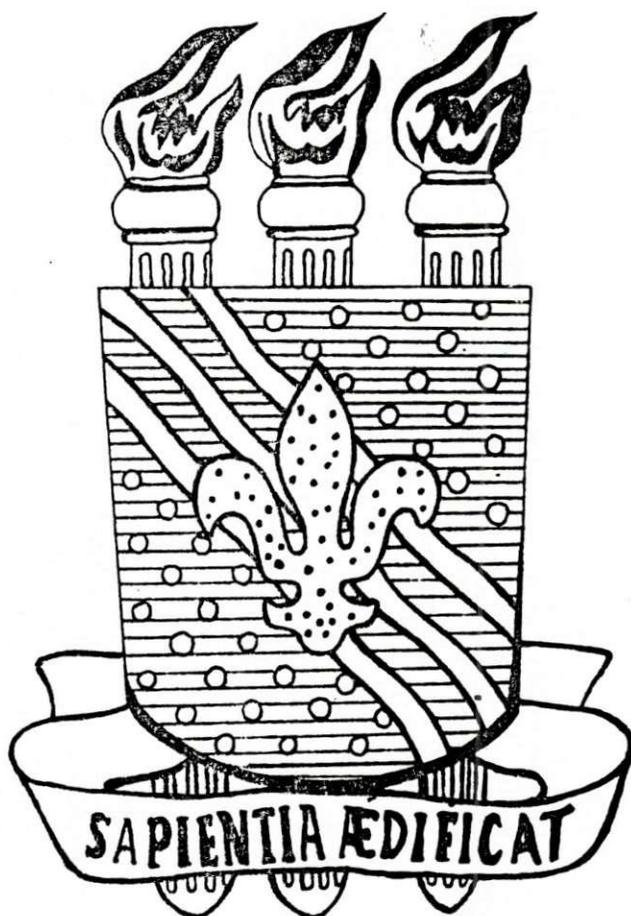


Universidade Federal da Paraíba

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA.

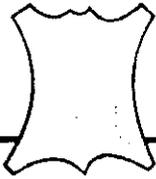


Hildenice de L. bertulino



Biblioteca Setorial do CDSA. Março de 2021.

Sumé - PB



INPELE

Indústria de Peles S.A.

Rua Maranhão, S/N - Conj. Amaranite
São Gonçalo do Amarante - RN - Brazil - CEP 59.290-000
Caixa Postal 863 - Cidade Alta - Natal - RN - Brazil - CEP 59.025-400
CGC 08.231.607/0001-94 - INSC. EST. 20.064.243-0
PABX (084) 214-3462 - Telefax (084) 214-3464 - Telex(84) 2595 INTER BR

DECLARAÇÃO

Declaramos para os fins que se fizerem necessários que, a Srt^ª HILDENICE DE LIMA BERTULINO, estagiou em nossa empresa no período de 0.07.97 à 05.12.97, pelo que firmamos a presente para efeitos legais.

São Gonçalo do Amarante(RN), 19 maio de 1998

INPELE - Indústria de Peles S/A

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Curso superior de Tecnologia Química

Modalidade Couros e Tanantes

PROJETO DE UMA
INDÚSTRIA DE CURTUME

Aluna: Hildenice de Lima Bertulino

Matrícula: 9311611-9

Campina Grande, PB

Mai de 1998

HILDENICE DE LIMA BERTULINO

**PROJETO DE UMA
INDÚSTRIA DE CURTUME**

Este projeto caracteriza-se como relatório da disciplina estágio supervisionado sendo assim, um registro de conclusão de curso à obtenção do título de Tecnóloga Química em Couros e Tanantes.

Orientador: José Amauri Almeida dos Santos

Instituição do Estágio: Curtume Inpele S/A

Período do Estágio: 01/Jul/1997 a 05/Dez/1997

Campina grande, PB

1998

HILDENICE DE LIMA BERTULINO

**PROJETO DE UMA
INDÚSTRIA DE CURTUME**

Aprovado em: 18 / 05 / 1998

NOTA: 8,2 (oito, dois)

ANDRÉ LUIZ FIGUENE
PROF. UFPB/CCT/DEQ

Banca Examinadora:

André Luiz Figueiredo
Vimário Simões Silva
José Amador Almeida Neto

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, segundo, terceiro... lugar, agradeço à Deus, por iluminar e abençoar cada passo meu, por me conceder mais esta vitória entre tantas que eu já consegui.

Agradeço de todo coração, em especial, aos meus pais, por toda dedicação, amor, incentivo e pela felicidade que me proporcionaram no decorrer de minha vida e do meu curso.

Aos professores: José Amauri A. Santos, André Luís F. Brito, Alberto, João de Deus, Vimário, Orlando, Egídio, em fim, a todos pelos conhecimentos que me passaram, pela competência, incentivo, orientação, contribuição para a minha formação profissional e pela amizade que dedicaram.

Ao Curtume Inpele S/A e toda sua equipe, em especial ao Sr. Luis Amorim e Ronaldo Amorim, em fim, a todos pela colaboração e por terem me acolhido durante o período do estágio.

Obrigada aos meus amigos que sempre estiveram presentes e me ajudaram ao longo do meu curso, em especial, a Fátima Nascimento pela força sempre que precisei, Eva, Sueli, Gerson, em fim, a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para esta realização.

RESUMO

BERTULINO, Hildenice de Lima – Projeto de uma Indústria de Curtume, São Gonçalo do Amarante – RN, 1998. Conclusão do Curso Superior em Tecnologia Química – Mod. Couros e Tanantes Universidade Federal da Paraíba.

Este projeto tem por finalidade a conclusão do curso Tec. Química. O mesmo apresentará informações básicas para a implantação e desenvolvimento de uma indústria de curtume, consolidando todas as etapas do beneficiamento de peles caprinas e ovinas, detalhando também todos os aspectos da infra-estrutura de maneira a favorecer a viabilidade de tal empreendimento. Portanto, todas as demonstrações feitas neste trabalho tem como objetivo a obtenção de artigos, de qualidades exigidas pelo mercado.

Preocupada com o meio ambiente, será abordado também aspectos relacionados a implantação de uma estação de tratamento de efluentes.

ABSTRACT

BERTULINO, Hildenice de Lima – Projeto de uma Indústria de Curtume, São Gonçalo do Amarante – RN, 1998. Conclusão do Curso Superior em Tecnologia Química – Mod. Couros e Tanantes Universidade Federal da Paraíba.

This project has the aim of concluding the Chemistry Course. The project will present basic information for the development and implantation of a fur industry, checking all phases for goat and bird for improvement, showing the details of all aspects of infra-structure so that we can provide such enterprise availability. Therefore, all demonstrations showed in this résumé have as aim the obtaining of artifacts, made with the quality the market expects.

Worried with the environment, we will approach some aspects related to the matter treatment station implanted.

SUMÁRIO

1. Apresentação.....	01
2. Introdução.....	02
3. Identificação.....	03
4. Localização.....	04
5. Dimensionamento.....	06
5.1. Quantidade de Peles a Serem Processadas.....	06
5.2. Cálculo da Quantidade de Peles à Trabalhar.....	06
5.2.1. Tabela I – Tamanhos Padrões das Peles.....	06
5.2.2. Cálculos.....	07
5.3. Aproveitamento da Superfície Coberta.....	07
5.4. Distribuição da Superfície Coberta.....	07
5.5. Distribuição da Superfície Coberta no Setor de Fabricação.....	07
5.6. Fator de Potência Inicial (Hpi).....	08
5.7. Distribuição dos Hpi por Setor.....	08
5.8. Rendimento dos Fulões.....	08
5.9. Consumo de Água.....	08
5.10. Rendimento da Caldeira.....	09
5.11. Distribuição de Energia Própria.....	09
5.12. Consumo de Eletricidade.....	09
5.13. Consumo de Combustível.....	10
5.13.1. Quantidade de Combustível por m ² Pele ao Ano.....	10
5.14. Consumo de Prod. Químicos.....	10
5.14.1. Produtos Químicos por Ano.....	10
5.14.2. Distribuição por Setores.....	11
6. Distribuição e Lay-Out do Curtume.....	12
6.1. Área do Lay-Out do Curtume.....	12
6.2. Características Gerais do Aranjo Físico.....	13
6.2.1. Fundação.....	13
6.2.2. Piso.....	13
6.2.3. Iluminação/Ventilação/Cobertura.....	13
6.2.4. Instalações Sanitárias.....	14
6.2.5. Vestuários.....	14

6.2.6.	Canalização.....	14
6.2.7.	Compressor.....	14
6.2.8.	Bebedouros.....	14
6.2.9.	Transporte Interno.....	14
6.2.10.	Carpintaria/Oficina Mecânica.....	15
6.2.11.	Casa de Força.....	15
6.2.12.	Caldeira.....	15
6.2.13.	Poço.....	15
6.2.14.	Administração.....	15
6.2.15.	Laboratório.....	16
6.2.16.	Guarita/Posto de Frequência.....	16
6.2.17.	Laboratório Piloto.....	16
6.2.18.	Almoxarifado Geral.....	16
6.2.19.	Serviços Médicos.....	16
6.2.20.	Sala dos Técnicos.....	17
6.2.21.	CIPA.....	17
6.2.22.	Refeitório.....	17
6.2.23.	Proteção Contra Alagamentos e Incêndios.....	17
7.	Máquinas e Equipamentos.....	18
8.	Fluxograma da Produção.....	24
9.	Áreas do Setor Produtivo.....	27
9.1.	Setor de Armazenamento.....	27
9.2.	Setor de Ribeira.....	27
9.2.1.	Remolho.....	27
9.2.2.	Depilação/Caleiro.....	28
9.2.3.	Descarne.....	28
9.2.4.	Descalcinação.....	28
9.2.5.	Purga.....	29
9.2.6.	Píquel.....	29
9.3.	Setor de Curtimento.....	30
9.3.1.	Curtimento.....	30
9.3.2.	Descanso.....	30
9.3.3.	Operação Mecânica de Estivar/Enxugar.....	30
9.3.4.	Medição das Peles Wet-blue.....	31

9.3.5. Classificação de Peles Wet-blue.....	31
9.3.6. Operação Mecânica de Rebaixar	31
9.4. Setor de Recurtimento	31
9.4.1. Neutralização.....	31
9.4.2. Recurtimento.....	32
9.4.3. Tingimento.....	32
9.4.4. Engraxe.....	33
9.4.5. Secagem.....	33
9.5. Preparação para o Acabamento	33
9.5.1. Acondicionamento.....	33
9.5.2. Amaciamento.....	34
9.5.3. Toogliamento.....	34
9.5.4. Lixamento e Eliminação do Pó.....	34
9.6. Acabamento Final.....	34
9.6.1. Secagem Final.....	35
9.6.2. Prensagem.....	36
9.6.3. Classificação, Medição, Embalagem e Expedição	36
10. Tratamento de Efluentes.....	37
10.1. Fluxograma	37
10.2. Introdução	38
10.3. Efluentes de Curtumes	38
10.3.1. Resíduos Líquidos	38
10.3.2. Resíduos Sólidos	39
10.3.3. Resíduos Atmosféricos.....	40
10.4. Caracterização de Efluentes Líquidos.....	40
10.4.1. Vazão	41
10.4.2. pH.....	41
10.4.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio/Demanda Química de Oxigênio...41	
10.4.4. Sólidos.....	42
10.4.5. Turbidez.....	42
10.4.6. Óleos e Graxas.....	42
10.4.7. Nitrogênio e Fósforo.....	42
10.4.8. Cromo e Sulfeto.....	43
10.4.9. Temperatura.....	43

10.4.10. Oxigênio Dissolvido.....	43
10.5. Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos para a Liberação das Águas dos Efluentes.....	43
10.6. Tratamento dos Despejos do Curtume.....	44
10.7. Métodos de Tratamentos.....	44
10.7.1. Tratamento Preliminar.....	44
10.7.2. Gradeamento.....	45
10.7.3. Peneiramento.....	45
10.7.4. Caixa de Gordura.....	45
10.8. Tratamento Primário.....	45
10.8.1. Homogeneização/Equalização.....	45
10.8.2. Coagulação e Floculação.....	46
10.8.3. Sedimentação.....	47
10.9. Tratamento Biológico.....	47
10.9.1. Lagoa Aerada.....	47
10.9.2. Tratamento de Lodo.....	48
10.9.3. Leitos de Secagem.....	48
11. Tecnologia de Processamento de Couros e Peles menos Agressivas ao Meio Ambiente.....	48
11.1. Reciclo do Caleiro.....	48
11.2. Reciclo do Curtimento.....	49
12. Memorial de Cálculo da Unidade de Tratamento de Efluente.....	50
12.1. Discussão sobre a Vazão.....	50
12.2. Dimensões das Unidades no Sistema Depurador.....	50
12.2.1. Tanque de Coleta dos Banhos de Caleiro.....	50
12.2.2. Bomba de Distribuição dos Banhos.....	51
12.2.3. Tanque de Coleta do Banho de curtimento.....	51
12.3. Tratamento Primário.....	51
12.3.1. Gradeamento.....	51
12.3.2. Peneiramento.....	52
12.3.3. Caixa de Gordura.....	52
12.3.4. Tanque de Equalização.....	52
12.3.5. Bomba de Equalização da Vazão dos Banhos.....	52
12.3.6. Bomba Dosadora de Soluções.....	53

12.3.7. Decantador.....	53
12.4. Tratamento Secundário.....	53
12.4.1. Lagoa Aerada.....	53
12.4.2. Leitos de Secagem.....	54
13. Análises Químicas.....	54
13.1. Análises Químicas Realizadas nos Processos.....	54
13.2. Análises Realizadas no Couro Wet-blue e Semi-acabado.....	54
13.3. Análises mais Importantes Realizadas na E.T.E.....	55
13.4. Análises Específicas da Poluição.....	55
13.5. Análises dos Insumos Químicos.....	55
14. Investimento do Projeto.....	55
14.1. Custo da Construção Civil.....	55
14.2. Custo da Matéria-Prima.....	56
14.3. Custo com Alimentação.....	56
14.4. Custo do Consumo de Água.....	56
14.5. Custo do Consumo de Energia.....	56
15. Máquinas e Equipamentos/Quadro de Custos.....	57
16. Folha de Insumos Químicos.....	58
17. Folha de Pessoal.....	59
18. Custo do Investimento da Estação de Tratamento de Efluentes.....	60
19. Custos Operacionais.....	60
20. Orçamento Total.....	60
21. Conclusão.....	61
22. Referências Bibliográficas.....	62

1. APRESENTAÇÃO

Este projeto visa a implantação de uma indústria coreira no Distrito Regomoleiro na cidade de São Gonçalo do Amarante – RN com toda infra-estrutura de energia elétrica, água e esgotos.

