

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO  
FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO, URBANISMO E AMBIENTE

JOSÉ HENRIQUE ASSAD VASCONCELOS  
LUCAS DE ARRUDA PÁSCOLI

**VALORAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UM CURTUME**

PRESIDENTE PRUDENTE

2011

**JOSÉ HENRIQUE ASSAD VASCONCELOS**

**LUCAS DE ARRUDA PÁSCOLI**

**VALORAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UM CURTUME**

Trabalho apresentado para  
conclusão do Curso de  
Engenharia Ambiental da  
Universidade “Julio de Mesquita  
Filho”, Campus de Presidente

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Santos Mellazo

Co-orientador: Prof. Dra. Renata Ribeiro

**PRESIDENTE PRUDENTE**

2011

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho primeiramente a nossos pais Fernando Antônio Moraes Vasconcelos e Maria Cristina Assad Vasconcelos (pais de José Henrique Assad Vasconcelos) e Edival de Jesus Páscoli e Ana Lúcia Teixeira de Arruda (pais de Lucas de Arruda Páscoli) pela oportunidade e confiança depositada ao longo dos anos. Dedicamos também aos nossos familiares e amigos por todo apoio nas decisões tomadas e amizade nos momentos de dificuldade.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaríamos de agradecer a Deus, pois sem Ele nada seria possível. Aos nossos pais, por serem nossos melhores amigos, estando sempre ao nosso lado nos momentos de dificuldade.

Aos professores Everaldo Santos Mellazo e Renata Ribeiro pelos ensinamentos, atenção, paciência e compreensão ao longo de todo o trajeto desta pesquisa.

Aos amigos e familiares, principalmente os membros da Republica Pulga e Arnaldo que estiveram conosco este cinco anos de faculdade e com certeza estarão pelo restos de nossas vidas. Assim como a Tâmara por toda ajuda nos momentos difíceis.

Aos amigos Thiago e Tatiana pelo companheirismo e ajuda direta na realização deste trabalho.

Aos funcionários do curtume Touro, José Ribeiro, Edmar, Aline e Sandra por toda disponibilidade e paciência.

## RESUMO

Durante o processo produtivo do couro é utilizado um grande volume de água. Além disso, empresas como curtumes possuem grande potencial poluidor. O efluente que não é tratado de maneira correta, e é lançado irregularmente nos corpos hídricos, podem causar impactos negativos ao meio ambiente, além de gerar multas. O objetivo desse trabalho é apresentar a importância da valoração ambiental no sistema de tratamento de efluentes de um curtume, visando agregar desenvolvimento socioeconômico com preservação da qualidade ambiental. Foi feita a valoração das entradas e saídas do processo de tratamento dos efluentes do Curtume Touro em Presidente Prudente, após isso foi feita uma proposta de melhoria do tratamento, assim como a sua valoração. Muitas dessas indústrias não contabilizam os custos provenientes do tratamento de efluentes e acabam tendo gastos que poderiam ter sido evitados. A gestão dos custos ambientais promove o desenvolvimento sustentável. Dessa maneira pudemos chegar ao resultado de que se houvesse uma melhor fiscalização e também uma melhor gestão por parte do curtume, o tratamento proposto traria melhorias econômicas à empresa e principalmente não causaria tanto impacto ao meio ambiente, melhorando inclusive a qualidade de vida na região.

Palavras chaves: Valoração ambiental, tratamento de efluentes, curtumes, custos ambientais, desenvolvimento sustentável.

## **ABSTRACT**

During the production process of leather a lot of water is used. In addition, companies such as tanneries have high pollution potential. The effluent that is not properly treated, and it is irregularly released in water bodies can cause negative impacts to the environment and generate fines. The aim of this paper is to present the importance of environmental valuation in the effluent treatment system of a tannery, in order to add social and economic development with preservation of environmental quality. A valuation of inputs and outputs of the effluent treatment process from Tannery Bull in Presidente Prudente was made, as well as a proposal to improve the treatment and its valuation. Many of these industries do not account the costs from the effluent treatment and end up spending what could have been avoided. The management of environmental costs promotes sustainable development. Thus, we can conclude that, if there were better control and also an improved management of the tannery, the proposed treatment would bring economic improvement to the company and specially it would not cause much impact on the environment, including improving the quality of life in the region.

Key words: Tanneries, Effluents treatment, Environmental costs, Environmental valuation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Maiores Estados Produtores de Couro .....	16
Figura 2: Peles chegando ao curtume .....	19
Figura 3: Fluxograma esquemático da fabricação de couro .....	20
Figura 4: Fulões típicos .....	21
Figura 5: Figura 5: Fulões típicos.....	22
Figura 6: Máquina de descarne.....	23
Figura 7: Etapa de recortes .....	23
Figura 8: Máquina rebaixadeira.....	26
Figura 9: Resíduo gerado na operação de rebaixamento .....	26
Figura 10: Fluxograma esquemático operações de acabamento .....	27
Figura 11: Estiradeira .....	46
Figura 12: Túnel de secagem.....	46
Figura 13: Processo de Reidratação .....	47
Figura 14: Molissa .....	47
Figura 15: Lixadeira .....	48
Figura 16: Casa das Caldeiras .....	51
Figura 17: Fluxograma resíduos gerados.....	52
Figura 18: Gráfico geração resíduos Classificação 'Wet-Blue' .....	53
Figura 19: Gráfico de resíduos gerados Rebaixadeira.....	53
Figura 20: Gráfico de resíduos gerados Secagem/Estiradeira .....	54

Figura 21: Gráfico de resíduos gerados Lixadeira.....	54
Figura 22: Gráfico de resíduos gerados no Semi-acabamento .....	55
Figura 23: Gráfico de resíduos gerados na Expedição .....	55
Figura 24: Geração Total de Resíduos .....	56
Figura 25: Rejeitos Gerados .....	56
Figura 26: Rejeitos Gerados .....	57
Figura 27: Transporte Rejeitos Gerados .....	57
Figura 28: Caixas de Reutilização .....	65
Figura 29: Caixa de recebimento de efluente para tratamento .....	66
Figura 30: Caixa que ocorre adição de Cal e P.A.C. ....	67
Figura 31: Laboratório.....	67
Figura 32: Adição de Polímero.....	68
Figura 33: Decantadores .....	69
Figura 34: Centrífuga .....	69
Figura 35: Calha Parshall e Adição de antiespumante .....	70
Figura 36: Canal de Lançamento no Córrego Guaiuvira.....	70
Figura 37: Efluente sendo lançado no Córrego .....	71
Figura 38: Armazenagem de Cal .....	72
Figura 39: Gráfico do Consumo de Cal.....	73
Figura 40: Armazenagem de P.A.C.....	74
Figura 41: Gráfico de Consumo de P.A.C.....	75
Figura 42: Gráfico de Consumo de Polímeros .....	76
Figura 43: Armazenamento de polímero .....	77
Figura 44: Armazenamento Antiespumante .....	78
Figura 45: Consumo de Antiespumante .....	79
Figura 46: Gráfico Volume de Efluente Tratado.....	80
Figura 47: Gráfico Lodo Gerado .....	81
Figura 48: Armazenamento de lodo .....	81
Figura 49: Fluxograma de Geração de Resíduos Líquidos .....	82
Figura 50: Classificação Custos Ambientais .....	90

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Consumo médio de água em curtumes .....	29
Tabela 2: Principais produtos químicos utilizados durante os processos de curtumes .....	31
Tabela 3: Principais resíduos gerados .....	34
Tabela 4: Principais resíduos sólidos gerados .....	36
Tabela 5: Volume de efluentes líquidos gerados por etapa do processo produtivo .....	38
Tabela 6: Características do efluente de curtumes .....	39
Tabela 7: Caracterização do Lodo .....	87
Tabela 8: Caracterização do Efluente .....	88
Tabela 9: Consumo elétrico de cada equipamento .....	93
Tabela 10: Valor Insumos Utilizados .....	93
Tabela 11: Consumo de Insumos e Efluente Tratado .....	94
Tabela 12: Custos Mensais .....	94
Tabela 13: Consumo diário KW por equipamento .....	100
Tabela 14: Custo Mensal de Energia .....	100
Tabela 15: Custo Mensal de Produtos .....	101
Tabela 16: Custo Tratamento de Efluentes .....	101

## **LISTAS DE QUADROS**

Quadro 1: Processos nº. 12/00263/00.....	59
Quadro 2: Processos nº. 02/00145/93.....	60
Quadro 3: Processo nº. 12/00080/93.....	61
Quadro 4: Processo nº. 12/00263/00.....	62
Quadro 5: Processo nº. 12/00162/92.....	63
Quadro 6: Processo nº. 12/00014/92.....	63
Quadro 7: Processo nº. 12/00392/06.....	64
Quadro 8: Substâncias presentes nos Resíduos Líquidos.....	83
Quadro 9: Quantidade de Efluente Gerado em cada processo.....	85
Quadro 10: Métodos de Análises.....	86
Quadro 11: Classificação Custos Tratamento de Efluentes.....	91

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	13
1.1    Objetivos:.....	14
1.1.1    Objetivo Geral.....	14
1.1.2    Objetivo Específico .....	14
2. Caracterização das atividades econômicas de curtimento .....	16
2.1    A atividade econômica: dados e informações gerais .....	16
2.2    O Processo produtivo de um curtume.....	17
2.2.1    A Conservação e Armazenamento das Peles .....	18
2.2.2    A etapa da Ribeira .....	20
2.2.3    O Curtimento propriamente dito .....	24
2.2.4    Acabamento .....	25
2.3    Insumos utilizados .....	28
2.3.1    Água.....	28
2.3.2    Energia Elétrica.....	30
2.3.3    Produtos Químicos .....	30
2.4    A dimensão ambiental: resíduos e impactos.....	33
2.4.1    Efluentes Gasosos.....	35
2.4.2    Resíduos Sólidos .....	35
2.4.3    Efluentes Líquidos .....	37
2.5    Aspectos Legais.....	39
3. Curtume Touro .....	44
3.1    Diagnostico Produtivo.....	44
3.1.1    Processo Produtivo.....	44
3.2.1    Insumos Utilizados.....	49
3.2    Diagnostico Ambiental.....	51

3.2.1	Rejeitos Gerados em todo Processo.....	51
3.2.2	Processos na CETESB .....	58
Deve-se salientar que existem outros processos tanto de poluição do ar quanto poluição do solo que apresentam sérios danos ao meio ambiente, porém não citados no trabalho. ....		
3.3	Tratamento Atual.....	64
3.3.1	Caracterização do Tratamento Atual .....	64
3.3.2	Insumos Utilizados.....	71
3.3.3	Rejeitos Gerados.....	79
3.4	Efluente Líquido .....	82
3.4.1	Características do Efluente.....	82
3.4.2	Análises do Efluente Gerado .....	86
4.	Propostas.....	89
4.1	Valoração do Tratamento de Efluentes .....	89
4.1.1	Classificação custos ambientais.....	89
4.1.2	Valoração do tratamento de efluentes atual .....	92
4.2	Proposta de melhorias Tratamento de Efluente .....	95
4.2.1	Proposta de tratamento .....	95
4.2.2	Valoração do tratamento proposto.....	99
5.	Considerações Finais .....	102
6.	Referências.....	103
7.	Anexos.....	107

## 1. Introdução

Segundo o relatório de águas interiores do Estado de São Paulo CETESB (2007), as principais fontes de poluição dos recursos hídricos são os lançamentos de efluentes líquidos e industriais, bem como de carga difusa de origem urbana e agrícola e neste contexto, os curtumes são empreendimentos que despejam grande quantidade de efluentes líquidos nos corpos d'água.

Os efeitos do lançamento de esgotos não tratados em corpos de água podem afetar o habitat aquático, colocar em risco a saúde de seres humanos e animais em contato com a água poluída, provocar a exalação de gases fétidos e, ainda, deixar um aspecto visual desagradável ao corpo de água (Von Sperling, 1996a). Além do impacto negativo causado por essas atividades industriais, o tratamento de maneira inadequada ou até mesmo o não tratamento dos efluentes podem acarretar em multas.

Os valores despendidos pelas empresas com essas multas podem ser evitados caso o tratamento fosse realizado de maneira correta, desse modo esse valor monetário pode ser aplicado, por exemplo, no próprio sistema de tratamento de efluentes.

Porém, de acordo com MAY (1995) muitas indústrias ainda consideram a preservação ambiental como um empecilho para o crescimento econômico. Assim, este trabalho parte da premissa de que é necessário e possível compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico e para tanto coloca em discussão os processos produtivos de curtumes em geral e analisa um caso em particular, o do Curtume Touro, na cidade de Presidente Prudente/SP. Além disto, propõem, ao final algumas alternativas para seu tratamento de efluentes.

## **1.1 Objetivos:**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Diagnóstico e quantificação das entradas e saídas do processo de tratamento de efluentes do curtume, assim como a valoração do processo atual e do proposto.

