600,00
Bomba sapinho	2.200,00	01	2.200,00
Caldeira	30.000,00	01	30.000,00
Compressor	4.700,00	02	9.400,00
Elevador industrial	15.000,00	03	45.000,00
Empilhadeira	7.000,00	02	14.000,00
Equipamentos de proteção, estufa, balança analítica, equipamentos complementares			30.000,00
Fulão de bater (3.0 x 3.5)	18.000,00	02	36.000,00
Fulão de bater sal	19.700,00	01	19.700,00
Fulão de curtimento (3x 3)	19.890,00	06	119.340,00
Fulão de ensaio (1.2 x 1.0)	6.630,00	04	26.520,00
Fulão de recurtimento (3.5 x 3.5)	32.150,00	05	160.750,00
Fulão de remolho / caleiro (4x4)	38.900,00	04	155.600,00
Máquina de amaciar	67.000,00	01	67.000,00
Máquina de desaguar (contínua)	98.000,00	01	98.000,00
Máquina de descarnar (grande)	104.000,00	02	20.000,00
Máquina de descarnar (pequena)	90.000,00	01	90.000,00
Máquina de desempoar	68.000,00	01	68.000,00
Máquina de dividir	147.000,00	02	297.000,00
Máquina de dividir (pequena)	50.000,00	01	50.000,00
Máquina de estirar	92.000,00	01	92.000,00

Máquina de lixar	116.600,00	02	233.200,00
Máquina de lixar, desempear e prensa	178.000,00	01	178.000,00
Máquina de lustrear	31.500,00	05	157.500,00
Máquina de pintar com túnel de secagem	32.000,00	01	32.000,00
Máquina de prensar	82.180,00	02	164.360,00
Máquina de rebaixar	102.000,00	03	306.000,00
Máquina multiponto com túnel de secagem	42.000,00	01	42.000,00
Medidora eletrônica p/ couro seco	22.000,00	01	22.000,00
Medidora eletrônica p/ wet-blue	28.000,00	01	28.000,00
Secador a vácuo (3 estágios - rotativo)	60.000,00	01	60.000,00
Secador Bi-vácuo	32.000,00	01	32.000,00
Secotherm vertical	5.000,00	10	50.000,00
Togging	22.000,00	02	44.000,00
Túnel de vara	32.000,00	01	32.000,00
TOTAL			2.952.038,00

Quadro 4 - Máquinas e equipamentos

15.5 Folha de Pessoal

PESSOAL	SALÁRIO (R\$)	Nº PESSOAS	TOTAL (R\$)
Diretor Presidente	4.000,00	01	4.000,00
Vice Presidente	3.000,00	01	3.000,00
Diretor Financeiro	3.000,00	01	3.000,00
Gerente de Vendas	2.000,00	01	2.000,00
Gerente de Produção	1.500,00	01	1.500,00
Pessoal de Escritório	400,00	03	1.200,00
Técnico Químico	1.000,00	02	2.000,00
Motorista	400,00	02	800,00
Mecânico / Eletricista	250,00	04	1.000,00
Vigia diurno	180,00	02	360,00
Vigia noturno	220,00	02	440,00
Operário qualificado	400,00	30	12.000,00
Operário auxiliar	150,00	48	7.200,00
Carpinteiro	300,00	01	300,00
Servente	150,00	03	450,00
TOTAL			39.250,00

Quadro 5 - Folha de pessoal

15.6 Matéria Prima e Insumos Químicos

MATÉRIA PRIMA	CUSTO / Kg	QUANTIDADE (Kg)	TOTAL (R\$)
Acido fórmico	1,58	8.970,00	14.172,60
Acido sulfúrico	0,24	8.970,00	2.152,80
Auxiliar enzimático Batan DC-B	14,51	8.372,00	121.477,72
Auto-esgotante (curtimento)	1,50	4.784,00	7.176,00
Bactericida	17,60	299,00	5.262,40
Bicarbonato de sódio	0,73	6.578,00	4.801,94
Cal hidratada	0,20	20.930,00	4.186,00
Carbonato de Sódio	0,76	2.392,00	1.817,92
Cloreto de Sódio	0,13	29.900,00	3.887,00
Cera	2,26	11,50	25,99
Corante	10,93	5.980,00	65.361,40
Desencalante	1,32	13.156,00	17.365,92
Formiato de Sódio	0,94	13.455,00	12.647,70
Fungicida	17,60	598,00	10.524,80
Igualizante de tingimento	8,60	1.495,00	12.857,00
Laca	3,55	119,60	424,58
Óleo aniônico	1,50	20.930,00	31.395,00
Óleo catiônico	1,16	2.990,00	3.468,40
Peles salgadas	0,80	343.200,00	274.560,00
Penetrante	2,10	25,20	52,92
Pigmento	2,70	36,80	99,36
Resina aniônica	1,20	8.970,00	10.774,00
Resina	2,30	167,90	386,17
Sal de cromo	1,32	24.024,00	31.711,68
Solvente	3,15	119,60	376,74
Sulfato de amônio	0,40	5.980,00	2.392,00
Sulfeto de sódio	0,71	5.148,00	3.665,38
Tanino sintético	2,89	8.970,00	25.923,30
Tanino vegetal	1,75	8.970,00	15.697,50
Tensoativo	2,16	299,00	645,84
TOTAL			1.009.328,06