O curtume atuará no ramo de processamento de peles em Wet-blue, semi-acabadas e acabadas.

Através de um fluxograma de produção e um lay-out, será descrito o processo operacional, permitindo um melhor aproveitamento das áreas de produção e administração, procurando distribuí-las de maneira que os processos sejam contínuos e que funcionem com regularidade.

Considerando a preservação do meio-ambiente, os processos de caleiro e curtimento utilizaram tecnologias limpas, facilitando nosso tratamento de efluentes e minimizando gastos com insumos.

2. INTRODUÇÃO

Este memorial nos trás informações direcionadas a implantação de uma indústria curtidora, visando sua viabilidade técnica, econômica e social.

Para um bom funcionamento deve-se levar em considerações importantes aspectos, tais como: mercado, localização, infra-estrutura, suprimento de matéria prima, etc.

Se tratando do mercado, este é bastante influenciado pela moda e pela estações do ano, convém destacar neste sentido a condição de passividade da indústria curtidora, frente a um mercado de potencial ilimitado, não só de âmbito nacional como internacional e que necessita de grandes investimentos, principalmente no setor tecnológico para proporcionar uma competitividade no mercado.

Quanto a localização e a infra-estrutura, a região é bastante favorável, pois existe todos os requisitos necessários para a construção da mesma, contribuindo também para ampliar o mercado de trabalho local.

Com relação a matéria-prima, a região dispõe de fornecedores distribuídos em diversas áreas circunvizinhas.

É importante ainda ressaltar que a qualidade de vida está, nos dias atuais, ligada ao meio ambiente e este depende, em grande parte, da poluição acarretada pelas indústrias. De posse dessa informação, o BENDEPEL tem dado especial atenção aos resíduos do mesmo. Com isso, há necessidade da implantação de uma E.T.E.

3. IDENTIFICAÇÃO

Caracterização da Empresa

- **Razão Social:** Curtume Bendepel Ltda
- **Nome de Fantasia:** Bendepel
- **Responsável pelo empreendimento:** Hildenice de Lima Bertulino
- **Endereço:**
Rua Projetada - s/n, Conjunto Amarante, Distrito Regomaleiro, São Gonçalo do Amarante – RN.
- **Direção do empreendimento:** diretora presidente
- **Tipo de atividade industrial:** beneficiamento de peles caprinas e ovinas. Destinadas a produção de peles no estado Wet-blue, semi-acabadas e acabadas (napas).
- **Situação industrial:** A mesma iniciará com a produção de 1.200 peles / dia.
- **Área de indústria:**
 - Área total: 10.000 m²
 - Área construída: 2.970 m²
- **Regime de trabalho:**
 - Dias por mês (média): 24 dias
 - Dias por semana: 06 dias
 - Hora / dia: 08 horas

4. LOCALIZAÇÃO

A localização depende em parte da capacidade competitiva do curtume.

Uma boa localização procura garantir que a operação seja feita com custos mínimos a curto ou a longo prazo, já que esta é a típica decisão de grande impacto nos custos de operações.

É necessário analisar todos os pontos de vistas, técnico, econômico, higiênico e político.

Portanto, baseado no acima mencionado, justifica-se a implantação deste curtume, no Distrito Regomoleiro na cidade de São Gonçalo do Amarante – RN, por uma série de fatores que são considerados indispensáveis para a construção do mesmo, dentre eles destacam-se:

a) Cidade com localização privilegiada, dotada de infra-estrutura bem montada em transportes, vias de acesso, comunicação, ligada às capitais do Nordeste por rodovias asfaltadas, por ligações telefônicas através dos sistemas DDD, DDI, Fax, Telex;

b) Rede bancária bem estruturada e serviços eficientes;

c) A oferta de peles caprinas/ovinas é bastante significativa, pois tanto a cidade quanto as regiões circunvizinhas possuem uma boa produção caprina/ovina para o abate;

d) Disponibilidade dos insumos químicos, considerando a existência de representantes das indústrias químicas nesta cidade e em cidades vizinhas;

e) Disponibilidade de mão-de-obra, considerando a existência de vários curtumes instalados na região, possibilitando a obtenção de pessoas com experiência no ramo. Quanto a mão-de-obra especializada, apesar da cidade não dispor de curso universitário na área de couros e tanantes, há a possibilidade de trazer técnicos formados da cidade de Campina Grande, na qual existe um curso universitário de Tecnologia Química – Modalidade: Couros e Tanantes;

f) O mercado é considerado bastante promissor, considerando a existência de fábricas de calçados e artefatos, possibilitando o abastecimento dos artigos acabados destinados a produção de calçados. Então, o mercado é algo que dispensa comentários, pois as indústrias de calçados existentes no Brasil, representam um mercado favorável para que as indústrias de curtume sobreviva. Quanto ao Wet-blue, graças a expansão das exportações, será comercializado para o mercado externo;

g) Disponibilidade de água, em virtude do local ser favorável para construção de poços artesianos e por ser localizado as margens do rio Igapó. Além disso, a cidade dispõe do abastecimento da CAERN (Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte);

h) Disponibilidade de potência e combustível, em virtude da cidade dispor da COSERN (Companhia de Serviço de Energia do Rio Grande do Norte). Mesmo assim, o curtume terá uma casa de força (gerador próprio) onde será colocado todo o equipamento necessário para distribuição da eletricidade, caso haja falta de energia elétrica. A lenha usada na caldeira poderá ser comprada com facilidade, em virtude da oferta ser bastante significativa, mas deixa-se em aberto a oportunidade para substituição da caldeira a lenha por uma a óleo, visto as grandes perdas de nossas florestas e a necessidade atual da preservação da mesma.

5. DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento do curtume tem como base a capacidade produtiva (nº de peles/dia, artigos, etc). Partindo daí, calcula-se todos os demais parâmetros, desde a quantidade de matéria-prima utilizada, superfície coberta, produtos químicos, água, energia, máquinas, operários, etc.

5.1. Quantidade de peles a serem processadas

O curtume beneficiará peles caprinas e ovinas, adquiridas nas regiões circunvizinhas, totalizando 1.200 peles por dia, com peso de 1.4 Kg/Pele, peso este relacionado estatisticamente de acordo com a matéria-prima em estado de conservação, ou seja, salgado. Sendo que inicialmente 400 peles serão industrializadas até o estado Wet-blue destinado a exportação, 400 peles semi-acabadas e 400 acabadas destinadas ao mercado interno.

O curtume disponibilizará de atividade programado para 230 dias anuais.

5.2. Cálculo da quantidade de peles à trabalhar

Os parâmetros utilizados neste projeto tomaram como base as indicações do livro "Relações Mútuas entre os Parâmetros da Indústria do Couro", Júlio A. Vila, ONUDI (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial), tomando como tamanho padrão peles muito pequenas em virtude das peles caprinas/ovinas, apresentarem em média $0,50 \text{ m}^2$, conforme Tabela I.

5.2.1. Tabela I – Tamanhos padrões das peles

PELES	TAMANHOS
Grande	0,70 – 0,80 m^2
Médios	0,50 – 0,60 m^2
Pequenos	0,30 – 0,40 m^2

Fonte: Observação prática

5.2.2. Cálculos

1.200 peles/dia x 230 dias/ano = 276.000 peles/ano
 1.200 peles/dia x 1,4 Kg/peles = 1.680 Kg/dia
 1.680 Kg/dia x 230 dias/ano = 386.400 kg/ano
 276.000 peles/ano x 0,50 m²/peles = 138.000 m²/ano
 276.000 pele/ano x 5,38 pe²/pele = 1.484.880 pe²/ano

5.3. Aproveitamento da superfície coberta

O parâmetro utilizado para peles muito pequenas é de 500 pe²/m² SC*, logo:

$$SC = \frac{1.484.880 \text{ pe}^2}{500 \text{ pe}^2/\text{m}^2 \text{ SC}} = 2.969,8 \text{ m}^2 \text{ SC}$$

* SC = Superfície coberta

5.4. Distribuição da Superfície Coberta

Partindo de 2.969,8 m² SC, tem-se a seguinte distribuição por setor em valores percentuais :

SETORES	%	m ²
Fabricação	68	2.019,5
Classificação - Expedição	14	415,8
Laboratório - Escritório - Banheiro	08	237,6
Serviços Gerais	10	297,0
TOTAL	100	2.969,8

5.5. Distribuição da Superfície Coberta no Setor de Fabricação

SETORES	%	m ²
Ribeira	25	504,8
Curtimento	09	181,7
Recurtimento	19	383,7
Secagem	21	424,0
Acabamento	26	525,0
TOTAL	100	2.019,4

5.6. Fator de Potência Inicial (HPi)

É calculado em função do parâmetro 350 m²/HPi.

$$HPi = \frac{138.000 \text{ m}^2/\text{ano}}{350 \text{ m}^2/HPi} = 394,2 \text{ HPi / ano}$$

5.7. Distribuição dos HPi por Setor

SETORES	%	HPi
Caleiro	24	94,6
Curtimento	14	55,2
Recurtimento	28	110,4
Secagem	20	78,8
Acabamento	14	55,2
TOTAL	100	394,2

5.8. Rendimento dos Fulões

Cálculo para determinação do rendimento dos fulões por m² de pele/litro.

Coefficiente usado = 1,75 m²

Logo: $1,75 \text{ m}^2 = \frac{\text{m}^2 / \text{ano}}{\text{Litros de Fulões}}$

Anualmente teremos:

$$\text{Litros - Fulões} = \frac{138.000 \text{ m}^2/\text{ano}}{1,75 \text{ m}^2} = 78.857 \text{ litros de fulões/ano}$$

5.9. Consumo de Água

Parâmetro utilizado = 60 litros/peles.

Logo:

$$276.000 \text{ peles/ano} \times 60 \text{ litros/peles} = 16.560 \text{ litros/ano}$$

Portanto, há um consumo de 16.560 litros de água em um ano.

Com isso têm-se por dia:

$$\text{Tem-se por dia: } \frac{16.560.000 \text{ litros}}{230 \text{ dias}} = 72.000 \text{ litros de água/dia} = 72 \text{ m}^3/\text{dia}$$

5.10. Rendimento da Caldeira (RC)

Parâmetro utilizado: 8.000 Kg de pele por cada m² de caldeira, logo têm-se:

$$RC = \frac{386.400 \text{ Kg/ano}}{8.000 \text{ Kg/m}^2 \text{ cald}} = 48,3 \text{ m}^2 \text{ cald}$$

5.11. Distribuição de Energia Própria

Parâmetro utilizado: 3, logo:

$$KVA = \frac{HPi}{3} = \frac{394,2}{3} = 131,4 \text{ KVA}$$

Portanto o curtume precisará de um grupo gerador de eletricidade com capacidade de 131,4 KVA/ano.

5.12. Consumo de Eletricidade

I - Cálculo de KWh/Teórico

$$394,2 \times 0,736 \times 8 \text{ h/dia} \times 24 \text{ dia/mês} \times 12 \text{ meses/ano} = 668.462,28 \text{ KWh/ano}$$

* Este coeficiente relaciona o consumo efetivo de energia elétrica com o Teórico, que deveria haver se todas as máquinas trabalhassem simultaneamente.

II - Cálculo do consumo efetivo

$$\text{KWh Teórico/ano} \times 0,6 \rightarrow 668.462,22 \times 0,6 = 401.077,32 \text{ KWh efetivo}$$

III - Rendimento dos compressores

Adotando-se o parâmetro de valor $5.000 \text{ m}^2/\text{Hp}$ têm-se a seguinte potência:

$$HP_{\text{Compressor}} = \frac{138.000 \text{ m}^2/\text{ano}}{5.000 \text{ m}^2/\text{Hp}} = 27,6 \text{ Hp}$$

5.13. Consumo de Combustível

A caldeira utilizada consome 4.000 Kg de combustível/ m^2 de caldeira. Então:

$$\frac{4.000 \text{ Kg comb.}}{\text{m}^2 \text{ cald.}} \times 60 \text{ m}^2 \text{ caldeira} = 240.000 \text{ Kg comb.} \times 3 = 720.000 \text{ Kg comb.}$$

Obs:

O poder calórico da gasolina é de 10.500 cal/Kg e a lenha é de 3.500 cal/K cal , ou seja, três vezes menor do que a gasolina.