### **1.1.2 Objetivo Específico**

Descrição dos processos do tratamento de efluente do curtume;

- Descrição dos processos produtivos;
- Análise da legislação vigente para monitoramento dos parâmetros necessários;
- Estimativa das emissões principais por meio de análise dos resultados obtidos em trabalho de campo;
- Quantificação dos produtos gerados;
- Propostas de melhoria do tratamento atual;
- Valoração do tratamento atual;

Com tais questões em vista, este trabalho encontra-se estruturado em 3 capítulos, além desta Introdução. No capítulo 2, são analisados todos os processos produtivos de curtimento, assim como todos os insumos utilizados no processo. São estimados os valores de rejeitos gerados nos curtumes em geral, além da descrição de toda legislação

necessária para elaboração da dissertação. O capítulo 3 dedica-se á discussão da caracterização do processo produtivo e dos rejeitos gerados no curtume em estudo, além disso, descreve todo tratamento de efluentes, caracterizando e quantificando os rejeitos gerados. No capítulo 4, foi elaborada a classificação e quantificação de custos ambientais do tratamento de efluentes atual. Por fim, foi proposto um novo meio de tratamento de efluentes para o curtume assim como os custos deste tratamento.

Finalizando, nas Considerações finais será descrito a relação entre os custos do tratamento atual em conjunto aos custos do tratamento proposto, demonstrando a importância da valoração ambiental.

## 2. Caracterização das atividades econômicas de curtimento

### 2.1 A atividade econômica: dados e informações gerais

O Brasil é o quinto maior produtor de couro do mundo, com cerca de 33 milhões de peças de couro, 11% da produção mundial, situando-se estando atrás de EUA, Rússia, Índia e Argentina (Santos 2002).

De acordo com dados do Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB, 2011) o Brasil exportou 22,6 milhões de peças no ano de 2011. Assim, os valores monetários acumulados atingiram cerca de US\$ 1,7 bilhões, o que resultou num aumento de 20% com relação ao mesmo período no ano anterior, significando aumento de 89% com relação ao mesmo período de 2009. Ainda de acordo com a mesma fonte, o Estado do Rio Grande do Sul, com 24,4%, é o maior produtor de couro no Brasil, em segundo lugar aparecendo São Paulo, com 22%, seguidos por Paraná, Ceará, Goiás, Bahia e Minas Gerais. Podemos observar na Figura 1 a participação desses estados na produção total brasileira

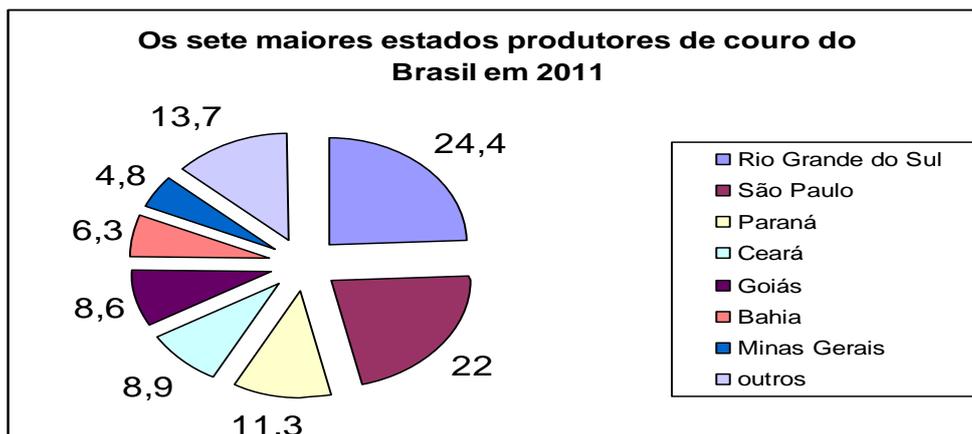


Figura 1: Maiores Estados Produtores de Couro

De acordo com o Sindicouro, atualmente ocorre uma diminuição desse tipo de empresa em São Paulo e este movimento deve-se principalmente a dificuldades e retrações da economia em geral, aumento da concorrência e fechamento de alguns mercados, o que levou a uma forte pressão por redução de custos no setor, somados à evasão de indústrias para outros estados, principalmente para o centro-oeste, atraídas pelos rebanhos e frigoríficos, por incentivos fiscais, mão-de-obra mais barata e exigências menores de controle ambiental.

Segundo dados do CICB, considerando o volume exportado em número de couros, 42% é couro acabado, tipo de couro processado por curtumes de acabamento; 35% é couro wetblue, tipo de couro processado até a etapa de curtimento; e 23% é tipo crust, couro processado por curtumes de semi-acabado. Ainda de acordo com o site, em 2010, os principais destinos do couro exportado foram China e Hong Kong (30%), Itália (23%), EUA (11%) e outros países com 36%.

## **2.2O Processo produtivo de um curtume**

O couro é o produto final de uma pele animal que sofreu uma série de processos de limpeza e curtimento. Ele pode ser utilizado na confecção de calçados, no vestuário, em automóveis e como revestimento de alguns objetos.

De acordo com Pacheco (2005) o processo produtivo do couro pode ser dividido em 3 (três) etapas: ribeira, curtimento e acabamento. O acabamento, por sua vez, é dividido em mais três etapas: “acabamento molhado”, “pré-acabamento” e “acabamento final”. Para mais fácil entendimento, durante a elaboração desse trabalho, acrescentamos a etapa de conservação das peles, que ocorre antes da ribeira.

### **2.2.1 A Conservação e Armazenamento das Peles**

A qualidade do couro depende de vários fatores. Até mesmo antes de ser abatido, o animal deverá receber cuidados com relação a seu transporte, identificação, controle de parasitas e confinamento.

É muito importante evitar a degradação da pele do animal após o seu abate para garantir um processamento melhor, mais eficiente e que possa produzir um couro de melhor qualidade.

Quando o espaço de tempo é curto entre o abate do animal e o processamento da pele para curtimento, menor que de 6 a 12 horas, estas podem aguardar sem nenhum pré-tratamento. Quando o tempo de espera é maior, ou necessita-se estocar a pele por um período mais longo, deve-se fazer um pré-tratamento chamado de “cura”, para conservação dessa pele.

A maneira mais comum de se conservar essas peles é empilhando e intercalando as camadas com sal, como pode ser observado na Figura 2. Pode-se, também, dar um banho de salmoura nas peles antes de empilhá-las. Assim, as peles podem ser armazenadas por meses, até o seu processamento.



**Figura 2: Peles chegando ao curtume**

Fonte: Pacheco (2005)

De acordo com Pacheco (2005), as peles “verdes”, ou seja, aquelas que não receberam qualquer tipo de tratamento para sua conservação pesam de 35-40 kg cada uma. O sal utilizado para conservação das peles auxilia na resistência aos microrganismos, porém provoca desidratação, eliminando água e parte das proteínas solúveis, reduzindo o peso a 20-30 kg por unidade.

Além do sal, alguns fornecedores de couros usam inseticidas para afastar insetos e/ou biocidas como auxiliares de conservação durante seu estoque e transporte. Esse tipo de atividade possui um alto potencial poluidor, podendo prejudicar os corpos de água e até mesmo contaminar o solo e as águas subterrâneas.

Os possíveis impactos ambientais citados, dentre outros a serem analisados, encontram-se enquadrados legalmente a partir do Art. 2º que diz que fica proibido o lançamento ou a liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo e 3º que define o que pode ser considerado como poluente, do Decreto Estadual (SP) 8468/76, com redação dada pelo Decreto 15425/80, podendo ainda gerar multas.

Podemos observar na Figura 3 das etapas de ribeira, curtimento e acabamento molhado.

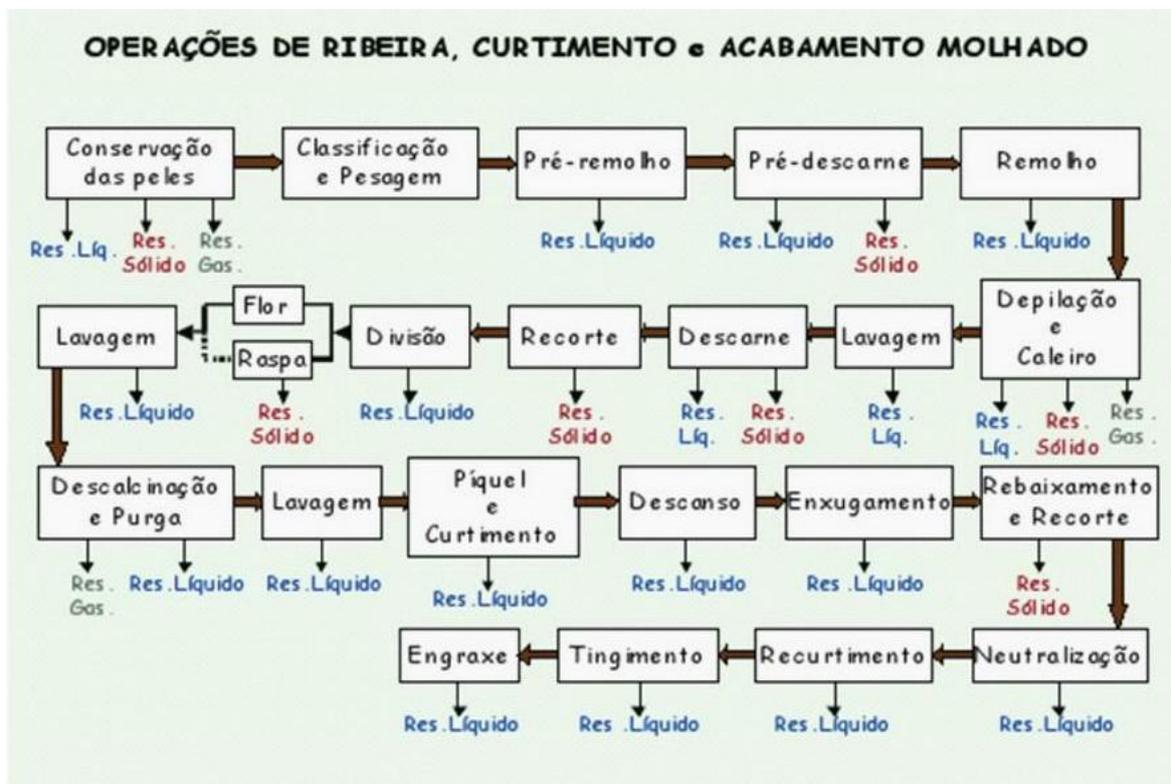


Figura 3: Fluxograma esquemático da fabricação de couro

Fonte: Pacheco (2005)

### 2.2.2 A etapa da Ribeira

Trata-se de uma macro etapa que tem por objetivos eliminar da pele as impurezas e/ou substâncias que não constituíram o produto final, o couro. Outra finalidade dessa etapa é preparar a estrutura protéica (matriz de fibra colagênica) desejada para reagir, sem nenhum problema, com os produtos químicos das etapas de curtimento e acabamento.

Na maioria dos casos a ribeira compreende desde as etapas de pré-tratamento até a lavagem após a descalcinação e purga ou até o píquel, realizado antes do curtimento (ver figura 4).

Para condicionamento ou para a limpeza das fibras, são realizadas etapas que envolvem tratamento químico das peles (chamados de “banhos”). Esses “banhos” são feitos em cilindros horizontais fechados, de madeira, equipamentos estes denominados de fulões.

De acordo com Pacheco (2005), na ribeira, as etapas em fulões são: pré-remolho, remolho, depilação/caleiro, lavagens, descalcinação/purga, lavagem e píquel. As Figuras 4 e 5 apresentam fulões típicos.



**Figura 4: Fulões típicos**

Fonte: Pacheco (2005)



**Figura 5: Figura 5: Fulões típicos**

Fonte: Pacheco (2005)

As próximas etapas da ribeira são realizadas com máquinas e manualmente, e nelas procura-se remover gorduras, carnes ou outras impurezas (etapas pré-descarne e descarne) que não foram removidas nas etapas anteriores. Também são necessários recortes para ajustar as extremidades da pele.

A Figura 6 mostra uma máquina para descarnar as peles e a Figura 7, a etapa de recortes.



**Figura 6: Máquina de descarne**

Fonte: Pacheco (2005)



**Figura 7: Etapa de recortes**

Fonte: Pacheco (2005)

Após esta etapa, separa-se a pele em duas camadas, uma mais nobre que é a parte superior, o lado externo da pele, chamada “flor”, e outra, a parte inferior, lado interno da pele, chamada de “raspa”. Essa etapa é chamada de divisão. A “raspa” pode seguir o mesmo processo da parte mais nobre, porém vai resultar num couro de pior qualidade, para aplicações secundárias ou então pode ser vendido para terceiros como sub-produto.

### **2.2.3 O Curtimento propriamente dito**

Nessa etapa o objetivo é transformar a pele, que foi pré-tratada na etapa da Ribeira, em um material estável e imputrescível, ou seja, em couro. Existem três tipos principais de curtimento: mineral, vegetal e sintético.

No curtimento mineral, o mais comum é utilizar o cromo para o processo de curtimento. É a principal substância utilizada devido ao curto tempo de espera para processar e também por oferecer a qualidade requerida ao couro. Como fonte de cromo, o mais comum é usar sulfato básico de cromo, no estado trivalente. De acordo com Pacheco (2005), esforços crescentes para sua substituição são verificados, devido ao seu impacto ambiental potencialmente negativo. Este curtimento pode ser realizado no mesmo banho do píquiel ou formulado em banho novo, à parte.