Quadro 6 - Matéria-prima e insumos químicos

15.7 Custo da Estação de Tratamento de Efluentes

O Curtume projetado trabalha com 26.000 Kg couro/dia ou 26 t/dia.

TRATAMENTO	RS/t	RS/dia
Tratamento primário	14.000,00	364.000,00
Tratamento biológico	12.000,00	312.000,00
Tratamento de lodo	8.000,00	208.000,00
TOTAL	34.000,00	884.000,00

Quadro 7 - Custo de implantação da estação de tratamento de efluentes

15.8 Custos Operacionais

TRATAMENTO	RS/t	RS/dia
Tratamento primário	8.000,00	208.000,00
Tratamento biológico	2.000,00	52.000,00
Tratamento de lodo	6.000,00	156.000,00
TOTAL	16.000,00	416.000,00

Quadro 8 - Custos operacionais da estação de tratamento

15.9 Custo com Equipamento de Escritório

Material (móveis)	Un.	Loja	Referência	Preço (RS)
SALA DE REUNIÃO				
mesa de 2,20 c/ 8 cadeiras	01	Calculu's	pad. Cerejeira	490,00
frigobar Consul	01	Arapuã	Consul	327,00
SALA DO DIRETOR				
conjunto estofado	01	KasaTotal		560,00
mesa pequena redonda c/ 4 cadeiras	01	Calculu's	pad. Cerejeira	270,00
burcau médio c/ 1 cadeira	01	Calculu's	pad. Cerejeira	220,00
DEPARTAMENTO PESSOAL				
arquivo de ferro	01	Calculu's	ferro	180,00
mesa peq. Redonda c/ 4 cadeiras	01	Calculu's	pad. Cerejeira	270,00
armário duas portas (1,60x0,90)	01	Calculu's	pad. Cerejeira	220,00
bureau c/ 3 cadeiras altas c/ palhinhas	03	Calculu's	pad. Cerejeira	660,00
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE				
bureau c/ 2 cadeiras altas c/ palhinha	02	Calculu's	pad. Cerejeira	440,00
arquivo de ferro	01	Calculu's	ferro	180,00
armário duas portas (1,50 x 0,70)	01	Calculu's	pad. Cerejeira	170,00

RECEPÇÃO				
conjunto estofado	01	KasaTotal	tecido	330,00
mesa p/ secretária tamanho 1.10 c/ cadeira	01	Calculu's	pad Cerejeira	180,00
COZINHA				
cozinha completa compacta	01	KasaTotal	pad Cerejeira	220,00
fogão 4 bocas	01	Arapuã	Continctal 2001	181,00
geladeira	01	CasaTotal	Consul	334,00
MATERIAL DE INFORMÁTICA				
computador pentium 133	01	Mr. Mouse	Intel 133Mhz	1.233,00
impressora HP692	01	Mr. Mouse	HP 692	578,00
placa de fax/modem	01	Mr. Mouse	US Robotique	245,00
scaner genius	01	Mr. Mouse	Genius Dpl	616,00
tele/fax (fac-simile)	01	Arapuã	FX 500	559,00
MATERIAL DE ESCRITÓRIO				
fichário em acrílico	03	Calculu's		60,00
lixeira com cinzeiro	06	Calculu's		198,00
lixeira comum	06	Calculu's		90,00
máquina financeira	03	Arapuã	Sharp	387,00
máquina de escrever elétrica	02		Olivete	224,00
TOTAL				9.422,00

Fonte: Calculu's Equipamento p/ Escritório, Arapuã, KasaTotal e Mr. Mouse Informática, empresas de Campina Grande (junho de 1997)

15.10 Custo com Alimentação

Gasto por pessoa / mês = R\$ 44,00 (Almoço e lanches (manhã e tarde))
 Gasto com 102 pessoas = **R\$ 4.488,00 por mês**

15.11 Total de Investimento

TOTAL DE INVESTIMENTO	RS/mês
Água	3.373,50
Alimentação	4.488,00
Refeitório, Ambulatório e Sala de jogos	36.052,00
Construção civil	1.610.000,00
E.T.E.	1.300.000,00
Energia	9.139,74
Equipamentos de escritório	9.422,00
Folha de pagamento	39.250,00
Máquinas e equipamentos	2.952.038,00
Matéria-prima e insumos químicos	1.009.328,06
Tanque de Redissolução do Cromo em fibra de vidro de alta resistência	9.000,00
TOTAL	6.946.091,20