5.13.1. Quantidade de Combustível por m^2 de pele ao Ano (QC)

$$QC = \frac{\text{Quant. Comb. (Kg)}}{\text{m}^2 \cdot \text{pele/ano}} = \frac{720.000}{138.000} = 5,2 \text{ Kg comb/m}^2 \cdot \text{ano}$$

5.14. Consumo de Produtos Químicos (PQ)

5.14.1. Produtos Químicos por Ano

O parâmetro utilizado será $0,85 - 1,00 \text{ Kg PQ}$ por cada quilo de pele.

Logo, adotando-se $0,90 \text{ Kg}$ pele, têm-se:

$$0,90 \text{ Kg PQ/ano} \times 386.400 \text{ Kg/ano} = 347.760 \text{ Kg PQ/ano}$$

5.14.2. Distribuição por Setores

I - Ribeira (fator de conservação = 2,7)

$$Rib = \frac{347.760}{2,7} = 128.800 \text{ Kg PQ/ano}$$

II - Curtimento (fator de conservação = 2,0)

$$Curt = \frac{347.760}{2,0} = 173.880 \text{ Kg PQ/ano}$$

III - Acabamento (fator de conservação = 7,7)

$$Acab. = \frac{347.760}{7,7} = 45.164 \text{ Kg PQ/ano}$$

Obs:

Os coeficientes utilizados são demonstrativos, pois estão sujeitos a variações dependendo da modalidade de trabalho, da formulação, etc.

6. DISTRIBUIÇÃO E LAY-OUT DA PLANTA

O Lay-out é o perfil e a disposição estrutural do funcionamento de uma indústria que tem por objetivo agilizar a produção, visando resultados técnicos, econômicos e financeiros satisfatórios.

Feito um planejamento do fluxograma da produção teremos melhor aproveitamento de área e facilidade de manutenção dos equipamentos, para que haja um bom fluxo e um controle dos custos.

6.1. Área do Lay-out do curtume

- Área do recebimento do material;
- De armazenamento do material bruto;
- De armazenamento em processo;
- De espera entre operações;
- De classificação de peles wet-blue;
- De armazenamento de material acabado ao sair;
- De entrada e saída da fábrica;
- De estacionamento;
- De controle de frequência dos funcionários;
- Do setor de ribeira;
- Das máquinas e equipamentos;
- Do setor de curtimento;
- Do setor de secagem;
- Do setor de acabamento, seco e molhado;
- De expedição do material;
- De vestiários/banheiros;
- Da diretoria e recepção;
- De contabilidade e computação;
- Do departamento pessoal, compras e vendas;
- Da salas dos técnicos/laboratórios;
- Da central telefônica e CIPA;
- De bebedouros;

- Do restaurante.

6.2. Características Gerais do Arranjo Físico (Lay-out)

Os princípios mais importantes para construção de prédios para curtume moderno são os seguintes:

6.2.1. Fundação (Base)

O curtume terá fundação elevada, facilitando assim o escoamento de efluentes residuais e transporte de caminhões.

6.2.2. Piso

O piso será à base de cimento e concreto, com formação de lajotas, para evitar o desgaste causado pelo trabalho mecânico e pelos produtos químicos utilizados no processamento das peles.

6.2.3. Iluminação/ventilação/cobertura

Para favorecer a uma boa iluminação e ventilação, as paredes serão pintadas de branco e disporá de combogós que fornecerão ventilação natural. Quanto a iluminação durante a noite, o curtume fará uso de lâmpadas fluorescentes que são fortes e econômicas considerando o seu tempo de vida útil com relação a outras. Nos setores de acabamentos, classificação final e expedição as lâmpadas serão de neón para evitar interferência na tonalidade das cores das peles.

Com relação a cobertura, disporá de telhas transparentes de 2,0 x 2,0 m com uma distância de 5 m de uma para outra, que favorece também a iluminação natural.

6.2.4. Instalações Sanitárias

As instalações sanitárias serão posicionadas em um local central, de maneira a permitir um fácil acesso para todos os funcionários de cada setor. Terá manutenção diária onde são usados produtos germicidas, evitando assim possíveis doenças muitas vezes causadas por falta de higiene.

6.2.5. Vestiários

Os vestiários são destinados aos operários da produção e, no seu interior existem armários para que os operários guardem os seus materiais de trabalho.

6.2.6. Canalização

A canalização interna do curtume é feita por canais abertos e gradados para facilitar a manutenção das seções. A externa é feita com tubulações de concreto e de tamanho e diâmetro maior, com uma inclinação maior que 0,35% para evitar concentrações de resíduos e conseqüentemente obstrução do fluxo contínuo de água.

6.2.7. Ar Comprimido (compressor)

O compressor será instalado próximo ao setor de acabamento, uma área externa do curtume devido sua alta periculosidade.

6.2.8. Bebedouros

Serão localizados em locais estratégicos, perto dos setores de produção onde há concentração de pessoal trabalhando.

6.2.9. Transporte Interno

As peles serão transportadas por cavaletes e mesas com rodas. Para o carregamento dos fulões, as empilhadeiras e os carrinhos com rodas, farão o transporte das mesmas.

6.2.10. Carpintaria e Oficina mecânica

Localizadas ao lado do setor fabril, facilitando soluções rápidas para eventuais problemas.

6.2.11. Casa de Força

Localizada na parte externa do curtume e próximo aos setores de produção para facilitar o acionamento caso haja algum blecaute.

6.2.12. caldeira

Situada na área externa do setor de produção, entretanto, perto do setor de recurtimento e secagem, a mesma será construída de acordo com as normas de segurança.

6.2.13. Poço

A região é rica para a construção de poços. O BENDEPEL disporá de um poço artesiano e de uma caixa d'água que abastecerá constantemente o setor fabril, contribuindo consideravelmente com a diminuição dos custos com água.

6.2.14. Administração

Situada na frente da indústria, facilitando o acesso daqueles que desejam contactar com a mesma. Neste setor estão instalados:

- Diretor administrativo
- Diretor industrial
- Departamento de compras e vendas
- Secretaria
- Sala de reuniões
- Departamento pessoal e financeiro
- Central telefônica
- CPD (Central de Processamento de Dados)
- Setor de contabilidade

- Restaurante
- Banheiros

6.2.15. Laboratórios

Localizado ao lado do laboratório piloto, onde serão feitas as análises e testes químicos na pele e nos banhos residuais.

Equipado com materiais necessários para as análises (reagentes, vidrarias, etc).

6.2.16. Guarita/posto de frequência

Situada na entrada do curtume, juntamente com a sala de ponto de frequência, permitindo o controle dos funcionários e um bom atendimento as visitas e representantes comerciais, possibilitando o bem estar e a segurança na empresa.

6.2.17. Laboratório Piloto

Localizado ao lado do laboratório químico e próximo a sala dos técnicos para agilizar os resultados das experiências realizadas.

Equipado com pequenos fulôes onde serão realizados testes preliminares e experiências com produtos químicos, antes do processamento das peles.

6.2.18. Almoxarifado Geral

Local de estocagem de produtos químicos, equipamentos utilizados pelos funcionários (luvas, fardamentos, ferramentas, peças necessárias para as máquinas, etc.). Situado na parte interna da fábrica permitindo um fácil acesso aos setores produtivos.

6.2.19. Serviços Médicos (primeiros socorros)

Situa-se juntamente com a sala dos técnicos, próximo ao setor de produção, providenciando um atendimento rápido se por ventura vier ocorrer algum acidente.

6.2.20. Sala dos Técnicos

Destinada aos técnicos do curtume, onde haverá reuniões dos setores produtivos, desenvolvimento de fórmulas e avaliação dos resultados provenientes das análises químicas, e experiências realizadas no laboratório piloto.

6.2.21. Segurança Industrial (CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes)

A CIPA é um órgão responsável pela segurança da indústria, cujo objetivo é o bem estar dos funcionários no ambiente de trabalho. Localizado na parte externa da infraestrutura.

6.2.22. Refeitório

Situa-se numa área fora do curtume, próximo ao setor administrativo, devido ao odor desagradável proveniente da fábrica, favorecendo assim uma boa higiene.

6.2.23. Proteção Contra Alagamentos e Incêndios

- Alagamentos

O terreno apresenta uma declividade, permitindo que as águas sejam conduzidas espontaneamente, evitando-se a deposição de acúmulos de líquidos durante possíveis elevações de precipitação pluviométricas.

- Incêndios

O projeto estabelecerá locais estratégicos, onde serão colocados hidrantes e extintores, a fim de combater incêndios, se por acaso vier ocorrer.

Os hidrantes serão distribuídos de forma a proteger toda a área da empresa por jatos simultâneos, dentro de um raio de 40m (10m de jato e 30m de mangueira).

Os extintores serão instalados de acordo com o risco e a classe de fogo. A distancia máxima percorrida é de 10m. Para incêndio de classe "A", como por exemplo

aos que ocorrem no setor de ribeira, barraca e administrativo, utilizam extintor de *água pressurizada* ou *espuma*. Para classe "B", como aos da sala de matização, almoxarifado e caldeira, utiliza-se extintor de *gás carbônico e pó químico*. Para classe "C", como aos que ocorrem em quadros elétricos, motores, interruptores e compressores, utiliza-se *gás carbônico e pó químico seco*.

As instalações elétricas estão estabelecidas de acordo com as normas técnicas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (NR 10).

7. MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

➤ Fulões de Remolho e Calceiro

Nº de fulões.....	02
Marca.....	Michelon
Dimensão	2,5m x 2,5m
Volume total	12.265 litros p/ cada fulão
Carga.....	3.000 Kg
Rotação	2 – 3 RPM
Potência do motor	15 cv

➤ Fulões de Curtimento

Nº de fulões.....	02
Marca.....	Michelon
Dimensão	2,5m x 2,0m
Volume total	9.812 litros p/ cada fulão
Carga.....	3.200 Kg
Rotação	5 – 10 RPM
Potência do motor	20 cv

➤ Fulões de Recurtimento / Tingimento / Engraxe

Nº de fulões.....	03
Marca.....	Michelon

Dimensão	2,5m x 1,5m
Volume total	5.000 litros p/ cada fulão
Carga	700 Kg p/ cada fulão
Rotação	12 RPM
Potência do motor	10 cv

➤ **Fulão de Bater**

Nº de fulões	01
Marca	Michelon
Dimensão	3,0m x 1,5m
Volume total	10.597 litros p/ cada fulão
Carga	1000 Kg
Rotação	16 RPM
Potência do motor	10 cv

➤ **Fulão de Ensaio**

Nº de fulões	02
Marca	Michelon
Dimensão	1,2m x 0,8m
Carga	20 Kg
Rotação	12 RPM
Potência do motor	1,0 cv

➤ **Máquina de Descarnar**

Nº de máquinas	01
Marca	Enko
Produção horária	300 – 400 peles
Potência do motor	16,5 cv / HP
Peso líquido	1.700 Kg
Comprimento	1,6 m
Largura	1,2 m

Altura..... 1,7 m

➤ **Máquina de Enxugar / Estirar Peles**

Nº de máquinas 01
 Marca..... Enko
 Produção horária..... 300 peles
 Potência do motor 20 cv / HP
 Peso líquido..... 4.600 Kg
 Comprimento..... 1,2 m
 Largura..... 1,7 m
 Altura..... 1,6 m

➤ **Máquinas de Rebaixar**

Nº de máquinas 02
 Marca..... Enko
 Produção horária..... 150 peles
 Potência do motor 21,5 cv / HP
 Peso líquido 1.600 Kg
 Comprimento..... 1,6 m
 Largura..... 1,4 m
 Altura..... 1,5 m

➤ **Máquina de Medir Eletrônica**

Nº de máquinas 02
 Marca..... Metriker
 Modelo..... Mega 1.6
 Comprimento..... 2,5 m
 Largura útil..... 1,7 m
 Altura total 1,4 m
 Peso líquido..... 710 Kg

➤ **Máquina de lixar**

Nº de máquinas	02
Marca.....	Enko
Produção horária.....	100 peles
Potência do motor	5 cv / HP
Peso líquido.....	750 Kg
Comprimento.....	1,7 m
Largura.....	1,4 m
Altura.....	1,3 m

➤ **Máquina de Desempear**

Nº de máquinas	01
Marca.....	Enko
Produção horária.....	180 peles
Potência do motor	1,0 cv / HP
Peso líquido.....	235 Kg
Comprimento.....	1,5 m
Largura.....	1,0 m

➤ **Túnel de Secagem com Cabine de Pintura Automática**

Nº de máquinas	01
Marca.....	Seiko
Produção horária.....	200 peles
Potência instalada	15 cv / HP
Peso líquido.....	4.780 Kg
Vapor por hora.....	80 Kg
Comprimento total.....	16,0 m
Largura.....	2,0 m
Altura.....	1,6 m

➤ **Prensa Hidráulica**

Nº de máquinas	01
Marca.....	Gozzini
Produção horária.....	200 peles
Potência instalada	14 cv / HP
Comprimento.....	1,6 m
Largura.....	1,5 m
Altura.....	2,5 m

➤ **Toogling**

Nº de máquinas	01
Marca.....	Master
Nº de gavetas	20
Produção horária.....	120 peles
Potência instalada	3 cv / HP
Ventiladores.....	2
Comprimento.....	8,0 m
Largura.....	3,0 m
Altura.....	2,5 m