O cromo é um metal pesado que tem por finalidade retardar a putrefação do couro, a presença dessa substância em corpos hídricos causa grandes impactos negativos ao meio ambiente, contaminando o lençol freático e cursos d'água. O Cr se acumula nas guelras, brônquios, coração e músculos dos peixes, dessa maneira, pode afetar a saúde da população humana que consome essas águas e os peixes. A bioacumulação dessa substância no corpo humano pode causar efeitos imediatos, crônicos e/ou problemas genéticos nas futuras gerações.

O cromo pode ocorrer em várias formas, porém as formas Cr (III) e Cr (VI) são as mais estáveis. O Cr (III) usado na etapa de curtimento é relativamente não tóxico ao homem porém na natureza essa substância pode se oxidar transformando-se em Cr (VI).

Nessa valência o cromo encontra-se na sua forma mais tóxica e é considerado como cancerígeno.

No curtimento vegetal utiliza-se tanino, uma substância de origem vegetal presente em espécies como Mangue e Caju. Porém, no Brasil, a principal fonte de tanino é a Acácia negra. O tanino funciona como um instrumento de defesa, de modo que quando um predador começa a ingerir partes da planta, as células rompidas liberam essa substância que possui sabor amargo, fazendo com que o predador perca o interesse em comer aquela planta. De acordo com Pacheco (2005), devido ao seu alto custo, os taninos são utilizados o máximo possível - na maioria das vezes, faz-se apenas a reposição de solução para o lote de peles seguinte, para compensar a parte absorvida pelas peles do lote anterior.

No curtimento sintético, o mais comum é utilizar curtentes orgânicos tais como resinas e taninos sintéticos. Essas substâncias propiciam um curtimento e um tingimento posterior de melhor qualidade. Devido, porém, ao seu elevado custo, são considerados e utilizados apenas como auxiliares do processo de curtimento, pois facilita a penetração de outros curtentes.

#### **2.2.4 Acabamento**

De acordo com Pacheco (2005), o acabamento pode ser subdividido em três etapas: acabamento molhado, pré-acabamento e acabamento final.

O acabamento molhado compreende as etapas que vão do descanso até o engraxe. É durante estas etapas que o couro recebe algumas propriedades físicas e mecânicas, tais como: cor, flexibilidade, maciez, impermeabilidade, elasticidade, entre outras. As primeiras etapas de descanso, enxugamento, rebaixamento e recorte são processos físicos. As demais etapas são “banhos”, realizados em fulões.

A Figura 8 apresenta a operação de rebaixamento dos couros, em máquina específica e a 9 o pó de rebaixadeira, resíduo normalmente gerado nesta operação.



**Figura 8: Máquina rebaixadeira**

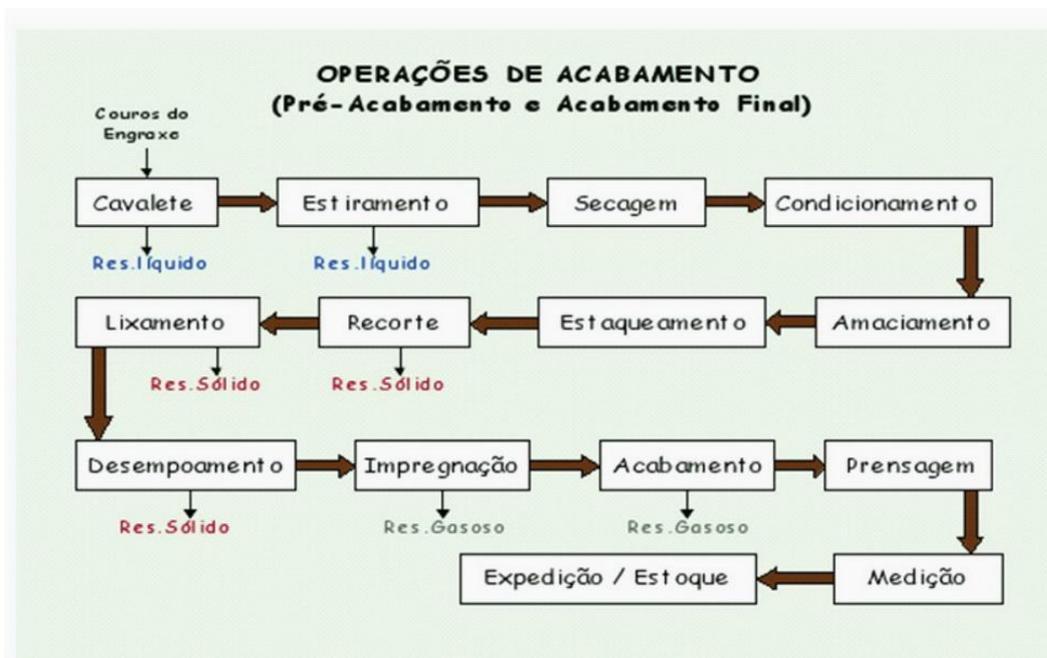
Fonte: Pacheco (2005)



**Figura 9: Resíduo gerado na operação de rebaixamento**

Fonte: Pacheco (2005)

Agora no Figura 10, podemos observar as etapas de pré-acabamento e acabamento final.



**Figura 10: Fluxograma esquemático operações de acabamento**

Fonte - Pacheco (2005)

Na fase de Pré-acabamento o couro recebe produtos químicos que têm como finalidade fornecer propriedades físicas finais ao produto. Esta etapa compreende desde as operações de cavaletes, estiramento e secagem até a impregnação, conforme já apresentado no Figura 10.

Por fim, no Acabamento final o couro recebe todas as características finais até ficar com a aparência típica de uma peça de couro. Nela estão compreendidas as atividades de acabamento, prensagem e medição, que também podem ser observadas no fluxograma 2.

De acordo ainda com Pacheco (2005), os curtumes são normalmente classificados em função da realização parcial ou total destas etapas de processo. Desta forma, tem-se os seguintes *tipos de curtumes*:

- *curtume integrado*: capaz de realizar todas as operações descritas nos fluxogramas anteriores (Figuras 3 e 10), desde o couro cru (pele fresca ou salgada) até o couro totalmente acabado.
- *curtume de “wet-blue”*: processa desde o couro cru até o curtimento ao cromo ou descanso / enxugamento após o curtimento (ver Figura 3); “wet-blue”, devido ao aspecto úmido e azulado do couro após o curtimento em cromo.
- *curtume de semi-acabado*: utiliza o couro “wet-blue” como matéria-prima e o transforma em couro semi-acabado, também chamado de “crust”. Nas Figuras 3 e 10, sua operação compreenderia as etapas desde o enxugamento ou rebaixamento até o engraxe ou cavaletes ou estiramento.
- *curtume de acabamento*: transforma o couro “crust” em couro acabado. Na Figura 3, corresponde às operações desde cavaletes ou estiramento ou secagem até o final (estoque / expedição de couros acabados). Há quem também inclua nesta categoria os curtumes que processam o “wet-blue” até o seu acabamento final.

## **2.3 Insumos utilizados**

### **2.3.1 Água**

A quantidade de água utilizada em curtumes em geral pode variar bastante, dependendo das diferentes matérias primas usadas pela empresa, do processo de produção, do modo de gerenciamento e das práticas operacionais aplicadas pela unidade de produção.

Algumas empresas podem apresentar volumes menores ou até mesmo abaixo da média e as informações apresentadas na tabela 1 representam, de uma maneira geral, as

médias nacionais apuradas para o conjunto deste ramo da produção. Isso ocorre porque a empresa pode adotar técnicas de racionalização, otimização ou até mesmo para redução do consumo de água.

**Tabela 1: Consumo médio de água em curtumes**

<b>Etapas do Processo</b>	<b>Consumo de Água (m<sup>3</sup>/t pele salgada)</b>
Ribeira (até purga)	7-25
Curtimento	1-3
Pós-curtimento ou Acabamento Molhado	4-8
Acabamento	0-1
<b>TOTAL</b>	<b>12-37</b>

Fonte: Comissão de Meio Ambiente e de Resíduos da União Internacional das Sociedades dos Químicos e Técnicos/Tecnólogos do Couro (“IULTCS”), 2002.

As quantidades de água utilizadas no processamento do couro são grandes, principalmente porque varias etapas do processo devem ocorrer em meio aquoso e em regime de bateladas. Podemos observar que a ribeira é a etapa que mais consome água média de 7-25 m<sup>3</sup>/ t, em segundo lugar a etapa de Acabamento molhado.

O Centro Tecnológico do Couro, do SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) do Rio Grande do Sul (2003), por sua vez, indica que são consumidos cerca de 630 litros água/pele salgada, em média. Dessa forma um curtume de médio porte que processe 3.000 peles por dia, consumiria em média 1.900 m<sup>3</sup> de água por dia, o que sustentaria o consumo de uma população de aproximadamente 10.500 habitantes, baseando-se numa média de consumo diário de 180 litros de água/habitante dia. Assim, podemos entender que o impacto de consumo causado aos mananciais da região onde a empresa está instalada, pode ser significativo, tornando a água utilizada um insumo extremamente importante e estratégico para esta atividade produtiva aos mesmo tempo que representa potencialmente um dos itens que mais inspiram cuidados em relação aos impactos ambientais nos processos de um curtume em geral.

### **2.3.2 Energia Elétrica**

Assim como no caso da água, a energia consumida também varia de acordo com o processo produtivo da empresa. Diferentes práticas operacionais, estado dos equipamentos, escolha do tipo de tratamento dos efluentes, além da adoção ou não de práticas de racionalização de energia interferem diretamente no seu consumo.

A faixa de variação de consumo é muito ampla, indo de 2.600 a 11.700 kWh por tonelada de peles salgadas, de acordo com o Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC 2003).

Em geral, a energia utilizada em curtumes pode ser separada em dois tipos, energia térmica e energia elétrica. A primeira é utilizada em processos para aquecer a água que será usada para os “banhos” da pele ou para processos de secagem do couro. A energia elétrica é usada para iluminação, equipamentos elétricos em geral e, principalmente, nos equipamentos da estação de tratamento de efluentes e também nos fulões.

### **2.3.3 Produtos Químicos**

Os produtos químicos utilizados em cada etapa do processo de curtimento podem ser observados a partir da tabela 2.

**Tabela 2: Principais produtos químicos utilizados durante os processos de curtumes**

Etapa do Processo		Produtos Utilizados
<i>Conservação / Armazenamento Das Peles</i>		Sal comum (cloreto de sódio, 40-45% sobre o peso bruto das peles); eventualmente, inseticidas ou biocidas: piretrum (natural, extraído de folhas de crisântemo), permetrin (derivado sintético de piretrum), para-diclorobenzeno, silico-fluoreto de sódio, bórax. Outros possíveis, já banidos por alguns países desenvolvidos (alta toxicidade para seres humanos e ambiente e/ou alta permanência no ambiente): DDT, hexaclorobenzeno (BHC), dieldrin, à base de arsênico e de mercúrio.
<i>Ribeira</i>	Pré-Remolho	Água (~150-200% em relação ao peso total bruto de pele salgada inicial (*), duração 10 min – 1 hora, dependendo do estado de conservação das peles. Banho normalmente descartado (efluente).
	Remolho	Água (~100-1000%, dependendo do tipo de pele e do equipamento), álcalis (p.ex., soda cáustica, bicarbonato de sódio), hipoclorito de sódio, tensoativos (detergentes, que podem ser fenólicos – nonilfenoletoxilado - álcoois graxos sulfatados, organo-fosfatados – 0,1-0,2%), enzimas ou produtos enzimáticos. Banho normalmente descartado (efluente).
	Depilação / Caleiro	(~1-4%), sulfidrato de sódio, soda cáustica, aminas (p.ex., sulfato de dimetilamina), ácido mercaptoacético, glicolato de sódio, sulfeto de bário e mais recentemente, enzimas e/ou seus preparados. Banho descartado ou reciclado para a mesma etapa (em alguns curtumes).
	Descalcinação / Desencalagem	Água (~20-30%), ácidos (~0,5-2,0% - sulfúrico, clorídrico, láctico, fórmico, acético, glioxílico, cítrico, oxálico, bórico e suas misturas), sais ácidos, cloreto e/ou sulfato de amônio, bissulfito de sódio, peróxido de hidrogênio. Uso de CO <sub>2</sub> é alternativa recente aos sais de amônio. Banho normalmente utilizado para a etapa seguinte.
	Purga	loreto de amônio e enzimas proteolíticas, normalmente pancreáticas (~1-5%) ou produto que as contenha, adicionados sobre o banho da etapa anterior (desencalagem). Banho normalmente descartado (efluente).
	Píquel	Água (~60-100%), sal comum (cloreto de sódio, ~5-10%) ou sulfato de sódio, ácidos (~0,6-1,5% - sulfúrico, clorídrico, acético ou fórmico, sulfônico aromático ou suas misturas). Alguns fungicidas podem ser usados: tiobenzotiazol, para-clorometacresol, paranitrofenol, tri ou pentaclorofenol, beta-naftol e fungicidas à base de mercúrio. No entanto, todos estes são bastante ou relativamente tóxicos ao homem e ao ambiente – há preocupação em evitar o seu uso, em alguns países. Banho descartado ou utilizado para a etapa de curtimento.
	Desengraxe (peles não bovinas)	Solventes – água raz, querosene, monoclorobenzeno e percloroetileno, para peles de ovelha. Carbonato de sódio, para peles suínas.