Quadro 9 - Total do investimento

16 JUSTIFICATIVA PARA INSTALAÇÃO DOS LABORATÓRIOS FINANCIADOS PELA UNIDO

Os laboratórios físico-químico, físico-mecânico e de efluentes, não entraram no custo total do projeto, devido as suas instalações estarem na dependência da liberação de recursos financeiros por parte da *United Nations Industrial Development Organisation - UNIDO*, mediante justificativa que o Pólo de Curtumes, através do Governo do Estado da Paraíba e Prefeitura Municipal de Campina Grande - PMCG, não teriam condições de arcar com os custos de um projeto de tamanha envergadura. Esses laboratórios serão de suma importância para o estado da Paraíba, em particular para o Compartimento da Borborema onde se localiza o referido Pólo.

Estes laboratórios servirão aos dez curtumes na forma de prestação de serviços. A participação da UNIDO, será a fundo perdido, através de um acordo de Cooperação Técnica entre Governo do Estado e PMCG.

CONCLUSÃO

Este projeto foi elaborado a partir de uma série de informações adquiridas na vida acadêmica e industrial usadas na concepção de uma indústria coureira, tendo como finalidade a conclusão do curso de Tecnologia Química - modalidade Couros e Tanantes.

Com a conclusão deste projeto, fica claro a viabilidade da implantação do empreendimento em questão conforme a metodologia descrita no memorial, com a discussão sobre a localização, o desenho sistemático, o dimensionamento, o investimento total e o fluxo industrial com os sistemas de controle e depuração cabíveis.

O curtume ECOPELE LTDA inicia seus trabalhos com uma concepção e uma filosofia totalmente voltadas para a redução de custos, diminuição dos impactos ambientais e fabricação de artigos com alto valor agregado.

18.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, D. S. P. B., *Proposta para o projeto do polo de curtumes de Campina Grande, Secretaria da Indústria, Comércio e Turismo, Prefeitura Municipal de Campina Grande, Fevereiro/93.*
- BRAILE, P. M., *Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais*, CETESB, S. Paulo, 1979
- CLAAS I. C. e MAIA R. A. M., *Manual Básico de Resíduos Industriais de Curtume*. SENAI, Rio Grande do Sul, 1994.
- Empresas & Negócios*, Gazeta Mercantil, pág. C-1, 22/01/97
- FOLACHIEER A., *Apostila sobre o Curso de Curtume e Poluição - Sua Prevenção e Depuração*. Escola Técnica de Curtimento - SENAI - Estância Velha, Rio Grande do Sul, 1976.
- HOINACKI, E. ; MOREIRA, M. V. e KIEFER, C. G., *Manual Básico de Processamento do Couro*, CTC/SENAI - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Setembro, 1994.
- HOINACKI, E., *Peles e Couros: Origens, Defeitos e Industrialização*, CTC/SENAI - Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2ª edição, 1989.
- JOST P. T., *Tratamento de Efluentes de Curtumes*, CNI-SESI/DN e SENAI/DN, R. Janeiro, 1989.
- JOST P. T., LEITÃO M. R. S., *Projeto SENAI/UNIDO: Um Modelo de Cooperação Internacional e Desenvolvimento de Tecnologia*, SENAI/DN, Diretoria de Cooperação Internacional - 1987.
- MARTTIELLO, A. *Efluentes e Rejeitos*. Revista do Couro Estância Velha, Rio Grande do Sul, dezembro/91, pp 36-39.
- Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo / Secretaria de Política Industrial, *Proposta de Ações Setoriais para 1997*, Dezembro/96.
- REINA, C. S. e AQUINO, D. S. P. B., *Análise Descritiva do Setor Coureiro-Calçadista Formal no Estado da Paraíba - 1991 a 1993*, PMCG/UFPB/IEL/SICTCT, dezembro/1996
- REINA, C. S. e AQUINO, D. S. P. B., *Análise Descritiva do Setor Coureiro-*

Calçadista Informal no Estado da Paraíba - 1994, PMCG/UFPB/IEL/SICTCT,
janeiro/1997

Introdução ao Tratamento de Efluentes Industriais, Módulos I, II, II' e III, SENAI -
Rio Grande do Sul, 1991.

Plano de Desenvolvimento Sustentável, Secretaria do Planejamento, Governo do
Estado da Paraíba, abril/1996.

Revista Setor Couro, Reciclo de Caleiro com Recuperação de Cabelo, julho/94.

VILLA J. A., *Relações Mútuas entre os Parâmetros da Indústria do Couro,*
Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial - ONUDI,
1973