➤ **Balança**

➤ **No Setor de Ribeira**

Nº de balanças	02
Marca.....	Filizola
Capacidade	1.000 Kg

➤ **No Setor de Recurtimento**

Nº de balanças 01
 Marca.....Filizola
 Capacidade 500 Kg

➤ **No Setor de Acabamento**

Nº de balanças 02
 Marca.....Filizola
 Capacidade 20 Kg / 50 Kg

➤ **No Setor de Almoxarifado**

Nº de balanças 02
 Marca.....Filizola
 Capacidade 20 Kg / 150 Kg

➤ **Compressor**

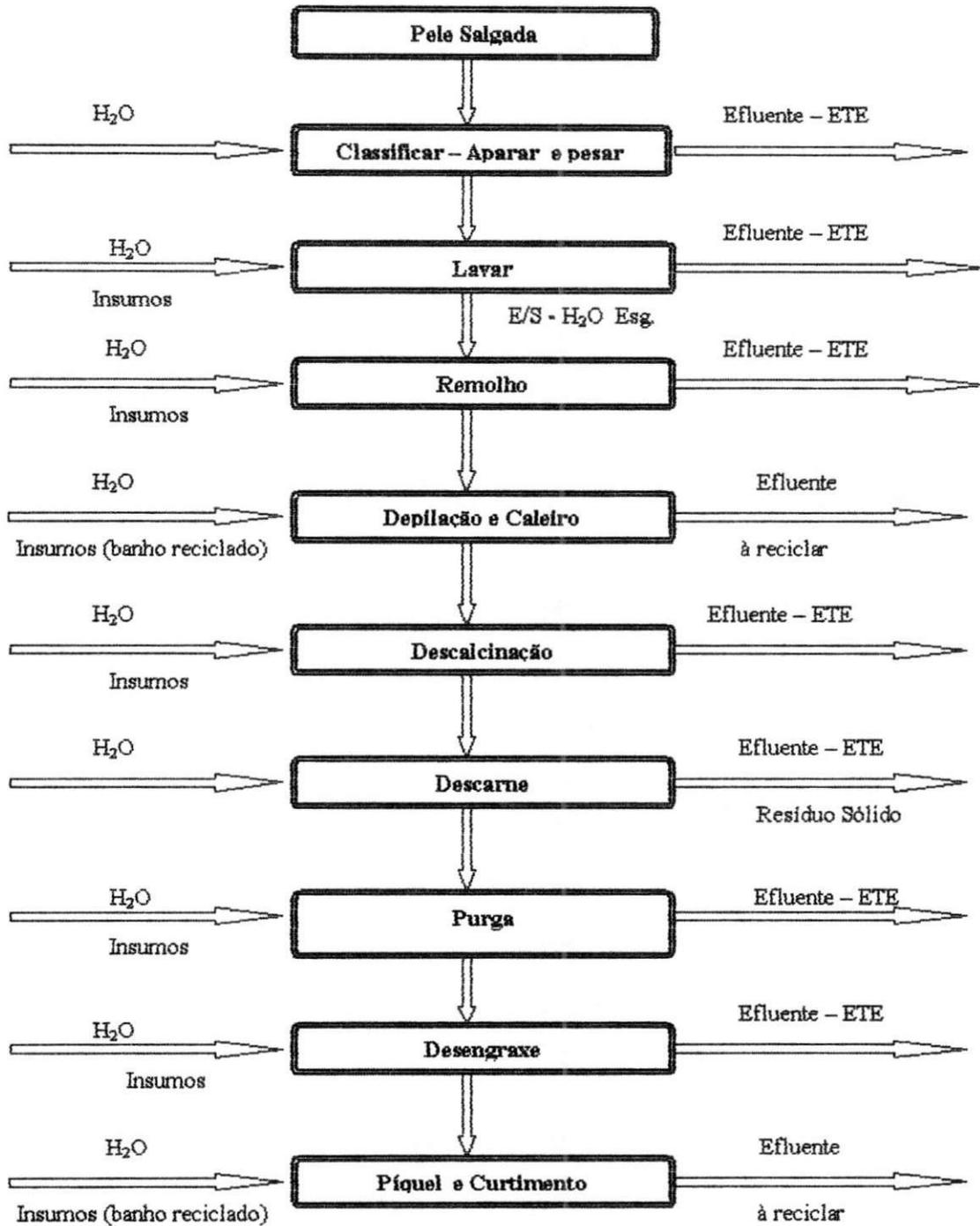
Nº de compressores 01
 Marca.....Atlas – Copco
 Modelo.....DR-4
 Capacidade 600 PCM
 Potência 15 cv

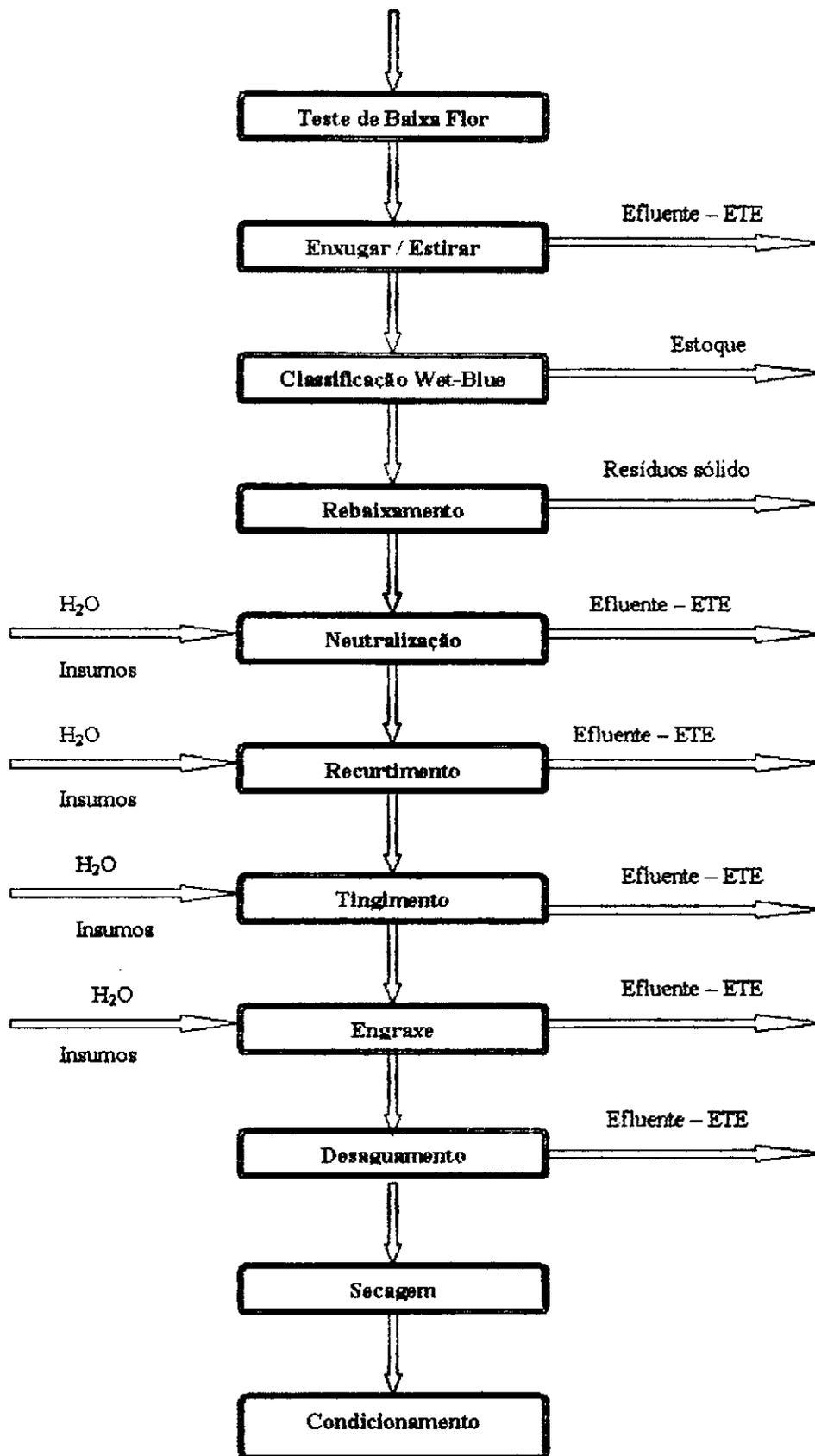
➤ **Secador Aéreo**

Nº de máquinas 01
 Marca.....Master
 Velocidade.....Regulável de 30 a 98 m/h
 Acionamento 0,75 cv

8. FLUXOGRAMA DA PRODUÇÃO

Este fornecerá uma visão seqüencial das diversas etapas através das quais as peles serão processadas.





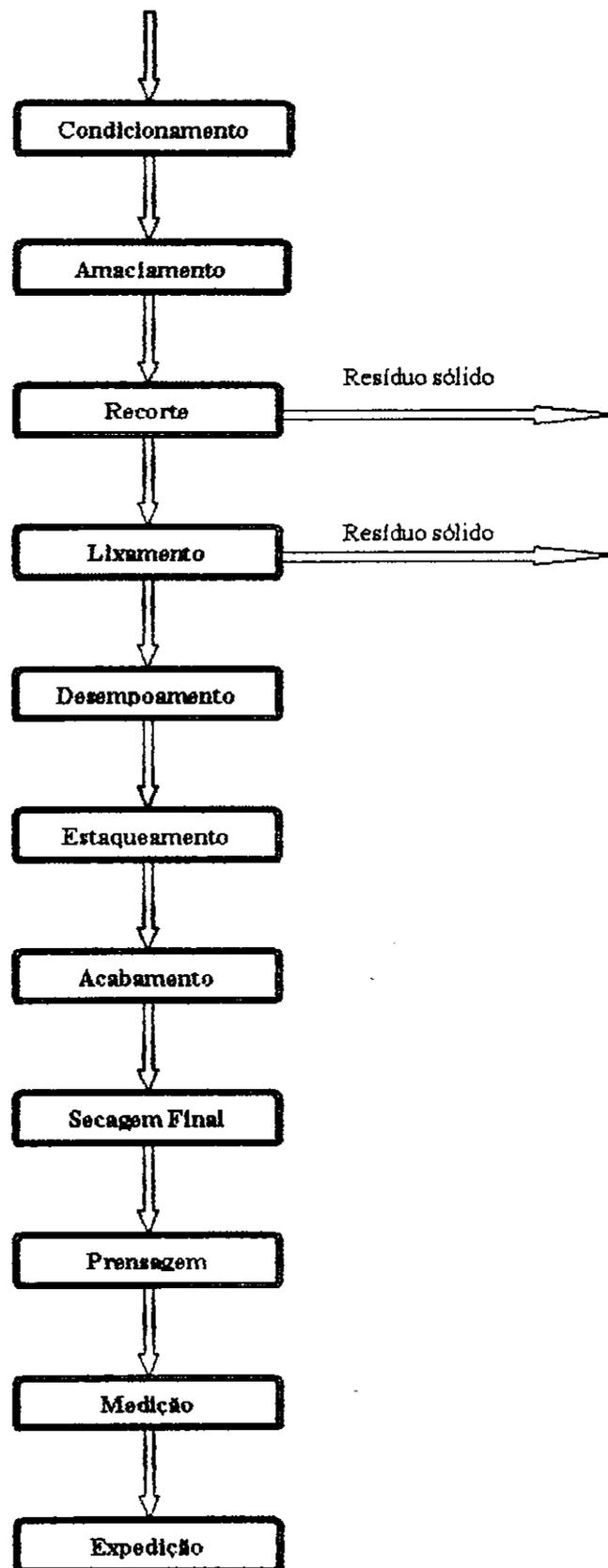


Fig. 1: Fluxograma da Produção

9. ÁREAS DO SETOR PRODUTIVO

9.1. Setor de Armazenamento - Barraca

Local onde as peles serão quantificadas, feitas as devidas aparas (patas, orelhas, rabo e outros), classificadas (raça, peso, qualidade e tamanho) conservadas e armazenadas. Após serem aparadas, as peles quando não são levadas diretamente a produção, são colocadas nos paletes, em lotes de pilhas com aproximadamente 1,20 m de altura para serem estocadas.

A barraca oferecerá condições adequadas para o armazenamento, onde seguirá algumas regras básicas: o piso será de lajes concretadas com uma pequena inclinação para facilitar o escoamento de águas e salmoras, paredes de azulejos para facilitar a limpeza, terá a iluminação natural e artificial com lâmpadas fluorescentes.

- **Equipamentos utilizados:** esta área é composta de: balança com capacidade para 1.000 Kg, mesas de classificação, facas especiais, luvas, botas, etc.
- **Operários:** 04 (homens)
- **Área utilizada:** 180 m²

9.2. Setor de Ribeira

9.2.1. Remolho

É o primeiro processo pelo qual passam as peles, é de fundamental importância para as etapas posteriores. É um processo de rehidratação onde as peles adquirem um teor de água entre 60 e 70%, referente a uma umidade quando as mesma recobriam o animal.

Têm ainda a finalidade de limpar e eliminar as impurezas aderidas aos pelos, bem como remover proteínas e materiais interfibrilares. É de muita importância o fato de que a água funciona em todas as operações posteriores, como veículo, levando os diferentes produtos químicos que estão em solução a entrarem em contato com as fibras.