Fonte: Pacheco (2005)

Etapa do Processo		Produtos Utilizados
Curtimento	Tipos	
	Mineral	<p>Curtentes principais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cromo: sulfato básico complexo de <math>Cr^{+3}</math> – o mais utilizado (conc. banho ~1,5-5,0%, em <math>Cr_2O_3</math>).</li> <li>- Outros metais: sais de alumínio, titânio, magnésio e zircônio – potenciais substitutos do cromo ou usados junto com ele (ainda pouco usados).</li> </ul> <p><i>Produtos auxiliares:</i> sal (cloreto de sódio), agentes basificantes (óxido de magnésio, carbonato ou bicarbonato de sódio - ~1,0%), fungicidas (~0,1%), agentes mascarantes (ácido fórmico, formiato ou diftalato de sódio - ~0,1-0,5% -, ácido oxálico, sulfito de sódio), engraxantes (0,5% óleo resistente a eletrólitos), resinas.</p>
	Vegetal	<p><i>Curtentes principais:</i> taninos – compostos polifenólicos, extraídos de vegetais (acácia, quebracho, castanheiro, barbatimão, etc).</p> <p><i>Produtos auxiliares:</i> agentes pré-curtentes, branqueadores, sequestrantes, engraxantes, ácido fórmico, resinas, etc.</p>
Sintético	<p><i>Curtentes principais:</i> "sintans"/"sintanas"/"sintanos" – uso exclusivo (mais raro) ou combinado com cromo ou taninos (mais comum), em curtimento ou recurtimento (após cromo ou taninos) – produtos sulfonados de fenol, cresol e naftaleno ou resinas de poliuretanos ou acrílicas; alguns aldeídos modificados também podem ser utilizados.</p> <p><i>Produtos auxiliares:</i> agentes pré-curtentes, branqueadores, sequestrantes, engraxantes.</p>	

Fonte: Pacheco (2005)

Etapa do Processo		Produtos Utilizados
Acabamento Geral	Neutralização/ Desacidulação	Água (~80-100%, base peso bruto do couro após rebaixamento), sais de ácidos fracos, como carboxílicos e derivados do ácido carbônico (p.ex., formiato de sódio, só ou combinado com bicarbonato de sódio), sais de taninos sintéticos, de amônio ou de sódio, agentes complexantes (p.ex., EDTA e NTA (acetatos), polifosfatos). Normalmente, usa-se alguns destes químicos em torno de 1,0% (na mesma base da água). O banho residual é normalmente descartado (efluente).
	Recurtimento	Água (~100-150%, base peso bruto do couro após etapa anterior), curtentes como sais de cromo, de alumínio, de zircônio, taninos de mimosa, de quebracho, de castanheiro adoçado, de tara, "sintans" (taninos sintéticos), glutaraldeído, aldeídos modificados, resinas (acrílicas, aminoplásticas, estireno-maleicas), etc. O banho residual é normalmente descartado (efluente).
	Tingimento	Água – a quantidade é função do grau desejado de penetração dos corantes: menor volume (~30%, base peso bruto do couro no início da etapa), maior penetração e vice-versa (~50-100%); corantes aniônicos e catiônicos (1-6%, na mesma base – aminas aromáticas, tipo anilina ou outros corantes específicos – azocorantes, complexos metálicos), ácidos, enxofre. O banho residual é normalmente descartado (efluente).
	Engraxe	Água (~50-100%), óleos sulfonados de peixes, outros óleos animais, óleos vegetais, óleos minerais (p.ex., parafinas cloradas) e óleos sintéticos (p.ex., óleos siliconados), misturas destes vários óleos (3-10%), lecitina de soja. O banho residual é normalmente descartado (efluente).
	Impregnação	Polímeros termoplásticos (resinas) especificamente formulados para espalhamento sobre a superfície dos couros.
	Acabamento	Tintas, misturas a base de ligantes e pigmentos, aplicadas em camadas, sobre os couros. Vários produtos químicos orgânicos compõem estas misturas, como bases ou como diluentes / solventes: acetona, outras cetonas, n-butanol, acetatos de etila, butila e isobutila, ácido fórmico, monoclorobenzeno, ciclohexano, etilenoglicol, butilenoglicol, etilbenzeno, percloroetileno, tricloroetileno, tolueno, xileno etc. Vapores destes produtos são emanados para a atmosfera.

Fonte: Pacheco (2005)

Dentre os produtos químicos utilizados podemos destacar; o sal, usado na etapa de conservação das peles; os solventes, consumidos na etapa de ribeira; cromo e tanino, utilizados na etapa de curtimento mineral ou vegetal respectivamente; corantes e sais, usados na etapa de acabamento.

#### **2.4A dimensão ambiental: resíduos e impactos**

Como já pode ser inferido da análise apresentada, a indústria do curtimento do couro gera grandes quantidades de resíduos sólidos e de efluentes líquidos e gasosos. Assim sendo, trata-se de uma atividade bastante poluidora. De acordo com a Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981 entende-se por poluição a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- Afetem desfavoravelmente a biota;
- Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

De acordo com Senna (2007) durante o processamento de 1 tonelada de peles salgadas são produzidos cerca de 250 kg de couro acabados. Porém, por gerar aproximadamente 600 kg de resíduos sólidos, trata-se de um processo de baixo rendimento médio (cerca de 22,5%) e alto potencial poluidor.

De acordo com o estudo de Ananias (2009), o curtume que proporciona a maior carga poluidora é o que realiza as operações de ribeira, ou seja, até a fase do couro wet blue, gerando no processo global uma grande quantidade de resíduos, tanto líquidos como sólidos.

A geração de efluente varia de acordo com cada etapa da produção, também há grande variação de curtume para curtume, dependendo dos processos industriais utilizados. Conforme o apresentado no item anterior a respeito do insumo água, os curtumes são empreendimentos que exercem uma alta pressão sobre os mananciais hídricos, devido ao grande volume que consomem, volume esse que suportaria o consumo diário de 10.500 habitantes, como já citado.

Os curtumes consomem, ainda, grandes quantidades de produtos químicos, sendo os principais: sal, soda cáustica, solventes, cromo, tanino, sais diversos, corantes, óleos e resinas

Os principais resíduos originados ao longo do processo produtivo de curtumes assim como o impacto causado por esses rejeitos estão expostos na tabela 3 a seguir.

**Tabela 3: Principais resíduos gerados**

ETAPA	POLUIÇÃO	POLUENTE	IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL
Conservação e armazenamento de peles	Gasosa	NH <sub>3</sub> , COV*	Odor desagradável
	Líquida	Líquidos eliminados pelas peles e restos animais, sal	Contaminação das águas superficiais
	Resíduos sólidos	Restos animais e sal	Contaminação do solo e das águas subterrâneas
Ribeira	Gasosa	H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , COV*	Odor desagradável
	Líquida	Cal, sulfeto de sódio, cloreto de sódio, aminoácidos e albumina	Contaminação das águas superficiais
	Resíduos sólidos	Restos animais (colágeno, tecido muscular, gordura e sangue)	Contaminação do solo e das águas subterrâneas
Curtimento	Líquida	Ácidos minerais e orgânicos cromo, taninos	Contaminação das águas superficiais
Acabamento	Gasosa	COV*	Odor desagradável
	Líquida	Banhos residuais contendo cromo, taninos, sais, corantes, óleos etc	Contaminação das águas superficiais
	Resíduos sólidos	Restos de couro (pó, farelo, recortes semi-acabados e acabados); pó de lixa; resíduos de tintas, resinas etc.	Contaminação do solo e das águas subterrâneas

Fonte: Senna (2007)

### **2.4.1 Efluentes Gasosos**

No caso de curtumes, em geral, são emitidos compostos voláteis, originados nas diversas operações de processamento do couro e um grande problema é o odor (mau cheiro) que chega a ser perceptível mesmo fora das áreas dessas empresas.

Durante a etapa de conservação das peles pode-se considerar a emissão de amônia, substância originada devido à decomposição de proteínas existentes nas peles. Na etapa de ribeira até a de pré-acabamento são liberados os gases com odor característico, em geral amônia e gás sulfídrico, entre outros. E é na fase de acabamento, que os compostos voláteis provenientes de solventes orgânicos são liberados juntamente com sólidos suspensos, originados nas operações de rebaixamento, lixamento e desempoamento.

As substâncias que são liberadas e causam mau cheiro, como o gás sulfídrico, podem ser formadas durante o processo produtivo ou no sistema de tratamento de águas residuárias.

### **2.4.2 Resíduos Sólidos**

Como resíduos sólidos gerados por um curtume, em geral, podemos citar aparas, carnaça, tiras curtidas e lodos dos sistemas de tratamento de efluentes. A seguir podemos observar a quantidade, em quilos, de resíduo gerado por tonelada de pele processada, sendo que a tabela 4 mostra os principais resíduos gerados por etapa.

Tabela 4: Principais resíduos sólidos gerados

Macro-etapa do Processo	Etapa do Processo	Resíduos Gerados	
		Resíduo	kg / t
Ribeira	Pré-descarne e/ou Descarne	Carnaça	70 – 350
	Recortes e Divisão	Aparas não caleadas e caleadas	120
Acabamento	Rebaixamento	Farelo ou pó ou serragem de rebaixadeira e aparas curtidas	225

Fonte: IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), 2003.

De acordo com a CETESB (2005), no Estado de São Paulo, particularmente, os maiores problemas ambientais apresentados pelos curtumes são os resíduos sólidos, a saber:

- Os resíduos curtidos;
- Pó de rebaixadeira e as aparas ou recortes (cerca de 39.500 t em 2.001, estimativa baseada na produção do estado naquele ano – 7.600.000 couros, assumindo-se 23 kg / couro e 225 kg resíduos curtidos / t couro processado). Com teores de cromo (trivalente) de 2,0 – 3,0% (base seca) e por serem relativamente resistentes à degradação natural no meio ambiente, estes resíduos estão entre os mais problemáticos para os curtumes;
- Os lodos gerados nas estações de tratamento de efluentes (cerca de 87.500 t lodo com 30% de sólidos secos ou 26.250 t de sólidos secos, em 2.001, estimativa nas mesmas bases usadas para os resíduos curtidos, porém utilizando-se o dado médio de 500 kg lodo gerado / t couro processado, com cerca de 30% de sólidos secos).

Dependendo de como os efluentes gerados no processo são recolhidos e encaminhados para tratamento, do tipo desse tratamento e da operação da ETE (por exemplo, não havendo segregação dos efluentes do curtimento ao cromo, para sua precipitação), seu lodo geral final pode conter teores significativos de cromo (trivalente) – até cerca de 10.000 ppm ou 1,0 % (base seca) - e de outros poluentes.

O maior problema é com relação aos resíduos que contém cromo impregnado, segundo Senna (2007). Resquícios de cromo encontrados no couro podem afetar a saúde humana, de maneira que, na valência 6, essa substância apresenta propriedades cancerígenas.

Esses resíduos, se não tratados e dispostos de forma correta, podem causar um impacto negativo significativo no meio ambiente, contaminando o solo e as águas.

### **2.4.3 Efluentes Líquidos**

Grande parte dos efluentes líquidos gerados por essas empresas são gerados durante a etapa de ribeira, aproximadamente 70% do volume total. Dessa maneira, o restante, cerca de 30% é originado nas próximas etapas de curtimento e acabamento.

Na tabela 5 a seguir, podemos observar como se dá a distribuição do volume de efluentes líquidos gerados, por etapa do processo, nos curtumes em geral.

Tabela 5: Volume de efluentes líquidos gerados por etapa do processo produtivo

Macro-etapa do Processo	Etapa do Processo	Efluentes Gerados	
		m <sup>3</sup> / t	% do Total
Ribeira	Pré-remolho	2,4	7,5
	Lavagem	1,3	4,1
	Remolho	2,4	7,5
	Depilação / Caleiro	2,4	7,5
	Lavagem	4,0	12,5
	Lavagens Pós-descarne	7,8	24,4
	Descalcinação e Purga	1,3	4,1
Subtotal Ribeira		21,6	67,6
Pré-curtimento e Curtimento	Eventuais Lavagens	4,3	13,5
	Píquel	1,3	4,1
	Curtimento	1,3	4,1
Subtotal Pré-curtimento e Curtimento		6,9	21,7
Acabamento	Enxugamento	0,13	0,4
	Neutralização	0,76	2,4
	Recurtimento	0,69	2,2
	Lavagens	0,55	1,7
	Tingimento	0,5	1,6
	Engraxe	0,8	2,5
Subtotal Acabamento		3,43	10,7
TOTAL GERAL CURTUME:		31,93	100

Fonte: baseado em Claas & Maia, 1994

Ainda de acordo com Senna (2007), devido à grande quantidade de produtos empregada, a ribeira é a etapa mais poluente. Durante as operações de depilação e caleiro utiliza-se o sulfeto de sódio, substância mais perigosa para o ser humano que o cromo utilizado no curtimento. Também nessa etapa é gerado o gás sulfídrico, que causa um odor característico que produz incômodos em áreas vizinhas à unidade de produção. Essas águas contém grande quantidade de cal e restos de tecidos animais (pelos, gordura e sangue) e, em solução, são ricas em sais, proteínas, aminoácidos, detergentes, podendo conter também conservantes, biocidas e inseticidas.