Para obtermos resultados satisfatórios no processo levamos em consideração alguns fatores: quantidade de água, movimentação e volume do banho, temperatura, tipo de conservação, tempo, pH (9,2 – 9,5), concentração salina ($^{\circ}\text{Be} = 0,5 - 2,5$).

Utilizamos nesta etapa produtos químicos como: tensoativos, bactericidas, sais, desengraxantes e enzimas.

9.2.2. Depilação/Caleiro

Esta etapa é responsável pela remoção dos pêlos ou da lã da epiderme, pelo entumescimento e abertura da estrutura fibrosa, causada pelos principais componentes do caleiro (sulfeto de sódio, hidróxido de cálcio) usados para facilitar a penetração e a distribuição dos produtos no caleiro.

É necessário tomar alguns cuidados, tais como: temperatura não superior a 25 °C, tempo (18 – 24hs), movimentação e volume do banho, pH final (11 – 12), teor de Na₂S no banho, etc.

9.2.3. Descarne

É uma operação mecânica feita logo após o caleiro com o fim de eliminar os materiais aderidos ao carnal, ou seja, a hipoderme. Feito o descarne, é efetuado o recorte em tripa, para eliminar partes que dificultam as operação posteriores e que não interessam a industrialização das peles.

9.2.4. Descalcinação

A descalcinação visa remover substâncias alcalinas, tanto depositadas nas camadas externas e entre as fibras com as quimicamente combinadas a estrutura protéica.

Feita uma lavagem prévia, é eliminada 50% da cal não combinada e impurezas da epiderme de operação de depilação e caleiro, bem como produtos químicos que restaram do processo. Quanto a cal quimicamente combinada e álcalis eventualmente ligados a estrutura protéica, só são removidos com a utilização de agentes químicos, tais como: sais e ácidos fracos. A temperatura do processo deve variar em torno de 30 a 35 °C, o tempo ideal é em torno de 40min. O pH final cairá de 13 para 8,5 – 9,0. O controle do processo é feito com uma solução alcoólica do indicador fenolftaleína. O teste é feito colocando algumas gotas do indicador no corte transversal da pele; o qual deve apresentar coloração incolor. A coloração rosa indicará presença de cal.

9.2.5. Purga

Este processo é feito no mesmo banho da descalcinação e visa tratar as peles com enzimas proteolíticas existentes na purga causando a limpeza da estrutura fibrosa, eliminação dos materiais queratinosos degradados e digerir as gorduras naturais.

Os fatores que influenciam na ação da purga e devem ser controlados são:

- pH, cada enzima apresenta uma faixa de pH na qual sua ação é máxima. De um modo geral, o pH deve estar em torno de 7,5 a 8,5 (purga pancreática).
- Temperatura, deve estar na faixa de 30 a 37 °C.
- Concentração e tempo, na prática, o processo é controlado pelos seguintes testes: Impressão do polegar, estado escorregadio, afrouxamento da rufa, teste de queda e permeabilidade do ar.

Os produtos químicos utilizados nos processos acima são os seguintes: sulfato de amônio, ácidos orgânicos e inorgânicos, purgas pancreáticas, tensoativos, desengraxantes, etc.

9.2.6. Píquel

Tem como principal objetivo acidular as peles a um pH entre 2,5 – 3,0, preparando-as para o curtimento, evitando o inchamento e a precipitação de sais de cromo. O tratamento ácido da proteína durante o píquel, além disso, completa a descalcinação, desidratação, a interrupção da atividade enzimática, etc.

Para que ocorra êxito no processo e conseqüentemente nos posteriores, são considerados alguns fatores e controles: temperatura não deve ultrapassar 30 °C, pH final 2,5 – 3,0, tipo de ácido usado, concentração salina ($\geq 6,5$ °Be), volume do banho, tempo, pH da pele com indicador ácido-básico (verde de bromocresol) que deve apresentar coloração amarelado.

9.3. Setor de curtimento

9.3.1. Curtimento

Este processo tem por fim transformar as peles em material estável e imputrescível. Com o curtimento ocorre o fenômeno de reticulação, ou seja, o aumento da estabilidade de todo sistema colágeno, podendo ser verificado pela diminuição da temperatura de retração da pele curtida.

Apesar do número de substâncias capazes de atuar como curtentes, os sais de cromo destacam-se entre os de origem mineral. O curtimento ao cromo, devido a estabilidade de seu curtimento e as características de qualidade que conferem as peles (diminui a capacidade de intumescimento do colagênio, maciez, elasticidade, resistência ao rasgamento, lisura da flor, etc.).

No final do processo o pH deve estar entre 3,8 – 4,0 que é o ideal para a fixação do cromo, quanto ao pH do corte transversal da pele é usado como indicador o verde de bromocresol, que deve apresentar no final do processo coloração verde maçã. A temperatura ideal é de 40 – 45 °C, promovendo a absorção mais rápida do cromo na pele. O teste de retração não deve ultrapassar à 10%. O tempo varia entre 12 – 14 hs e o banho residual deve conter de 2,5 – 3,0 % de cromo no mesmo.

Além do cromo, os produtos mais utilizados neste processo são: os agentes mascarantes, bicarbonato de sódio, fungicidas e óleos.

9.3.2. Descanso

Após serem curtidas, as peles ficam em repouso durante 24 hs, para que os curtentes empregados se fixem melhor na pele.

9.3.3. Operação mecânica de estirar/enxugar

Esta operação mecânica é tão importante como qualquer outra dos processos anteriores, pois dela depende o sucesso do rebaixamento.

Tem como objetivo retirar o teor de água presente de 60 – 65% para aproximadamente 45%. Após esta operação as peles ficam em descanso no mínimo 7hs, antes do rebaixamento para que as mesmas readquiram a espessura normal.

9.3.4. Medição de peles Wet-Blue

Tem por finalidade medir as peles, após serem estiradas e enxugadas, em virtude das mesmas serem comercializadas em Wet-Blue por área. São medidas em máquinas especiais que registra em fita de papel o número de peles vendidas, a área é expressa em pe^2 de cada pele e o total da área.

9.3.5. Classificação de Peles Wet-Blue

Teremos a seguinte classificação: 1^a, 2^a, 3^a e refugo, esta separação é feita de acordo com seus aspecto, qualidade e n^o de defeitos existentes, tais como: manchas, excesso de veias, rufas, furos, presença de sais eflorescidos, etc. Em seguida as peles em Wet-Blue que serão comercializadas são posta a venda e o restante são rebaixadas e processadas mediante os artigos destinados.

9.3.6. Operação Mecânica de Rebaixar

Visa deixar o couro com a espessura desejada e uniformidade em toda sua extensão. A verificação da espessura é feita com o auxílio de um especímetro, em diferentes pontos da pele.

- **Equipamentos Utilizados:** este setor é composto das máquinas e equipamentos: fulões de remolho e caleiro, máquina de descarnar, mesas para recorte das peles, balanças, fulões de curtimento, mesas para classificação, máquina de medir, mesas e caixotes com rodas para transporte das peles.

- **Operários:** 20 (homens)

- **Área utilizada:** 687 m^2

9.4. Setor de Recurtimento

9.4.1. Neutralização

Com esta operação são eliminados por meio de produtos auxiliares e sem prejuízo das fibras e da flor da pele, os ácidos livres existentes nas peles proveniente do

curtimento, ou formados durante o armazenamento, que dificultam a ação dos produtos utilizados nas operações seguintes.

Eliminado o excesso de acidez, o pH é elevado de 3,8 – 4,0 para 4,6 – 5,5 e pH da pele é controlado com o indicador verde de bromocresol, a coloração a apresentar-se vai depender do artigo a ser fabricado e o pH do banho fica em torno de 4,5 – 7,0. A temperatura fica em torno de 30 a 35 °C, dependendo do artigo à ser fabricado.

Os produtos químicos mais utilizados são: formiato e bicarbonato de sódio e os sais de taninos sintéticos.

9.4.2. Recurtimento

A finalidade do recurtimento é obter características que não se consegue com o simples curtimento. Esta operação confere corpo aos couros, melhora a aderência da flor, favorece o tingimento, lixamento e estampagem, dar maciez, enchimento, diminui sua elasticidade, etc.

Controlar o pH (neutralização) é importante, bem como, o volume do banho de recurtimento, temperatura (30 – 40 °C) e o pH final varia em torno de 4,7 – 5,5.

De acordo com as características desejadas são utilizados vários tipos de recurtentes, entre eles destacam-se os sais de cromo e de alumínio, taninos vegetais e sintéticos e as resinas.

9.4.3. Tingimento

É a operação de pré-acabamento molhado, em que confere-se cor ao couro. É importante procurarmos a uniformidade, a penetração, a fixação do tingimento, a solidez a luz, água e ao suor, fricção e a lavagens.

Nesta operação são usadas substâncias corantes capazes de transferir sua própria cor ao material ao qual se fixa. A fixação se dá normalmente com a adição de ácido fórmico.

Alguns fatores são levados em consideração, tais como: tipo de neutralização e recurtimento, tipo de corante (aniônico e catiônico), temperatura (50 – 60 °C), efeito mecânico e volume do banho. Além dos corantes e do ácido, são utilizados também produtos auxiliares, como por exemplo: igualizantes, penetrantes, etc.

9.4.4. Engraxe

Consiste em lubrificar as fibras do couro através de óleos naturais, minerais, sulfatados, sulfitados e sulfonados para dar maciez, aumentar a resistência ao rasgamento, flexibilidade, elasticidade, etc; de acordo com os diversos tipos de artigos.

Com o engraxe as fibras ficam envolvidas pelo material engraxante, evitando a aglutinação durante o processo de secagem.

O engraxe é uma operação cujo sucesso depende das etapas anteriores como o curtimento, recurtimento, pH, neutralização, volume de banho, temperatura, etc.

9.4.5. Secagem

A secagem pode ser efetuado de várias maneiras, dependendo do artigo desejado. Em nosso caso, as peles antes da secagem são submetidas a uma operação mecânica, na máquina de enxugar/estirar, para reduzir o teor de água de 70% para 50%, abrir a estrutura fibrosa, alisar a flor e produzir ganho de área.

No caso das napas, por exemplo, são submetidas a uma secagem prévia no vácuo por 1 min a 70 °C, sendo posteriormente complementada a operação de forma lenta por secagem natural, em temperaturas entre 25 – 28 °C, ou seja, as peles são suspensas no secador aéreo e dispostas pelo setor. Quanto mais lenta a secagem, melhores serão as características de maciez.

- **Equipamentos utilizados:** este setor é composto pelo seguintes equipamentos: fulões de recurtimento, máquina de enxugar/estirar, secador aéreo, balanças, mesas e caixotes com rodas para transporte das peles, máquina de rebaixar.

- **Operários:** 08 (homens)

- **Área utilizada:** 808 m²

9.5. Preparação Para o Acabamento

9.5.1. Acondicionamento

Tem como objetivo preparar os couros para o amaciamento devolvendo assim uma certa umidade as peles e evitando danos a camada flor.

No acondicionamento as peles serão reumedecidas por pulverização direta com água sobre o carnal, buscando uniformização e distribuição da umidade, elevando-se de 14 - 18% para 28 - 32% em toda a área da pele. Em seguida serão postas em pilhas para repousarem cerca de 5 - 6 hs para que haja uma distribuição uniforme da umidade.

9.5.2. Amaciamento

É uma operação mecânica com a finalidade de dar as peles reumedecidas melhor flexibilidade e toque macio.

O processo deve ser cuidadosamente controlado para evitar danos a camada flor e estrutura fibrosa da pele.

O processo, acima referido, é efetuado em uma máquina do tipo molissa ou através de fulões de bater.

9.5.3. Toogliamento

Após o amaciamento a umidade das peles deverá ser reduzida até cerca de 16%. As peles serão toogliadas em placas especiais para ganhar área por efeito de troca de calor e perda de umidade, feito isso, são submetidas a aparas de suas bordas e classificadas para o lixamento ou não, a depender do artigo desejado.

9.5.4. Lixamento e Eliminação do Pó

O lixamento é realizado com o objetivo de eliminar certos defeitos e melhorar o aspecto dos artigos de baixa classificação. É realizado em máquina de lixar. Em seguida as peles são desempoadas para evitar problemas no acabamento. Esta operação é feita em máquinas de desempear com sistema de exaustão.

9.6. Acabamento Final

É no acabamento onde é conferido o aspecto definitivo da pele. Por isso, é fundamental considerarmos algumas exigências que variam de artigo para artigo, tais

como: toque, resistência, solidez à luz e outras. É nesta operação que podem ser eliminadas ou minimizadas deficiências naturais da pele.

Na composição do acabamento são aplicadas três camadas sucessivas de soluções de tintas (camada de fundo, de cobertura e a camada de lustro ou top), onde a ligação dessas camadas formaram uma película que é denominada filme.

Esta composição pode ser modificada de acordo com a qualidade do filme desejado.

- Camada de fundo – serve para igualizar a superfície da pele, reduzir o poder de absorção e diminuir a dilatação das fibras lixadas. Em geral esta camada deve ser mais macia e elástica do que as subsequentes. São usados produtos como: água, resinas, penetrantes e produtos auxiliares.

São utilizados vários métodos de aplicação, manual ou aplicação em pistola, sendo este último método usado no projeto proposto.

- Camada de cobertura – obtém-se a qualidade, igualização, tonalidade e as características desejadas. Em geral deve ser mais dura do que a camada anterior e ao mesmo tempo mais fina do que a camada base. São usados produtos como: água, pigmento, anilinas, resinas, penetrantes e produtos auxiliares.

O método de aplicação é através de pistolas.