De acordo com Pacheco (2005), os efluentes líquidos provenientes das operações de curtimento contêm, principalmente, sal (cloreto de sódio), ácidos minerais (sulfúrico,

clorídrico), orgânicos (lático e fórmico), cromo e/ou taninos (orgânicos polifenólicos), proteínas e eventualmente, alguns fungicidas (orgânicos aromáticos), em pequenas quantidades. São águas turvas, de cor verde escura (curtimento com cromo) ou castanhas (curtimento por taninos), que apresentam pH ácido, podendo ter altas concentrações de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), conforme o curtente utilizado.

FERRARI JÚNIOR et al (1997), baseado em três diferentes autores, faz caracterização dos efluentes líquidos de curtumes, mostrada na tabela 6 a seguir.

**Tabela 6: Características do efluente de curtumes**

DQOt (mg/l)	DQOf (mg/l)	DBO (mg/l)	S <sup>-2</sup> (mg/l)	Cr (mg/l)	SO <sup>-2</sup> (mg/l)	SST* (mg/l)	pH
6.000	2.550 3.300	1.000 1.700	240	60 160	2.000 3.300	2.000 4.000	7,3 8,3
7.250	-	2.350	26	94	-	-	8,6
1.575 4.080	-	869 1250	23 91	24,2 42,0	-	-	6,9 7,8

Fonte - Ferrari Júnior (1997)

(\*): Sólidos Suspensos Totais

## 2.5 Aspectos Legais

Em termos de legislação federal o Brasil possui a “Lei dos couros”, Lei nº. 11.211, de 19 de dezembro de 2005. Apesar do país não ter uma lei que trata especificamente dos aspectos ambientais do processo produtivo do couro, esta lei “estabelece as condições exigíveis para a identificação do couro e das matérias-primas sucedâneas, utilizados na confecção de calçados e artefatos” (Art. 1<sup>o</sup>).

O Art. 2<sup>o</sup> dessa lei obriga às empresas fabricantes ou importadoras de artefatos de couro a “identificar por meio de símbolos os materiais empregados na fabricação dos respectivos produtos, quando destinados a consumo no mercado brasileiro”. Já no Art.

7º a lei define couro como o “produto oriundo exclusivamente de pele animal curtida por qualquer processo, constituído essencialmente de derme”. De acordo com Senna (2007), o objetivo é valorizar a matéria – prima couro e proteger o consumidor quanto à autenticidade do produto.

Ainda segundo Senna (2007), em termos de legislação federal que trata sobre o controle de poluição, mesmo que de forma não específica, porém que se aplica aos curtumes, são elas:

- Lei nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e institui o licenciamento ambiental e a avaliação de impacto ambiental como instrumentos dessa Política;
- Decreto 99.274/1990, que a regulamenta a Lei nº 6.938/1981;
- Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001/1986, que trata do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental ao Meio Ambiente (EIA/RIMA);
- Resolução Conama nº 237/1997, que distribui as competências, em matéria de licenciamento, entre o Ibama, os Estados e os Municípios;
- Resolução Conama nº 357/2005, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”.

A Lei nº 6.938/1981 “dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”. O art. 9º dessa lei fala sobre os instrumentos dessa política, que são usados para manter o controle da qualidade ambiental. Dentre os vários instrumentos podemos citar como mais importantes para atividades como curtumes o “licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras” (Art. 9º, IV); e também a “avaliação de impactos ambientais” (Art. 9º, V).

O Decreto nº. 99.274, de 1990, regulamenta a Política Nacional do Meio Ambiente, dispõe no seu Art. 19º, as três licenças que deverão ser obtidas para o processo total de licenciamento do empreendimento, são elas:

I - Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento de atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;

II - Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado;

III - Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

O CONAMA exige por meio da Resolução nº. 001 de 1986, que para o processo de licenciamento ambiental o dono empreendimento deverá apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA). O Art. 9º inciso IV, ainda diz que na apresentação do RIMA, este deve apresentar “a descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação”.

A Resolução CONAMA nº. 237, de 1997, em seu Art. 2º lista as atividades sujeitas ao licenciamento e dentre elas estão as indústrias do couro, relacionadas a secagem e “salga de couros e peles, curtimento e outras preparações de couros e peles, fabricação de artefatos diversos de couros e peles, e fabricação de cola animal”.

De acordo com essa resolução, por não se enquadrarem entre as atividades de competência federal, o licenciamento de curtumes fica a cargo dos Municípios e Estados, dependendo da abrangência do empreendimento e dos impactos gerados.

No que diz respeito a lançamento de efluentes tratados, a Resolução CONAMA nº 357/2005 “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes”. O Art. 3º diz que as águas são classificadas “segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes” e assim são divididas em diferentes classes.

De acordo com a Política Nacional dos Recursos Hídricos Lei nº 9.433/97, a classificação dos corpos d'água é dada pela Resolução CONAMA N.º 20 de 18 de junho de 1986, a qual foi revogada pela Resolução CONAMA nº. 357/2005. Segundo essa Resolução as águas doces são divididas em cinco classes. São elas:

- Classe especial: são aquelas destinadas ao consumo humano, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- Classe 1: destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simples; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui e mergulho); à irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que cresçam rentes ao solo e ingeridas sem remoção de película; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
- Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutíferas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.
- Classe 3: águas destinadas ao consumo humano após tratamento convencional; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; dessedentação de animais;
- Classe 4: são destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Os parâmetros para enquadramento das águas são menos restritivos, da classe 1 para a classe 4.

Em termos de legislação estadual, o Estado de São Paulo conta com o Decreto 8468 / 76 que “dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente”, e em seu Art. 2º proíbe o lançamento de poluentes nas águas, solo e ar. O Art. 3º caracteriza os poluentes e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar ou no solo; e que de acordo com o inciso V “possam tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde; inconvenientes ao bem estar público; danosos aos materiais, à fauna e à flora prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade”.

Já o Art. 33º desse Decreto proíbe a “emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidade que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora”.

O Art. 18º e o Art. 19-A, dispõem dos parâmetros mínimos de qualidade que os efluentes de qualquer fonte poluidora devem ter. O primeiro trata dos efluentes lançados direta ou indiretamente nas redes coletoras de água, e o segundo dos “lançados em sistema de esgotos, providos de tratamento com capacidade e de tipo adequados”.

Por último com relação à poluição do solo podemos levar em consideração os Art. 51º a 55º do Decreto 8486 / 76, que diz que “não é permitido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos, em qualquer estado da matéria , desde que poluentes, na forma estabelecida no art. 3º deste Regulamento”(Art. 51º).

### **3. Curtume Touro**

O Curtume Touro localiza-se na cidade de Presidente Prudente, situada em uma região considerada como um dos maiores centros da pecuária de corte do Brasil. Foi fundado em 1979, possuindo uma área construída com cerca de 35 mil metros quadrados. Mantém uma produção diária de 1000 peles bovinas, o que representa mais de 100 mil metros quadrados de couro por mês, segundo informações obtidas diretamente na empresa (TRABALHO DE CAMPO, 2011).

Atualmente possui 186 funcionários, sendo que destes 16 estão afastados. Sua produção é terceirizada para outros dois grupos, JBS e Minerva, sendo que esta produção é destinada na sua maioria ao mercado externo, principalmente para países da Europa.

#### **3.1 Diagnostico Produtivo**

##### **3.1.1 Processo Produtivo**

Como já apresentado, segundo Pacheco (2005), os curtumes podem ser classificados em função da realização parcial ou total das etapas do processo. Dessa forma, podem-se verificar os seguintes tipos de curtume: Curtume integrado, Curtume de ‘wet-blue’, Curtume de semi-acabamento, e Curtume de acabamento.

Portanto, o curtume em estudo se enquadra na seguinte classificação: curtume de semi-acabado e curtume de acabamento.

Para a descrição das etapas a seguir foi consultado o Guia Técnico Ambiental, documento informativo, editado pela CETESB e alguns dados específicos foram obtidos por meio dos funcionários dessa unidade industrial (informações verbais obtidas entre Agosto de 2011 e Novembro de 2011), além da descrição feita por Dauer (2010).

Para chegar ao produto final à produção é dividida em três setores: Fabrica I, Fabrica II e acabamento.

O processo industrial inicia-se com a classificação visual, separando o Wet Blue de acordo com o final desejado para o produto, a espessura e os defeitos em geral. É necessário que haja esta classificação, pois as peles podem apresentar defeitos ocorridos durante sua vida animal, tais como marcas provocadas por bernes, carrapatos e outros parasitas que deixam marcas que se estendem após o abate, além de outras marcas deixadas por arames pontiagudos e outros metais. O couro é considerado de boa qualidade quando se apresenta adequadamente processado e pelas características acima descritas, ou seja, quanto menor a incidência de defeitos, melhor é a qualidade, sendo este designado para produtos como roupas, sapatos e acessórios, enquanto os de menor qualidade são encaminhados para estofados em geral. Após essa etapa ocorre o remolho nos fulões, utilizado com o objetivo de umedecer. Posteriormente ocorre o transporte aéreo do couro até a enxugadeira. Tal etapa é de operação mecânica, em que uma máquina pressiona o couro retirando o excesso de água, deixando o couro pronto para próxima etapa, que é a de rebaixamento.

No rebaixamento, a espessura do couro é ajustada por toda sua extensão, removendo o excedente de espessura na forma de pequenas tiras, denominadas serragem ou pó de rebaixamento. O couro é colocado na rebaixadeira pelo lado carnal, com o cilindro de navalhas, que gira, efetuando o rebaixamento.

O produto volta aos fulões para o recurtimento. Nessa etapa aumenta-se a resistência das fibras, engraxá-lo e tingí-lo na cor, conforme as especificações no pedido de cada cliente.

O recurtimento confere ao couro suas características finais, utilizando curtentes minerais, taninos vegetais e ou sintéticos, que tem como finalidade melhorar a resistência à tração, maior impermeabilidade, flexibilidade e elasticidade. Após o recurtimento os couros são tingidos e engraxados, sendo que o tingimento é o processo de aplicação de corantes para o tingimento da fibra da lã (pelo), sem tingir o carnal. São aplicados fixadores, ácidos, detergente e pigmentos. O couro é misturado com corante e água, variando o volume de água de acordo com a cor desejada.

Para aperfeiçoar a resistência do couro por meio da lubrificação das fibras é efetuada a etapa denominada engraxe. Após esta etapa, o couro passa pela estiradeira,

Figura 11, com a finalidade de eliminar rugas e promover maior abertura/área da peça. Posteriormente, entra num processo a vácuo, onde é eliminada a umidade. O couro abre-se ainda mais, eliminando definitivamente qualquer ruga.



**Figura 11: Estiradeira**

Fonte - Organização Curtume

Para reafirmar sua qualidade, como mostrado na Figura 12, o couro passa por novo processo de secagem, agora pela secadora aérea ou túnel de secagem.



**Figura 12: Túnel de secagem**

Fonte: Organização Curtume

A reidratação pode ou não ocorrer, dependendo do produto final. Nessa etapa o couro volta a ser molhado com água. Este processo é fundamental para continuidade dos demais processos. A Figura 13 mostra a maquinaria da etapa de reidratação.



**Figura 13: Processo de Reidratação**

Fonte: Organização Curtume

Para o couro adquirir um aspecto macio e seoso ele é passado em uma amaciadora denominada molissa, Figura 14.



**Figura 14: Molissa**

Fonte - Organização Curtume

Determinados produtos exigem "A correção da flor" quando ainda não apresentam as condições solicitadas, sendo que a sua flor corrigida por uma lixadeira, Figura 15, eliminando seus defeitos e dando uma melhor aparência em sua superfície. Neste processo o couro é lixado pela parte superior (flor do couro). Artigos como: Napas, Nobuck, CrazyHorse, Box, Estofamento e Vestuário são resultantes deste processo.



**Figura 15: Lixadeira**

Fonte: Organização Curtume

Na Fábrica II, inicialmente o Wet Blue passa na rebaixadeira, com o objetivo de deixar o couro com a espessura de acordo com o que o cliente deseja. Após ser rebaixado, o mesmo é recurtido em fulões com capacidade de 2000 Kg. O processo de recurtimento pode durar de 6 a 12 horas dependendo do procedimento operacional e do artigo a ser recurtido.