- Camada de lustro ou top – é mais dura, mais delgada e transparente do que as anteriores. É a que dá um toque final e serve de proteção para as camadas subjacentes. São usados produtos como: água ou solventes, lacas e produtos auxiliares, também aplicada com a pistola.

9.6.1. Secagem Final

Cada uma das camadas do acabamento deve ser seca antes da aplicação das camadas subsequentes. Esta secagem é denominada intermediária, quando mal conduzida, pode prejudicar a qualidade e as características do acabamento.

Esta secagem será executada em túnel de secagem, onde as peles são suspensas em dispositivos transportador e levadas de uma extremidade a outra, com temperatura sob controle adequado.

9.6.2. Prensagem

Esta operação é executada através de uma prensa hidráulica, onde as peles, após a aplicação de cada camada de acabamento (fundo, cobertura e top), com a secagem intermediária, são submetidas a uma prensagem (chapa lisa ou com gravação), quente e sob pressão com o fim de uniformizar as camadas e dar a aparência desejada ao artigo proposto.

- **Equipamentos utilizados:** este setor é composto pelo seguintes equipamentos: máquina de reumedecer, máquina de amaciar, toogling, lixadeira, desempenadeira, túnel de pintura/secagem, prensa hidráulica, fulão de bater, mesas para recorte, cavaletes e mesas com rodas para transporte das peles, etc.

- **Operários:** 17 (homens e mulheres)

- **Área utilizada:** 525 m²

9.6.3. Classificação, Medição, Embalagem e Expedição

Neste setor, as peles acabadas serão classificadas e medidas, pois serão comercializadas por área. São armazenadas em pacotes previamente embalados para serem entregues aos clientes ou estocadas para venda posterior.

Equipamentos utilizados: Este setor terá: bancada de apoio para classificação das peles, cavaletes para apoiar as peles classificadas, uma vitrine para a exposição dos artigos fabricados no curtume, máquina eletrônica de medir, balança, material para embalagem, cavaletes e mesas com rodas, etc.

- **Operários:** 04 (homens)

- **Área utilizada:** 236 m²

10. TRATAMENTO DE EFLUENTES

10.1. Fluxograma

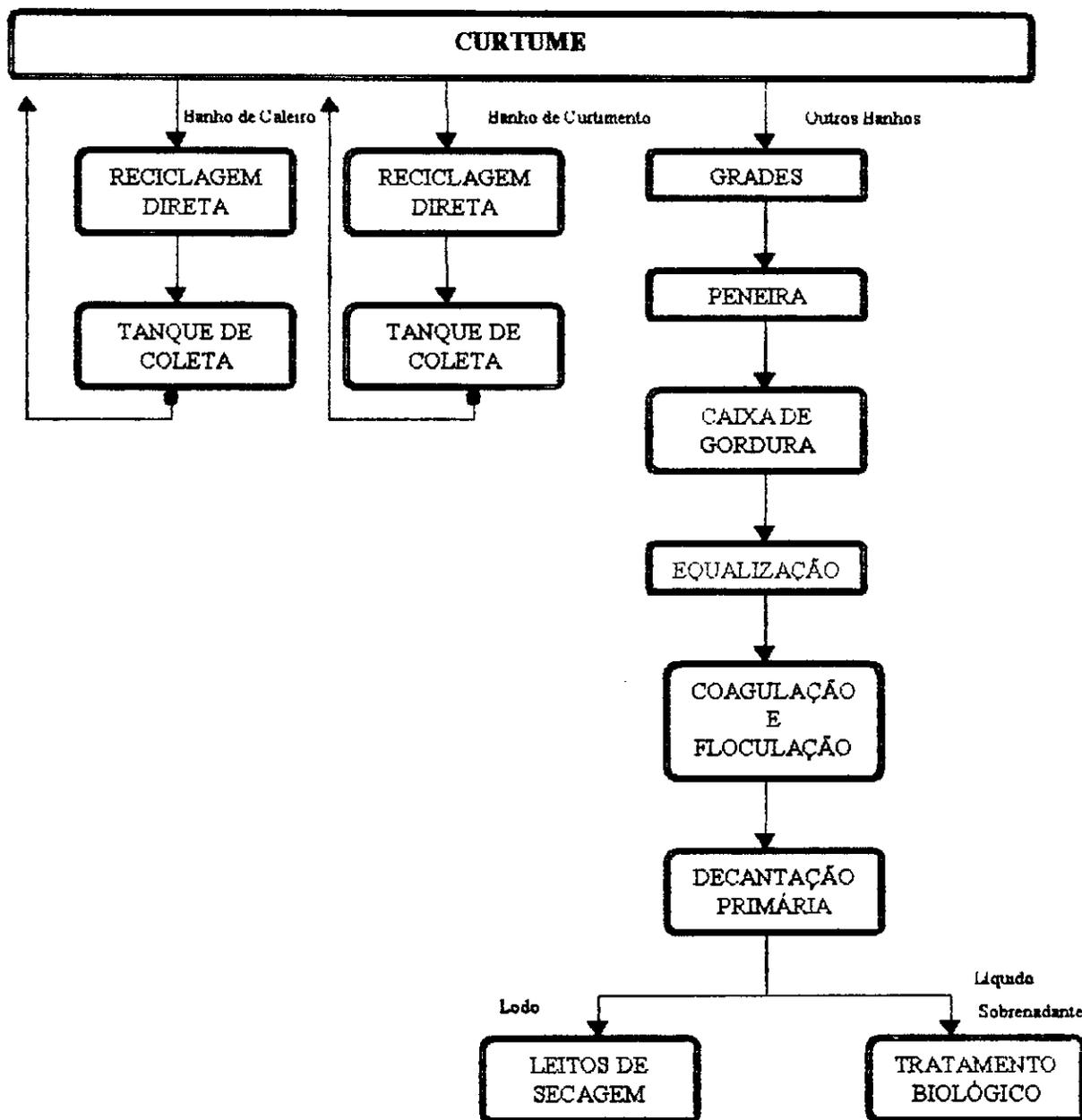


Fig. 2: Fluxograma do Tratamento de Efluentes

10.2. Introdução

Por algum tempo, a natureza teve água limpa suficiente para diluir o efluente lançado pelo homem, mas com a expansão demográfica, foram surgindo mais e mais indústrias e a carga poluente dos efluentes aumentou até o ponto em que a purificação natural não foi mais possível. Com isso a natureza necessita da ajuda do homem.

As Estações de tratamento de efluentes são feitas para reduzir a poluição que o homem devolve ao meio ambiente.

No caso das indústrias de curtumes, são consideradas verdadeiras vilãs do equilíbrio ecológico por serem poluidoras de alto grau, é tanto que os profissionais da área tem uma preocupação cada vez maior em adotar soluções ou mesmo sistema paliativos para o tratamento das suas águas residuais.

Com a transformação que as peles passam no curtume é gerada a poluição, devido a multiplicidade e a composição dos resíduos, os quais são constituídos em grande parte de substâncias putrescíveis e contém produtos químicos tóxicos.

Portanto, faz necessário um estudo apropriado sobre as operações realizadas em um curtume para detectar quais os pontos críticos da poluição nos mesmos.

Além da preservação ecológica, levamos em conta uma economia significativa de custos como: insumos químicos, água (devido ao reciclo dos banhos de caleiro e curtimento).

Em decorrência do exposto acima, podemos compreender a importância e a necessidade de implantação uma Estação de Tratamento de Efluentes, quando projetar-se uma indústria curtidora.

10.3. Efluentes de Curtumes

Genericamente, as indústrias curtidoras podem gerar efluentes líquidos, resíduos e emissões gasosas.

10.3.1. Resíduos Líquidos

A maior parte dos resíduos gerados pelos processos no curtume são líquidos que se originam de descarga de fulões, onde ocorrem quase todas as operações e

processos de transformações. Os despejos são devido aos banhos, lavagens pós-banhos, limpeza de equipamentos, lavagem dos pisos, etc.

O remolho é o primeiro processo químico ao qual as peles são submetidas, o qual contém uma grande quantidade de impurezas orgânicas e apresenta sal (NaCl) como elemento típico.

No banho residual de depilação/caleiro encontra-se elementos alcalinos, matérias orgânicas em grande quantidade e o sulfeto de sódio, substâncias que tornam este banho altamente nocivo às instalações de esgotos e aos cursos d'água, pois os sulfetos transformam-se facilmente em gás sulfídrico que é tóxico e na presença de O₂ e bactérias transformam-se em H₂ SO₄, que corrói as tubulações.

Os processos de descalcinação, purga, piquel e curtimento conduzem, sobretudo, a uma poluição salina e tóxica devido o cromo.

Nos processos de recurtimento, tingimento e engraxe e nos banhos residuais estão presentes os sais minerais, taninos, corantes e óleos.

As águas que vem do setor de acabamento e que são principalmente as águas de limpeza do piso e das máquinas, podem conter solventes.

Portanto, podemos ver que as operações dos curtumes precisam de água em grande quantidade e que levam consigo uma variedade de efluentes decorrentes das mesmas.

10.3.2. 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 despejo.

Existem dois tipos de resíduos sólidos, os não curtidos constituídos pelas aparas não caleadas, carnacas, aparas e raspas caleadas, e os resíduos curtidos constituídos pela serragem da rebaixadeira, aparas de peles curtidas, pó da lixadeira e aparas semi-acabadas e acabadas.

Outras espécies de resíduos sólidos são: os lixos provenientes das limpezas em geral.

As aparas de peles cruas ou caleadas são coletadas e vendidas para fábrica de gelatina, as provenientes do sistema de gradeamento são tratadas por cozimento antes de serem direcionadas ao aterro. As aparas curtidas são classificadas de acordo com o

tamanho e comercializadas para a fabricação de pequenos artigos. Os resíduos sólidos da estação de tratamento de efluentes são totalmente orgânico, podendo ser utilizado na agricultura, com controle agrônomo e por tratamento prévio em leiras de compostagem no próprio local de utilização. A serragem e o pó da lixadeira serão armazenados em local próprio, podendo ser utilizados para fabricação de compensados aglomerados como carga de enchimento, sendo ótimo isolante térmico e acústico, ou ainda na fabricação de couro reconstituído.

O aterro para deposição de resíduos deve ser impermeabilizado, para evitar contaminação do lençol freático, devido a presença de metais.

10.3.3. Resíduos Atmosférico

Nas indústrias curtidoras pode-se identificar dois pontos de geração de resíduos atmosféricos: o local de armazenamento das peles (barraca) e a parte molhada que vamos considerar da ribeira até 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 gás sulfídrico (H_2S) proveniente do processo de depilação, a amônia originada dos sais da descalcinação, da degradação das proteínas, aminoácidos, aminas e auxiliares de depilação e outros.

No acabamento os resíduos atmosféricos pode ser de substâncias orgânicas voláteis (oriundas dos solventes empregados).

10.4. Caracterização de Efluentes Líquidos

De modo geral, os efluentes gerados pelas atividades industriais nem sempre são constantes em termos de vazão e composição, pois diferentes operações são realizadas em diferentes setores durante o período de trabalho.

Para definir o processo de tratamento é necessário conhecer as características desses efluentes.

Na área de curtumes, por exemplo, para conhecer estas características é preciso subdividir a atividade industrial em três grupos de operações: ribeira, curtimento e acabamento.

Contudo, as características dos efluentes são definidas, geralmente, por parâmetros físico-químicos e biológicos, conforme consta nos comentários subsequentes.

10.4.1. *Vazão*

É um parâmetro extremamente variável, dependendo da atividade, do seu porte e o nível tecnológico empregado. O conhecimento da vazão e de suas oscilações é de grande importância para o dimensionamento de cada etapa que compõe o tratamento. Temos um medidor de vazão tipo calha de parschall, que é colocado antes do tanque de equalização, no qual mede o efluente bruto a ser tratado.

10.4.2. *pH*

É um dos parâmetros muito importante por ser indicador da intensidade de acidez e basicidade do meio, sendo um fator determinante para o bom desenvolvimento do tratamento biológico.

No processo de manufatura da pele, o parâmetro pH apresenta grandes variações, oscilando entre 2,5 – 12. Há operações que geram efluentes alcalinos: remolho, caleiro, desencalagem e purga. Já outras geram ácidos: piquel, curtimento, recurtimento, tingimento e engraxe.

10.4.3. **Demanda Bioquímica de oxigênio/Demanda química de oxigênio**

É indispensável seu controle no processo de tratamento de efluentes. É a quantidade de matéria orgânica e inorgânica presente no efluente.

A DBO é a quantidade de oxigênio consumida pelos microorganismos para estabilizar a matéria orgânica biodegradável em um determinado período de tempo.

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica e inorgânica num tempo de 2 horas.

10.4.4. Sólidos

Os sólidos contidos nos efluentes são de origens orgânicas e inorgânicas, podendo estes se apresentar na forma dissolvida ou em suspensão.

Nas atividades curtumeiras prevalece a quantidade de sólidos de origem orgânica. Estes sólidos podem ainda, ser divididos em sólidos fixos representados pela parte inorgânica e os voláteis, pela parte orgânica.

10.4.5. Turbidez

A cor do efluente é devida, principalmente, aos sólidos neles dissolvidos. Mas o fato de um efluente não apresentar cor, não significa que ele não contenha sólidos dissolvidos. Sabe-se que muitas substâncias podem ser dissolvidas na água sem lhe conferir cor.