Posterior ao processo de recurtimento, os couros são colocados em cavaletes para o escoamento do excesso de água. Após, estes são enviados para secagem para reduzir sua umidade. Esta etapa utiliza uma máquina de secagem que promove uma remoção física do conteúdo da água. Ao sair da máquina, o couro é suspenso em um varal para, em seguida, ser submetido ao estiramento em “togling”, equipamento provido de grades metálicas, suspensas sobre trilhos, que possibilita fixar todo o contorno do couro por meio do uso de ganchos com retrofixação.

Estes ganchos são distribuídos de tal forma que o couro permaneça muito esticado, sendo conduzido em seguida para a estufa do equipamento, o qual permanece nesta etapa por algumas horas até realizar a completa estabilização superficial, que ocorrerá após a perda da umidade residual.

O “togling” é um equipamento que tem a finalidade de fazer com que o couro tenha um ganho de área, sendo que as expansões podem aumentar o couro de 1 a 18 cm, dependendo do tipo de artigo.

Em seguida, o couro é retirado do “togling” com a umidade entre 9 e 10%, estando pronto para a reumectação. A máquina de reumectar tem como objetivo devolver a umidade do couro, perdida no processo de secagem. O couro seco passa por uma esteira, sendo remolhado no carnal por um jato fino de água, ficando com umidade entre 14 e 16%, pronto para etapa de amaciamento na máquina molissa que ocorre na Fabrica I.

Por fim, as peles vão para o acabamento final, recebendo a pintura conforme solicitação do cliente.

Quando a pele esta pronta, esta vai para a Expedição onde é embalada e direcionada para o cliente específico.

### **3.2.1 Insumos Utilizados**

#### **a) Água**

Segundo Pacheco (2005), o consumo de água pode variar em função de diferenças de matérias-primas, de processos, de praticas operacionais e de gerenciamento.

O curtume em estudo não apresenta nenhum trabalho específico para racionalização do consumo de água, de acordo com o que foi verificado durante as visitas técnicas realizadas. Porém, por se tratar de um curtume de semi-acabamento e acabamento, os volumes consumidos deste insumo podem ser considerados menores que a média nacional.

Os dados obtidos não foram coletados, e sim fornecidos por funcionários do curtume. São dados de consumo diário de água e referem-se ao período entre os meses de Abril de 2011 a Agosto de 2011. A média de consumo diário apurada foi de 97,7 m<sup>3</sup>, sendo que a média da produção de peles é 125m<sup>3</sup>, e a média de consumo em outros setores, como escritório, banheiros e refeitório é 107m<sup>3</sup>, podendo variar conforme o ritmo de produção do curtume.

Analisando as médias diárias de consumo de água na produção de peles, observamos que o consumo é menor que a atual média do setor que fica entre 12 - 37 m<sup>3</sup>/pele salgada.

#### b) Energia Elétrica

A energia elétrica, assim como outros insumos, depende de aspectos como capacidade e quantidade de produção, tipo e estado dos equipamentos, tipo do tratamento e efluentes, existência de praticas para eficiência energética, entre outros.

A energia térmica é necessária para processos como secagem dos couros e obtenção de água quente ou aquecimento dos banhos de processo, ou ainda, energia elétrica, para equipamentos em geral e iluminação. Normalmente, os consumos mais significativos ocorrem na secagem dos couros, no aquecimento de água/banhos e nos equipamentos da estação de tratamento de efluentes, notadamente onde há processos aeróbios, com agitação vigorosa e nos fulões.

No curtume em estudo, a obtenção de água quente para os banhos do processo se faz através de uma caldeira movida BPF (óleo combustível pesado), diminuindo a utilização de energia elétrica, porém utilizando um meio mais caro e poluente. Como não ocorre um tratamento de efluentes por processo aeróbio, não ocorrem grandes gastos de energia nesse setor. A média de consumo mensal é 107.627 KW (Dados obtidos durante as visitas técnicas).

O consumo médio diário de óleo diesel e de aproximadamente 1100 litros.

Abaixo segue foto das Caldeiras (Foto 16).



**Figura 16: Casa das Caldeiras**

### c) Produtos Químicos

Segue uma tabela em anexo contendo os produtos químicos utilizados em todos os processos do curtume.

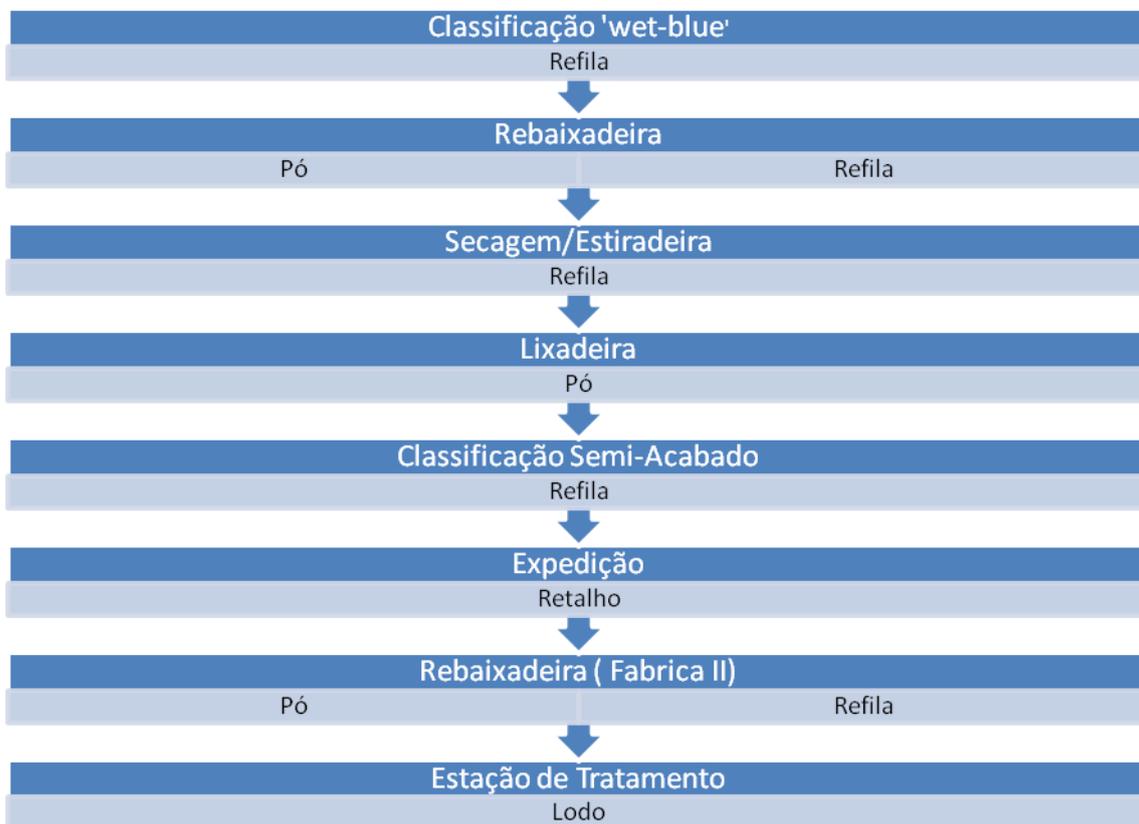
## **3.2 Diagnóstico Ambiental**

### **3.2.1 Rejeitos Gerados em todo Processo**

Após todo o processo produtivo do couro, são gerados resíduos sólidos e líquidos como observados no fluxograma abaixo (Figura 17). Os principais resíduos sólidos gerados são: pó, refila (retalhos de couro) e lodo. O principal rejeito líquido gerado é o

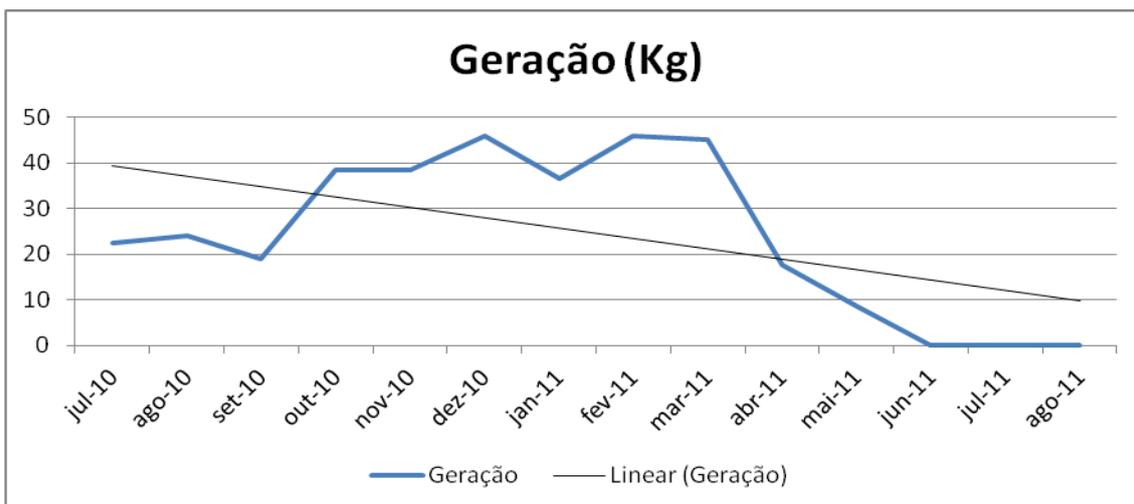
efluente. Os efluentes líquidos e o lodo objetos de maior interesse terão mais destaque no tópico 3.3.

É possível destacar também a geração de papel, sacos, materiais de escritório e resíduos orgânicos (restos de comida). Foram coletados dados de um ano (julho de 2010 a agosto de 2011) da produção, mostrando o total de pó, refila e lodo gerados.



**Figura 17: Fluxograma resúduos gerados**

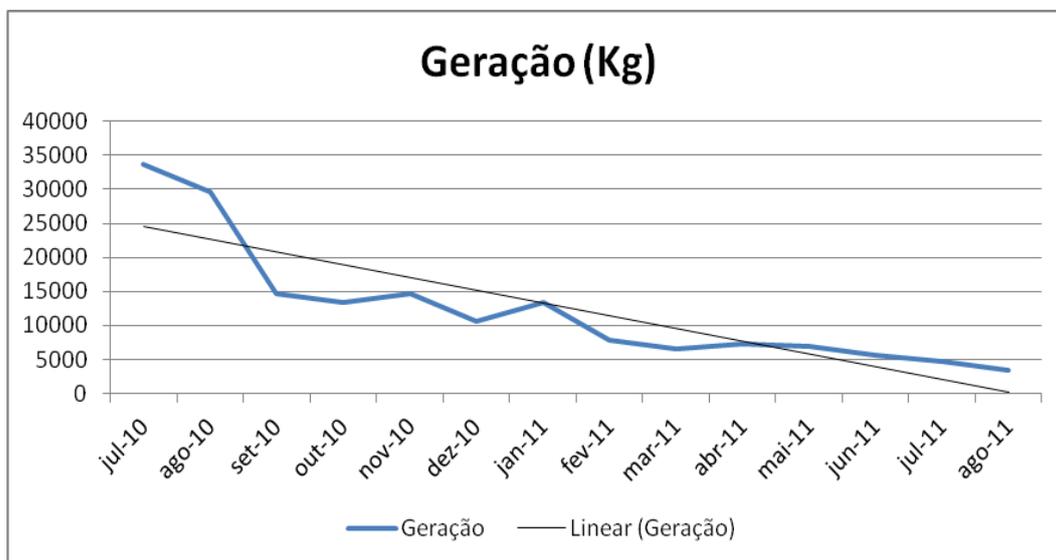
Abaixo segue o gráfico (Figura 18) do total de Refila gerado por mês na Classificação 'Wet-Blue'.



**Figura 18: Gráfico geração resíduos Classificação 'Wet-Blue'**

Observamos que a geração de resíduos dos meses de julho de 2010 a setembro de 2010 se manteve constante, sendo que houve um brusco aumento no mês de outubro de 2010 onde se manteve constante até março de 2011 onde caiu praticamente a zero em junho de 2011.

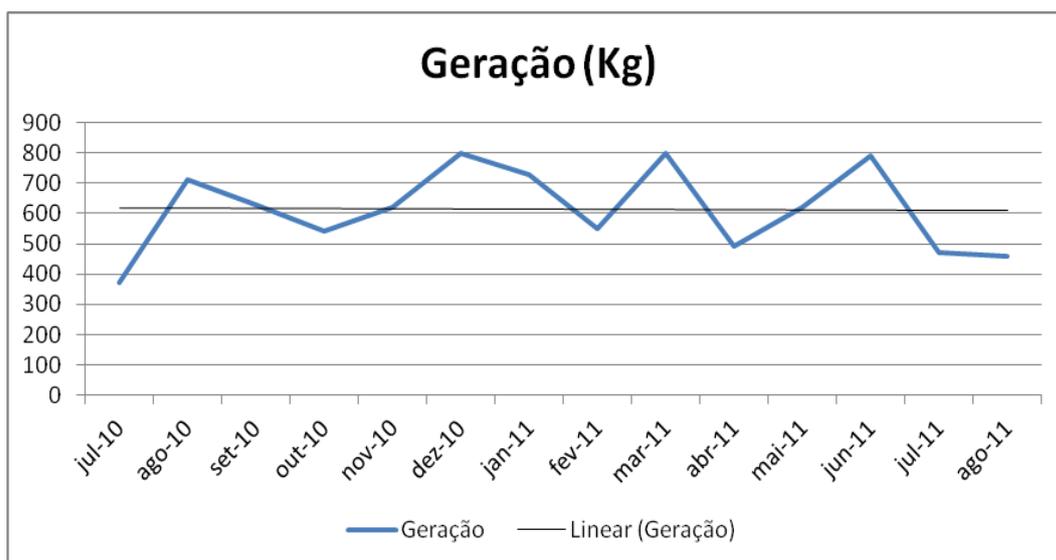
No gráfico abaixo (Figura 19) segue o total de resíduos gerados por mês na Rebaixadeira.



**Figura 19: Gráfico de resíduos gerados Rebaixadeira**

Observamos que esta etapa é o processo com maior geração de resíduos. Através do gráfico observamos que após agosto de 2010 houve uma queda na geração devido a diminuição da produção fabril.

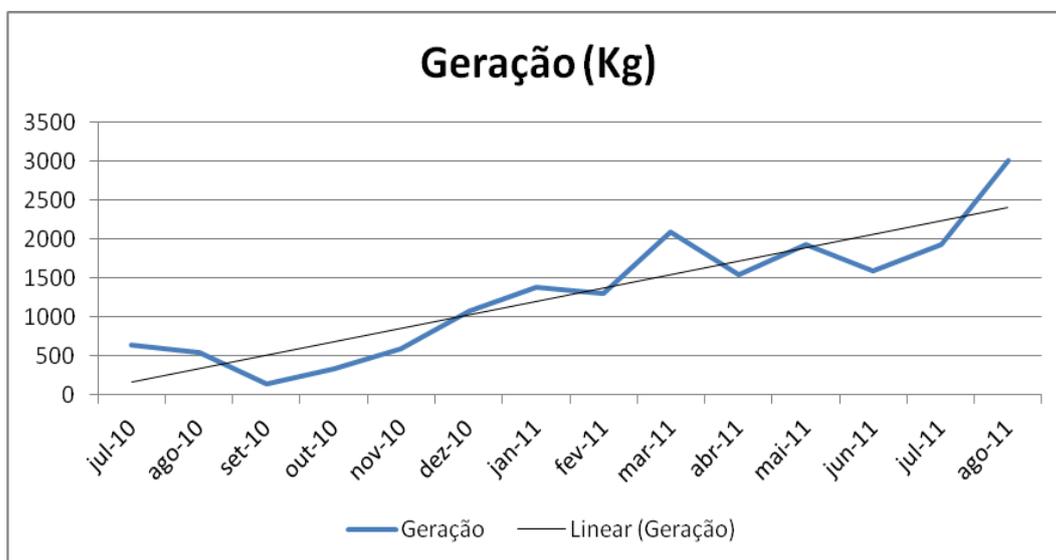
Abaixo segue o total de resíduos gerados no processo de Secagem/Estiradeira.



**Figura 20: Gráfico de resíduos gerados Secagem/Estiradeira**

Através do gráfico observamos que houve um oscilamento na geração de pó. Este oscilamento ocorreu devido à falta de gestão de resíduos sólidos, não ocorrendo períodos pré-determinados para retirada de resíduos.

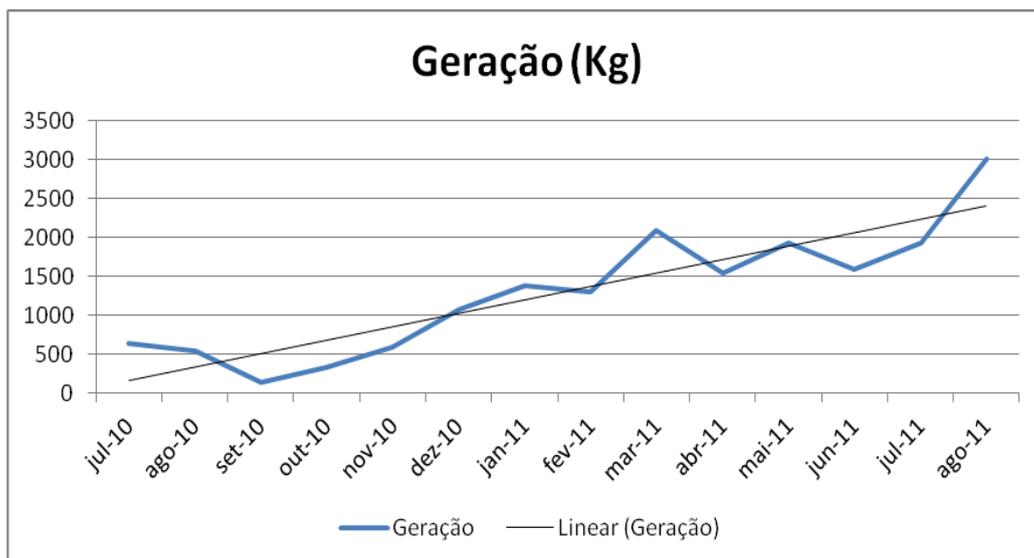
No gráfico abaixo (Figura 21) segue o total de pó gerado na Lixadeira.



**Figura 21: Gráfico de resíduos gerados Lixadeira**

Observamos que houve um aumento gradativo da geração de resíduos pela lixadeira, não há uma explicação correta pois não há uma relação com a produção fabril pois neste mesmo período houve um queda na produção.

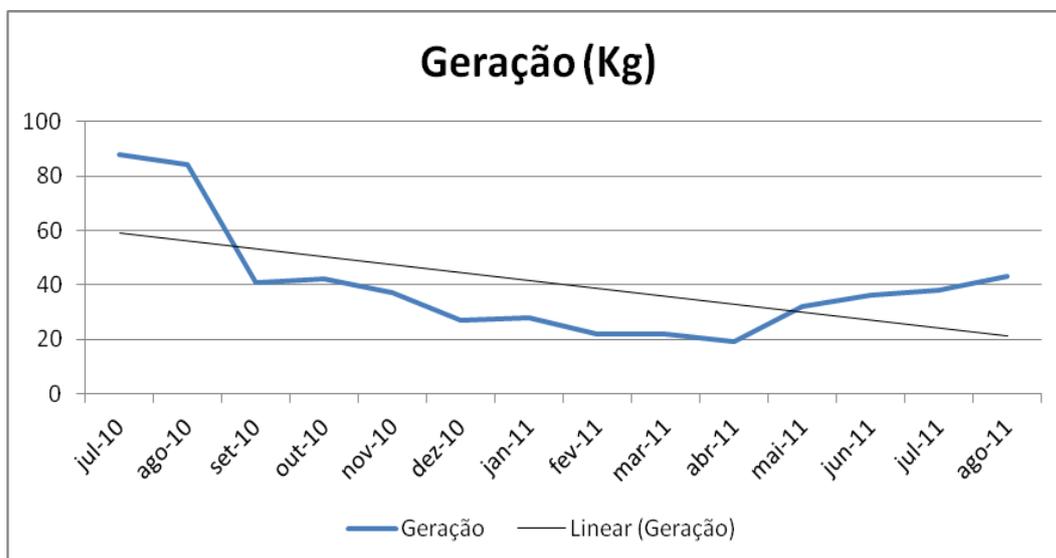
Abaixo segue o total de pó gerado na Classificação de semi-acabados.



**Figura 22: Gráfico de resíduos gerados no Semi-acabamento**

Assim como o gráfico acima não há uma correspondência com a produção fabril, este oscilamento deve-se principalmente a má gestão dos resíduos.

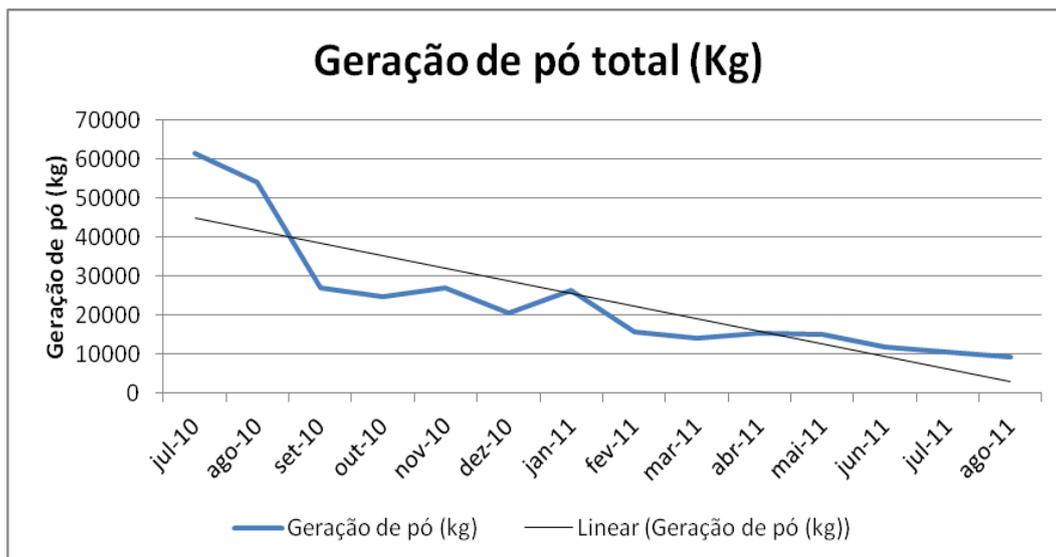
Abaixo segue a quantidade de pó gerado na Expedição.



**Figura 23: Gráfico de resíduos gerados na Expedição**

Observamos através do gráfico que houve uma diminuição dos resíduos gerados no meses de agosto de 2010 até abril de 2011 acontecendo um pequeno aumento nos meses posteriores

Abaixo segue o gráfico (Figura 24) da geração total de resíduos.



**Figura 24: Geração Total de Resíduos**

O armazenamento dos resíduos gerados não está em conformidade com a legislação vigente, pois estes são armazenados em local aberto, sem nenhuma embalagem, junto com outros resíduos (Figura 25) o armazenamento inadequado causa grandes impactos ao solo, pois há liberação de cromo e outros produtos químicos presentes nos resíduos gerados.

Abaixo seguem fotos dos locais de armazenamento dos rejeitos gerados (Foto 26) e do transporte do rejeito para aterro industrial localizado na cidade Paulínia-SP.(Foto 27).



**Figura 25: Rejeitos Gerados**



**Figura 26: Rejeitos Gerados**



**Figura 27: Transporte Rejeitos Gerados**

### **3.2.2 Processos na CETESB**

Após coleta de dados na CETESB foi confeccionados Quadros mostrando o histórico de multas e processos na área de tratamento de efluentes, nestes Quadros são apresentados o número dos processos, as análises realizadas, o valor das multas, as não conformidades e observações do porque do não cumprimento da legislação e dos problemas gerais causados.

- Processo nº. 12/00263/00

Enquadramento: Artigo 18, inciso IV e V do Regulamento da Lei nº. 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo decreto nº. 8486, de 08 de setembro de 1976 e suas alterações.
Irregularidades: lançamento dos efluentes líquidos industriais no córrego Guaiuvira, em desacordo com a legislação vigente.
Multa: 1000 * (valor da UFESP) = R\$ 13.930,00
<p>Comentário: Foram escolhidos os seguintes pontos de coleta de amostra de água:</p> <p>(1) – Efluente bruto após o STAR.</p> <p>(2) – Córrego Guaiuvira, à montante do lançamento.</p> <p>(3) - Córrego Guaiuvira, à jusante do lançamento.</p> <p>(4) – Efluente líquido industrial bruto proveniente do caleiro, antes do STAR.</p> <p>(5) – Efluente líquido industrial bruto proveniente do curtimento, antes do STAR.</p> <p>(6) – Efluente líquido industrial “in natura”, antes de atingir o corpo receptor.</p> <p>E os Resultados foram os seguintes:</p> <p>(1): pH = 7,8, DBO = 2,21 x E<sup>3</sup> mg/L, DQO = 4,10 x E<sup>3</sup> mg/L, OG = 390 mg/L, Sólidos Sedimentáveis = 15 ml/L.</p> <p>(2): pH = 7,2, DBO = 153 mg/L, DQO = 330 mg/L.</p> <p>(3): pH = 7,6, DBO = 424 mg/L, DQO = 1,05 E<sup>3</sup> mg/L.</p> <p>(4): pH = 11,8, DBO = 2,13 E<sup>3</sup> mg/L, DQO = 3,98 E<sup>3</sup> mg/L.</p> <p>(5): pH = 7,2, DBO = 1,69 E<sup>3</sup> mg/L, DQO = 6,87 E<sup>3</sup> mg/L.</p> <p>(6): pH = 3,6, DBO = 630 mg/L, DQO = 3,63 E<sup>3</sup> mg/L.</p> <p>Eficiência de 19 % de remoção da carga orgânica.</p> <p>Dessa maneira podemos observar que o efluente lançado no corpo receptor possuía pH= 3,6, DBO= 630 mg/L , DQO=3630 mg/L. Através dos dados obtidos observamos que são valores muito altos, que mudam as características químicas e biológicas do córrego Guaiuvira, observadas no ponto (3). Assim evidenciamos a irregularidade, que por sua vez gerou uma multa no valor de 13.930,00 reais. Observando os valores dos parâmetros a montante e a jusante do lançamento no córrego observamos que houve um aumento significativo, principalmente na DBO (271 mg/L) e DQO (675 mg/L) causando uma brusca diminuição da qualidade do córrego.</p> <p>Esse é um custo que poderia ter sido evitado pela empresa caso o tratamento tivesse sido realizado corretamente, pois além dos gastos de mão de obra, insumos (energia, produtos químicos) houve os gastos com a multa recebida. Além disso, com o tratamento correto o efluente lançado no córrego não causaria tantos impactos ambientais ao meio.</p>