Já os sólidos suspensos, ou seja, não dissolvidos, são os responsáveis pela turbidez da água. Uma água turva é aquela que não apresenta transparência, cristalinidade.

10.4.6. Óleos e Graxas

O teor de óleos e graxas é um dos parâmetros importantes. Os óleos e graxas não são desejáveis nas unidades de tratamento e transporte do efluente por aderirem as paredes, trazendo problemas de manutenção, produzirem odores desagradáveis, interferirem e inibirem a atividade biológica. Em vista disso, costuma-se limitar o teor de óleos e graxas.

10.4.7. Nitrogênio e Fósforo

Sua quantidade é importante para o bom funcionamento do processo biológico, visto serem, estes elementos, essenciais para a proliferação e desenvolvimento do meio biológico.

10.4.8. Cromo e Sulfeto

As concentrações de cromo e sulfeto são fatores críticos quanto a toxicidade do efluente, em função de tratamentos biológicos a serem empregados.

10.4.9. Temperatura

É um dos parâmetros mais importantes devido seu efeito a vida aquática. A elevação da temperatura por lançamento de despejos aquecidos, pode causar danos as espécies de peixes existentes no curso de água.

10.4.10. Oxigênio Dissolvido

É um parâmetro muito importante no controle da poluição; é fundamental para verificar e manter as condições aeróbias num curso de água que recebe material poluidor.

10.5. Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos para a Liberação das águas dos Efluentes.

Para lançamento no meio receptor, os efluentes das fontes poluidoras, deverão obedecer as seguintes condições:

- Ph entre 6 e 10;
- Temperatura inferior a 40 °C;
- Materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l em testes de uma hora em "Cone de Imhoff";
- Ausência de óleos e graxas visíveis e concentrações máximas de 200 mg/l de substâncias solúveis em hexano;
- Ausência de solventes, gasolina e substâncias explosivas ou inflamáveis;
- Ausência de despejos que causem ou possam causar obstruções das canalizações;
- Cromo total, zinco e fenois, concentrações máximas de 5,0 mg/l de cada elemento;
- Estanho, concentração máxima 4,0 mg/l;

- Níquel, concentração máxima de 2,0 mg/l;
- Cianetos, concentração máxima de 0,2 mg/l;
- Ferro total, concentração máxima de 15,0 mg/l;
- Sulfeto, concentração máxima de 1,0 mg/l.

NOTA. Estes parâmetros foram baseados no Relatório Preliminar – Avaliação da carga poluidora (SENEFOR – Industrial).

10.6. Tratamentos dos Despejos do Curtume

Como foi visto, os resíduos líquidos e sólidos dos curtumes podem causar tremendos inconvenientes, requerendo tratamento em grau elevado.

Os custos necessários a estes tratamentos são muito elevados. Por esse motivo, é preciso maior empenho em pesquisas que viabilizem a sua implantação na indústria de curtumes à custos bastantes reduzidos.

Para se construir a estação depuradora, deve-se levar em consideração:

- a) Tratamento depurador primário e biológico das águas residuais;
- b) Reutilização de banhos pela técnica de reciclagem.

10.7. Métodos de Tratamentos

10.7.1. Tratamento Preliminar

O sistema proposto 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 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 de sólidos grosseiros se dá através de:

10.7.2. Gradeamento

É uma operação física realizadas com grades metálicas horizontais, estão dispostas na frente dos fulões, visando a drenagem das águas e consequentemente retenção dos sólidos com dimensão de até 10 cm. Teremos, também, grades instaladas no sentido vertical dispostas em todo o percurso das canaletas, com espaçamentos de 4 cm. A largura das canaletas será de 50 cm.

10.7.3. Peneiramento

As peneiras são dispositivos responsáveis pela retirada de sólidos mais finos, os quais não podem ser retidos por gradeamento simples. Estão situadas na saída das águas da indústria para a estação de tratamento. As peneiras classificam-se em fixas e dinâmicas. A utilizada neste projeto é a dinâmica (Parabólica autolimpante). Nesta, o material é retido por telas ou malhas de aço, bronze ou liga especial, com espaçamento ou abertura variando de 0,5 a 3,0 mm.

10.7.4. Caixa de Gorduras

A finalidade desta é reter as gorduras e sólidos existentes no efluente, através do processo natural de flotação. Para que isto ocorra é preciso manter estes materiais um determinado tempo em repouso. Portanto, o tempo de retenção mais adequado será de 30 min.

10.8. Tratamento Físico-Químico ou Primário

Tem por finalidade preparar o efluente para o tratamento biológico, através da remoção de boa parte da carga poluidora eliminando-se sólidos, óleos e matéria orgânica.

10.8.1. Homogeneização/Equalização

As águas provenientes da caixa de gordura são canalizadas para o tanque de equalização, visando obter efluentes com características uniformes, melhorar o

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

Este tanque deve ser 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, necessária as etapas seguintes.

10.8.2. Coagulação e Floculação

Para facilitar a separação da matéria insolúvel do líquido por exemplo, por sedimentação, precisamos fazer com que ela se una formando partículas maiores e mais pesadas. Isto é conseguido através de duas ações diferentes que são a coagulação e a 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 também uma agitação turbulenta e rápida. Isto faz os sólidos suspensos incorporar-se formando os coágulos. Logo, o movimento do líquido dentro de uma tubulação sobre pressão, exerce excelente condições para mistura do reagente considerado, podendo portanto eliminar-se os tanques de mistura rápida e seus respectivos misturadores, reduzindo os custos de implantação e operacionais.

O sulfeto 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 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 a 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.

10.8.3. Sedimentação (Decantador Primário)

É o processo que consiste em manter o líquido em condições tais de tranquilidade pelo tempo necessário para que as partículas sólidas decantem por ação da gravidade. Este processo é realizado no decantador, equipamento de formato cilindro-cônico vertical, que tem como objetivo, no tratamento primário, diminuir a velocidade do líquido, permitindo que os sólidos sedimentem. O tempo de retenção é de 2 horas, este tempo possibilita um rendimento de decantação superior a 80% de matérias em suspensão.

10.9. Tratamento Biológico

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

O processo biológico utilizado neste projeto é a lagoa de estabilização – aerada.

10.9.1. Lagoa Aerada

Para se manter as condições aeróbias nestas lagoas, utilizam-se sistemas artificiais de aeração que permitem manter em suspensão toda ou parte das matérias presentes no efluente. Para estes tipos de lagoas, utilizam-se a potência específica de aeração de 10 a 14 W/m³, usualmente utilizando aeradores de superfícies flutuantes.

O tempo de retenção é de 5 a 15 dias.

10.9.2. Tratamento do Lodo

O tratamento dos lodos é feita pela desidratação através dos leitos de secagem, pois as condições de temperatura e umidade da região permitem a utilização dos leitos de secagem.

10.9.3. Leitos de Secagem

É a área onde são depositados os lodos provenientes dos decantadores, 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.

O lodo poderá ser vendido como adubo.

11. TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO DE COUROS E PELES MENOS AGRESSIVAS AO MEIO AMBIENTE

O aprimoramento tecnológico, hoje em dia, implica a busca e aperfeiçoamento de novas tecnologias, visando a um desenvolvimento industrial em harmonia com o meio ambiente.

Existem algumas tecnologias alternativas menos poluentes. O Bendepel adotou a reciclagem dos banhos residuais de depilação/caleiro e de curtimento uma moderna tecnologia de curtume que vêm sendo adotada pelas indústrias de peles e couros.

11.1. Reciclo do Caleiro

A reciclagem dos banhos residuais de depilação e caleiro consiste na recuperação do banho residual de um lote de peles e seu uso no processo no lote seguinte, repondo-se a quantidades de insumos químicos necessários para completar a formulação.

O reciclo nos trás vantagens significativas, entre elas podemos citar: economia no consumo de insumos químicos, a elevada concentração de sulfeto remanescente no banho (até 50% da quantidade ofertada no início do processo) sendo reaproveitado 80% deste, para novos banhos, além de propiciar uma notável redução nas quantidades de oxigênio necessário para oxidar este sulfeto a tiosulfato e a diminuição da carga orgânica tóxica no efluente total.

O banho residual de caleiro ao sair do fulão passa por um microfiltro rotativo onde ocorrerá a separação dos resíduos sólidos (pêlos) e segue para o tanque de armazenagem onde será reciclado, a parti daí, será bombeado de volta para o fulão.

Portanto é muito importante reduzir a quantidade de produtos químicos e sólidos na água, bem como o volume de água utilizado, com o objetivo de viabilizar técnica e economicamente as estações de tratamento de efluentes.

11.2. Reciclo do Curtimento

O reciclo dos banhos residuais de curtimento consiste na recuperação do banho propriamente dito para ser reutilizado no lote seguinte. Essa prática reduz consideravelmente a carga tóxica, representada por elevadas concentrações de cromo trivalente no efluente, a qual seria extremamente nociva aos microorganismos que atuam no tratamento secundário; além de ser uma operação técnica e economicamente viável.

O Bendepel adotou a reutilização por reciclagem direta do banho propriamente dito. Para esta situação, a seqüência das operações é a seguinte: o banho residual de curtimento é recolhido por calha específica onde ocorrerá a separação do mesmo e ao passar pelo peneiramento é enviado para o tanque reservatório onde será feita uma análise do mesmo e posteriormente reutilizado em uma nova partida, já com a reposição dos insumos químicos.

Este processo conduz a uma recuperação de 78% do volume inicial e um esgotamento de cromo em torno de 73%. A basificação é realizada na proporção do sal de cromo utilizado mediante complementação a parti da análise do teor de cromo.

12. MEMORIAL DE CÁLCULO DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

12.1. Discussão Sobre a Vazão

A ETE será projetada para tratar os despejos provenientes de uma produção de 1200 peles/dia, o que representa a massa de 1680 Kg/dia, tendo em vista um peso médio da matéria prima de 1,4 Kg/pele (salgada).

A base de cálculo para estimar a vazão será 60 L de água por pele. Como o curtume projetado beneficiará 1200 peles/dia, este terá um consumo de água de 72000 L/dia ($72 \text{ m}^3/\text{dia}$).

Para os cálculos da vazão deve-se considerar um acréscimo de 50% para atender as demais atividades (limpeza em geral).

Então, com o acréscimo de 50%, teremos uma vazão de $108 \text{ m}^3/\text{dia}$.

Portanto, teremos como base de dimensionamento três vazões distintas:

1- Vazão diária $\rightarrow 108 \text{ m}^3/\text{dia}$

2- Vazão de Tratamento $\rightarrow \frac{108 \text{ m}^3/\text{dia}}{20 \text{ h/dia}} = 5,4 \text{ m}^3/\text{h}$

3- Vazão de Pico $\rightarrow 5,4 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 = 21,6 \text{ m}^3/\text{h}$, onde 4 - fator variando de 2-5.

12.2. Dimensões das Unidades no Sistema Depurador

As dimensões abaixo relacionadas estão baseadas em (CLASS, 1994) e (JOST, 1989).

O sistema será projetado para reaproveitar por reciclagem direta os banhos de calceiro e curtimento.

12.2.1. Tanque de Coleta dos Banhos de Calceiro

- Volume do banho de calceiro a ser reciclado: 21% da vazão total a ser tratada: (Tabela nº 09, pág. 65, CLASS - 1994).
- Volume para reciclo: $22,7 \text{ m}^3/\text{dia}$ de banho contendo sulfeto.

- Volume do tanque: $27,2 \text{ m}^3/\text{dia}$ (com o acréscimo de 20% para que não transborde).
- Dimensões: $h = 2\text{m}$ (arbitrado)
 $L = 2,6 \text{ m}$
 $C = 5,2 \text{ m}$

12.2.2. Bomba de Distribuição dos Banhos

- Vazão = $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (com base em 2 h/dia de distribuição)
- Tipo = helicoidal de cavidade progressiva
- Unidade = 1 + 1 sobressalente

12.2.3. Tanque de Coleta dos Banhos de Curtimento

- Volume do banho contendo cromo a ser reciclado: 4,5% do volume total do despejo.
- Volume a tratar por reciclo direto: $4,9 \text{ m}^3$ de banho com cromo
- Volume do tanque: $5,9 \text{ m}^3$ (com o acréscimo de 20% para que não transborde).
- Dimensões: $h = 1 \text{ m}$ (arbitrado)
 $L = 1,7 \text{ m}$
 $C = 3,4 \text{ m}$

12.3. Tratamento Primário

12.3.1. Gradeamento

- Espaçamento entre barras verticais: 4 cm
- Espaçamento entre barras horizontais: 10 cm
- Largura das canaletas: 50 cm
- Vazão a tratar: $108 \text{ m}^3/\text{dia}$
- Velocidade de escoamento: 0,75 m/s

12.3.2. Peneiramento

- Comprimento unitário: 2 m
- Diâmetro dos furos na malha: 2 a 3 mm
- Capacidade para peneirar: $21,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (baseada na vazão de pico)
- Tipo: parabólica auto-limpante.

12.3.3. Caixa de Gordura

- Tempo de retenção (h): 0,5 (30 min)
- Volume útil: 10,8 (baseado na vazão de pico e no tempo de retenção).
- N° de chicanas: 3
- Dimensões: $h = 1,7$ (arbitrado) $h_{\text{util}} = 1,5 \text{ m}$
 $C = 3,2 \text{ m}$
 $L = 1,6 \text{ m}$
- Aspecto construtivo: em alvenaria com paredes totalmente lisas para evitar incrustações de gorduras nas paredes internas.

12.3.4. Tanque de Equalização

- Tempo de retenção = 20 h
- Volume útil = 108 m^3
- Dimensões: $h = 3 \text{ m}$ ($h_{\text{util}} = 2,5 \text{ m}$), $L = 4,6 \text{ m}$, $C = 9,3 \text{ m}$
- Aspecto construtivo: em concreto escavado no solo.
- Tipo de aeração: aeradores rápidos superficiais flutuantes com potência de 3 HP.

12.3.5. Bomba de Equalização da Vazão dos Banhos

- Vazão = $5,4 \text{ m}^3/\text{h}$ (com base na vazão de tratamento)
- Potência do motor = varia de 1/6 a 1/3 cv
- Tipo: helicoidal de cavidade progressiva
- Unidade: 1 + 1 sobressalente

12.3.6. Bomba Dosadoras de Soluções

- Período = 20 h/dia
- Vazão = regulável de 0 a 120 L/h
- Potência = 0,5 Hp
- Acionamento = via bóia

12.3.7. Decantador

- Volume: $108 \text{ m}^3/\text{dia} + 20 \text{ h} = 5,4 \times 2\text{h} = 10,8 \text{ m}^3 \rightarrow$ Volume utilizado: 15 m^3
- Tempo de retenção: 2 h
- Tipo: cilindro – cônico
- \varnothing : 2,6 m

Cálculo do diâmetro:

$$\text{Área} = \frac{10,8 \text{ m}^3/\text{h}}{2 \times 1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}} = 5,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Diâmetro} = \left[\frac{(4 \times 5,4)}{\pi} \right]^{1/2} = 2,6$$

Cilindro:

$$v = \frac{\pi \times r^2 \times h}{2}$$

$$15 \text{ m}^3 = 3,14 \times (1,3)^2 \times h$$

$$h = 2,8 \text{ m}$$

Cone:

$$\text{tg } 30^\circ = \frac{a}{h} \Rightarrow 0,58 = \frac{1,3}{h}$$

$$\Rightarrow h = 2,28 \text{ m}$$

$$v = \frac{\pi \times r^2 \times h}{3}$$

$$v = \frac{3,14 \times (1,3)^2 \times 2,28}{3}$$

$$v = 4 \text{ m}$$

12.4. Tratamento Secundário**12.4.1. Lagoa aerada**

- Tempo de retenção = 5 dias
- Volume útil = 540 m^3 (com base em $5,4 \text{ m}^3/\text{h}$ e no tempo de retenção)
- Dimensões: $h = 3,5$ (altura útil 3,0 m)
 - $L = 9,5$
 - $C = 20$
- Aspecto construtivo = em concreto escavado no solo.

- Tipo de aeração = aeradores flutuantes de 14 w/m²

12.4.2. Leitos de Secagem

- Área útil = 128 m²
- Comprimento = 15 m
- Largura = 8 m
- Altura útil = 0,8 m
- N° de células = 03
- Tempo de retenção = 10 a 15 dias

13. ANÁLISES QUÍMICAS

Tem por fim controlar de um modo geral os processos de produção, verificando a legitimidade das concentrações dos produtos químicos fornecidos pelas indústrias, além de controlar a poluição das análises dos banhos residuais.

13.1. Análises químicas realizadas nos processos

- Análises do banho residual de caleiro;
- Análises do banho residual de curtimento;
- Análises do banho residual de engraxe.

13.2. Análises realizadas no couro Wet-blue e semi-acabado

- Teor de umidade;
- Teor de cromo;
- Teor de cinzas;
- Cifra diferencial;
- pH interno.

13.3. As Análises mais Importantes, Realizadas na Estação de Tratamento, são:

- pH;
- Temperatura;
- Odor;
- Turbidez;
- Pesquisa de elementos (ferro, cromo, mercúrio, cobre).

13.4. Análises Específicas da Poluição

- Materiais decantáveis;
- Materiais em suspensão;
- Oxigênio dissolvido;
- DBO
- DQO₅

13.5. Análises 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. INVESTIMENTO DO PROJETO

Neste item, será abordado todos os custos relacionados com a implantação, bem como todas as despesas mensais para que a empresa funcione harmoniosamente.

14.1. Custo da Construção Civil

Em termos de cálculo tem-se:

$$1 \text{ m}^2 \text{ SC} = \text{R\$ } 70,00$$

$$\text{Total de m}^2 \text{ SC} = 70,00 \times 2970 = 207.900,00$$

$$\text{Total (R\$)} = 207,900 + 20\% = 249.480,00$$

Nota: os 20% acrescidos será para construção da caixa d'água, tanques e algumas outras instalações.

14.2. Custo da Matéria - Prima

- Preço por pele → R\$ 4,50
- Preço para 1.200 peles → R\$ 5.400,00

* Dados obtidos com o curtume Inpele S/A

14.3. Custo com Alimentação

- Gasto por pessoa/mês = R\$ 44,00
- Gasto com 70 pessoas = R\$ 3.080,00 mês

14.4. Custo do Consumo de Água

A água utilizada na produção será retirada de poços artesianos existentes no curtume, logo há pouco consumo de água oriunda da CAERN.

Como 108 m³/dia corresponde 2.592 m³/mês e 1 m³ de H₂O custa R\$ 1,75 (valor industrial fornecido pela CAERN), tem-se um total de R\$ 4.536,00, mas apenas 20% deste será pago a CAERN, ou seja, R\$ 907,20 que corresponde à 518,4 m³/mês.

14.5. Custo do Consumo de Energia

A energia consumida durante o mês será de 27,852 Kw

Tem-se que 1 Kwh = R\$ 0,14 (Valor industrial fornecido pela COSERN), então temos: 27,852 Kwh/mês x 0,14 = R\$ 3.900,00

15. MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS / QUADRO DE CUSTOS

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CUSTO UNITÁRIO	QUANT.	CUSTO TOTAL (R\$)
Balança de 5 Kg	150,00	01	150,00
Balança de 20 Kg	450,00	02	900,00
Balança de 50 Kg	834,00	01	834,00
Balança de 200 Kg	1.300,00	01	1.300,00
Balança de 500 Kg	2.300,00	01	2.300,00
Balança de 1.000 Kg	4.965,00	01	4.965,00
Caldeira	30.000,00	01	30.000,00
Compressor	4.700,00	02	9.400,00
Empilhadeira	7.000,00	02	14.000,00
Equipamento para o Laboratório Químico			30.000,00
Fulão de bater	18.000,00	01	18.000,00
Fulão de curtimento	21.320,00	02	42.640,00
Fulão de ensaio	2.000,00	02	4.000,00
Fulão de recurtimento	27.520,00	02	55.040,00
Fulão de remolho e caleiro	20.955,00	02	41.910,00
Máquina de amaciar	33.500,00	01	33.500,00
Máquina de descarnar	34.000,00	01	34.000,00
Máquina de desempoar	20.000,00	01	20.000,00
Máquina de enxugar/estirar	40.000,00	01	40.000,00
Secador bi-vácuo	45.000,00	01	45.000,00
Máquina de lixar	36.000,00	01	36.000,00
Máquina de lustrar	30.000,00	01	30.000,00
Máquina de medir eletrônica	22.000,00	02	44.000,00
Máquina de prensar	45.000,00	01	45.000,00
Máquina de rebaixar	40.000,00	01	40.000,00
Secador aéreo	12.000,00	01	12.000,00
Toogling	22.000,00	01	22.000,00
Máquina de pintar com túnel de secagem	32.000,00	01	32.000,00
Elevador industrial	15.000,00	01	15.000,00
TOTAL			703.939,00

Quadro 1 - Máquinas e Equipamentos

16. FOLHA DE INSUMOS QUÍMICOS

MATERIA PRIMA	CUSTO/Kg	QUANTIDADE (Kg/Mês)	CUSTO TOTAL (R\$)
Ácido Acético	1,40	182	255,00
Ácido Fórmico	1,58	850	1.343,00
Ácido Sulfúrico	0,24	850	204,00
Alvejante/Clariante	1,60	387	620,00
Amoníaco	0,68	165	112,00
Bactericida	17,60	283	4.980,00
Bicarbonato de Sódio	0,73	470	343,00
Cloreto de Sódio	0,13	2.120	276,00
Cal hidratada	0,20	1.500	300,00
Cera	2,26	15	34,00
Corante	10,93	424	4.634,00
Descalcinante	1,32	850	1.122,00
Desengraxante	0,98	3.700	3.626,00
Formiato de Sódio	0,94	920	865,00
Fungicida	17,60	41	722,00
Formol	2,00	1.600	3.200,00
Lacas	3,55	84.700	300,00
Igualizante de Ting.	8,60	105	903,00
Resina	2,30	142	326,00
Pigmento	2,70	130	351,00
Penetrante	2,13	15	32,00
Óleo Aniônico	1,50	1.500	2.250,00
Óleo Catiônico	1,16	260	302,00
Sal de Cromo	1,32	4.000	5.280,00
Auxiliar Enzimático	14,51	270	3.900,00
Purga Pancreático	2,60	40	104,00
Recurtentes	0,97	1.090	1.057,00
Solventes	3,15	85	270,00
Sulfeto de Sódio	0,71	875	622,00
Sulfato de Amônia	0,40	706	283,00

Tensoativo	2,19	57	125,00
Mascarante	2,20	182	400,00
Tanino Sintético	2,89	850	2.460,00
Tanino Vegetal	1,79	430	753,00
Carbonato de Sódio	0,76	170	130,00
TOTAL			42.484,00

Quadro 2 - Folha de Insumos Químicos

17. FOLHA DE PESSOAL

PESSOAL	SALÁRIO (RS)	Nº PESSOAS	TOTAL (RS)
Diretor Presidente	2.500,00	01	2.500,00
Vice Presidente	1.800,00	01	1.800,00
Gerente Financeiro	1.200,00	01	1.200,00
Gerente de Vendas	1.400,00	01	1.400,00
Pessoal de Escritório	230,00	06	1.380,00
Técnico Químico	1.031,00	02	2.062,00
Motorista	240,00	01	240,00
Mecânico/Eletricista	240,00	02	480,00
Segurança (vigia)	150,00	03	450,00
Operário Qualificado	290,00	08	2.320,00
Carpinteiro	240,00	01	240,00
Servente	170,00	03	510,00
Operador da ETE	240,00	03	720,00
Operário Auxiliar	144,00	37	5.328,00
TOTAL		79	20.630,00

Quadro 3 - Folha de Pessoal

18. CUSTO DO INVESTIMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

O curtume projetado trabalha com 1.680 Kg pele/dia = 1,68 t/dia.

TIPOS DE TRATAMENTO	CUSTO (A) R\$	CUSTO DO INVESTIMENTO (A x t/dia) R\$
Primário	14.000,00	23.520,00
Biológico	12.000,00	20.160,00
Lodo	8.000,00	13.440,00
TOTAL	34.000,00	57.120,00

Quadro 4 - Custo de Implantação de E.T.E. (Fonte: Hoinacki, 1989: 292)

19. CUSTOS OPERACIONAIS

TIPOS DE TRATAMENTO	CUSTO (R\$)	CUSTO DO INVESTIMENTO (A x t/dia) (R\$)
Primário	8.000,00	13.440,00
Biológico	2.000,00	3.360,00
Lodo	6.000,00	10.080,00
TOTAL	16.000,00	26.880,00

Quadro 5 - Custos Operacionais da E.T.E. (Fonte: Hoinacki, 1989: 292)

20. ORÇAMENTO TOTAL

TOTAL DO INVESTIMENTO	R\$/MÊS
Construção Civil	249.480,00
Matéria - Prima	5.400,00
Alimentação	3.080,00
Água	605,00
Energia	3.900,00
Máquinas e Equipamentos	703.939,00
Insumos Químicos	42.484,00
Folha de Pessoal	20.630,00
E.T.E.	84.000,00
TOTAL	1.113.518,00

Quadro 6 - Orçamento Total

21. CONCLUSÃO

Este projeto foi desenvolvido graças ao acúmulo de conhecimentos adquiridos na vida acadêmica e industrial, através de conteúdos teóricos e práticos e aperfeiçoando-os conforme as necessidades da região.

É notado portanto, conforme descrito no memorial, a importância para as instalações de uma indústria coureira o amplo conhecimento dos fatores que influencia consideravelmente neste tipo de atividade que vai desde a localização da mesma que dispõe de todos os requisitos necessários para a realização deste empreendimento até sua influência com o meio ambiente.

Ao demonstrar todas as etapas fundamentais à implantação de uma indústria de curtume, o presente projeto tem a pretensão de servir como fonte de informação para os leitores.

22. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLAAS, Isabel Cristina e MAIA, Roberto A. M. Manual Básico de Resíduos Industriais de Curtume. SENAI, Rio Grande do Sul, 1994.
- JOST, P. T. Tratamento de Efluentes de Curtumes, CNI – SESI e SENAI/DN, Rio de Janeiro, 1989.
- HOINACKI, E. Peles e Couros: Origens, defeitos e industrialização, CTC/SENAI – Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2ª edição, 1989.
- SENAI Introdução ao Tratamento de Efluentes Industriais, Módulos I, II e III, SENAI – Rio Grande do Sul, 1991.
- VILLA, Júlio A. Relações Mútuas entre os Parâmetros da Indústria do Couro. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – ONUDI
- FOLACHIEER, A. Apostila sobre o Curso de Curtume e Poluição – Sua prevenção e depuração. Escola Técnica de Curtume – SENAI – Estância Velha, Rio Grande do Sul, 1976