Quadro 1: Processos nº. 12/00263/00

- Processo nº. 02/00145/93

Enquadramento: Artigo 18, inciso IV e V do Regulamento da Lei nº. 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo decreto nº. 8486, de 08 de setembro de 1976 e suas alterações.
Irregularidades: Lançamento de efluente líquido “in natura”, proveniente da máquina de pintura, no córrego Guiauvira.
Multa: 1000 x (valor UFESP) = 1206070 cruzeiros
<p>Comentário: Foram escolhidos os seguintes pontos de coleta de amostra de água:</p> <p>(1), (6) e (7) – ELI final após o STAR e antes de atingir o corpo receptor.</p> <p>(3) – Córrego Guiauvira, à montante do lançamento.</p> <p>(2) - Córrego Guiauvira, à jusante do lançamento.</p> <p>(4) – Efluente líquido proveniente da máquina de pintura, lançado diretamente no corpo receptor.</p> <p>(5) – Efluente líquido antes do sistema de tratamento.</p> <p>Resultados:</p> <p>(1): DBO = 5,09 x 10<sup>3</sup> mg/L, DQO = 12,0 x 10<sup>3</sup> mg/L, OG = 237, pH = 7,5.</p> <p>(2): DBO = 4,94 x 10<sup>3</sup> mg/L, DQO = 11,9 x 10<sup>3</sup> mg/L, OD = 1,7, pH = 6,5.</p> <p>(3): DBO = 1,69 x 10<sup>3</sup> mg/L, DQO = 3,64 x 10<sup>3</sup> mg/L, OD = 0,0, pH = 7,4.</p> <p>(4): DBO = 1,04 x 10<sup>3</sup> mg/L, DQO = 1,89 x 10<sup>3</sup> mg/L, OG = 12, pH = 7,6.</p> <p>(5): DBO = 13,3 x 10<sup>3</sup> mg/L, DQO = 40,7 x 10<sup>3</sup> mg/L, pH = 4,5.</p> <p>(6): DBO = 405 mg/L, DQO = 770 mg/L, pH = 8,1, Sólidos sedimentáveis = &lt; 0,1.</p> <p>(7): DBO = 302 mg/L, DQO = 750 mg/L, pH = 8,2, Sólidos sedimentáveis = &lt; 0,1.</p> <p>Através dos dados obtidos nas análises realizadas observamos que antes do lançamento no córrego a DBO= 1690 mg/L, DQO=3640 mg/L e Ph= 7,4, após o lançamento estes valores aumentaram bruscamente, alterando as propriedades químico biológicas do córrego em questão, após o lançamento os valores de DBO= 4940 mg/L, DQO= 11900 mg/L e pH= 6,5.</p> <p>Podemos observar que por não cumprir de acordo com a legislação em vigência, a empresa foi penalizada com uma multa no valor de (valor) reais, essa externalidade poderia ter sido internalizada pela empresa, de maneira que, caso houvesse o tratamento correto do efluente esse valor não teria sido cobrado da firma, e seria um gasto que nunca teria existido. Além do benefício monetário a empresa não estaria causando tanto impacto ambiental ao meio.</p>

Quadro 2: Processos nº. 02/00145/93

- Processo nº. 12/00080/93

Enquadramento: Artigo 18, inciso III e V do Regulamento da Lei nº. 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo decreto nº. 8486, de 08 de setembro de 1976 e suas alterações.
Irregularidades: Lançamento efluente líquido “in natura”, proveniente da máquina de pintura, no córrego Guaiuvira.
Multa: -
<p>Comentário:</p> <p>(1), (5) e (6) – Efluente Líquido Industrial final após o STAR e antes de atingir o corpo receptor.</p> <p>(2) – Efluente líquido antes do sistema de tratamento.</p> <p>(3) – Córrego Guaiuvira, à montante do lançamento.</p> <p>(4) – Córrego Guaiuvira, à jusante do lançamento.</p> <p>(7) – Efluente líquido proveniente da máquina de pintura, lançado diretamente no corpo receptor.</p> <p>Resultados:</p> <p>(1): DBO = 335 mg/L, DQO = 578 mg/L, pH = 8,2, OG = 78, Resíduos sedimentáveis = &lt; 0,1.</p> <p>(2): DBO = 3,47 x 10<sup>3</sup> mg/L, DQO = 11,2 x 10<sup>3</sup> mg/l, pH = 4,6, Resíduos sedimentáveis = 180.</p> <p>(3): DBO = 254 mg/L, DQO = 502 mg/L, pH = 7,0, OD = 1,9.</p> <p>(4): DBO = 363 mg/L, DQO = 871 mg/L, pH = 0,9, OD = 7,5.</p> <p>(5): DBO = 160 mg/L, DQO = 586 mg/L, pH = 8,0, Resíduos sedimentáveis = 0,5.</p> <p>(6): DBO = 706 mg/L, DQO = 2,13 x 10<sup>3</sup> mg/L, pH = 7,7, Resíduos sedimentáveis = 0,5 ml/L.</p> <p>(7): DBO = 778 mg/L, DQO = 1,43 x 10<sup>3</sup> mg/L, pH = 7,0, Resíduos sedimentáveis = 1,5 mg/L.</p> <p>Podemos observar que foram lançados materiais sedimentáveis em quantidade maior a 1,0 ml/l (um mililitro por litro), além disso observando os valores dos outros parâmetros concluímos que houveram mudanças significativas nas propriedades químico biológicas do córrego Guaiuvira. Houve um aumento de 109 mg/L na DBO e um aumento de 369 mg/L na DQO. O que originou uma multa, além de causar um impacto negativo ao meio ambiente.</p> <p>Esse gasto também poderia ter sido evitado, caso houvesse um tratamento realizado com qualidade e padrões fixos, já que a falta de mão de obra especializada e o tratamento inadequado causaram estes impactos.</p>

Quadro 3: Processo nº. 12/00080/93

- Processo nº. 12/00263/00

Enquadramento: Artigo 18, inciso IV e V do Regulamento da Lei nº. 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo decreto nº. 8486, de 08 de setembro de 1976 e suas alterações.
Irregularidades: Lançamento de efluente líquido industrial no córrego Guaiuvira, após tratamento, em desacordo com padrão de emissão estabelecido pela legislação vigente.
Multa: 500 x (valor UFESP) = 4635,00
<p>Comentário:</p> <p>Análises:</p> <p>(1) - Efluente após o tratamento: DBO = 2,21 x E<sup>3</sup> mg/L, DQO = 5,28 x E<sup>3</sup> mg/L, OG = 210 ml/L, Sólidos sedimentáveis = 8,0 ml/L.</p> <p>(2) - Efluente líquido industrial bruto proveniente do caleiro, antes do STAR: DBO = 2,49 x E<sup>3</sup> mg/L, DQO = 3,73 x E<sup>3</sup> mg/L.</p> <p>(3) - Efluente líquido industrial bruto proveniente do curtimento, antes do STAR: DBO = 523 mg/L, DQO = 1,36 x E<sup>3</sup> mg/L.</p> <p>(4) – Córrego Guaiuvira, à montante do lançamento: DBO = 234 mg/L, DQO = 488 mg/L.</p> <p>(5) – Córrego Guaiuvira, à jusante do lançamento: DBO = 691 mg/L, DQO = 1,42 x E<sup>3</sup> mg/L.</p> <p>De acordo com as análises realizadas, a empresa não está de acordo com a legislação, essa irregularidade resultou em uma multa no valor de (4635,00) reais, e dessa maneira esse gasto externo poderia ter sido evitado. Outro benefício é que o impacto ambiental causado pela empresa teria sido bem menor.</p>

Quadro 4: Processo nº. 12/00263/00

- Processo nº. 12/00162/92

Enquadramento: 2º combinado com 3º inciso V e parágrafo único.
Irregularidades: Emissão de substâncias provenientes do STEI (lagoa aerada e lagoa facultativa) e dos resíduos de carnaças armazenadas no pátio da firma ao ar livre, em quantidades perceptíveis fora da área da firma.
Multa: 298.481,13 cruzeiros
Comentário: A má gestão do tratamento de efluentes causou duas irregularidades no processo, sendo que uma se trata da emissão de substâncias provenientes do STEI, causando mau cheiro nas redondezas. O armazenamento indevido dos resíduos de carnaças no pátio causa poluições atmosféricas devido ao forte odor, além disso causa poluição do solo devido ao armazenamento indevido. Assim podemos mais uma vez evidenciar que a além de impactar negativamente o ambiente essa irregularidade gerou uma multa, que poderia ter sido evitada caso houvesse uma preocupação maior por parte da empresa. Isso nos ajuda a mostrar à empresa que compensa tratar e destinar corretamente o efluente, para que esse gasto não venha a existir.

Quadro 5: Processo nº. 12/00162/92

- Processo nº. 12/00014/92

Enquadramento: Artigo 2º combinado com 3º inciso V.
Irregularidades: Emitir substâncias odoríferas na atmosfera, provenientes do sistema de tratamento dos efluentes líquidos industriais (tanque de oxidação de sulfetos), em quantidades perceptíveis fora da área da firma.
Multa: 149.240,57 cruzeiros.
Comentário: Através da multa ainda em cruzeiros, concluímos que os problemas com o tratamento de efluentes e sua operação vem sendo constante ao longo do tempo e que caso houvesse um tratamento adequado e uma operação correta poderia ter sido evitados muitos gastos com multas e externalidades obtidas ao longo do tempo. Estes valores poderiam ter sido empregados no próprio tratamento ou em outras melhorias para planta. Além disso não teria sido necessário o fechamento de uma parte da produção caso este estivesse em conformidade com a legislação vigente.

Quadro 6: Processo nº. 12/00014/92

- Processo nº. 12/00392/06

Enquadramento: Artigo 13 inciso IV e Artigo 18 inciso IV e V.
Irregularidades: Lançamento de efluente líquido industrial no córrego Guaiuvira, após tratamento, em desacordo com padrão de emissão estabelecido pela legislação vigente
Multa: 301 x (valor UFESP) = 4192,93
Comentário: Podemos notar mais uma vez que caso houvesse um maior controle da poluição dos efluentes líquidos por parte da empresa, essa multa não teria sido gerada, economizando à empresa o valor de (4192,93) reais, que poderiam ter sido aplicados de uma outra maneira; além de não prejudicar o meio ambiente.

Quadro 7: Processo nº. 12/00392/06

Deve-se salientar que existem outros processos tanto de poluição do ar quanto poluição do solo que apresentam sérios danos ao meio ambiente, porém não citados no trabalho.

### **3.3 Tratamento Atual**

#### **3.3.1 Caracterização do Tratamento Atual**

Segundo CHERNICHARO et al (1996) grande parte dos curtumes possuem sistema de tratamento de efluentes, quase sempre compostos por unidades convencionais de precipitação e reaproveitamento do cromo, basicamente em unidade de tratamento

físico-químico e para oxidação dos sulfetos em unidades de tratamento biológico, usualmente lodos ativados ou lagoas aeradas nas suas mais diversas variações. O curtume em estudo possuía um tratamento neste modelo, porém após a mudança de curtume integrado para curtume de acabamento, o tratamento também mudou sendo que as etapas do tratamento atual serão descritas a seguir.

Para descrição das etapas do tratamento utilizado no curtume, foi utilizada descrição técnica dos equipamentos utilizados, outros dados foram obtidos no período do trabalho de campo realizado de agosto de 2011 a novembro de 2011.

O efluente oriundo de todo o processo fabril é recolhido em uma caixa principal denominada 'Pulmão' com volume de 120 mil litros. O efluente não passa por peneira. Essa caixa é dividida em três partes, a primeira e segunda caixa com volume de 30 mil litros cada uma, recebem o efluente dos dois fulões maiores da fabrica I, este efluente é reutilizado nos processos de recurtimento (Figura 28). A outra parte da caixa com volume de 60 mil litros recebe os efluentes oriundos do recurtimento e pintura, fabrica I e da fabrica II, sendo que este efluente é encaminhado para tratamento (Figura 29).



**Figura 28: Caixas de Reutilização**



**Figura 29: Caixa de recebimento de efluente para tratamento**

Logo após, o efluente é lançado para quatro caixas com agitadores, denominadas ‘caixa 1’, ‘caixa2’, ‘caixa 3’ e ‘caixa 4’ (Figura 30), sendo que a quantidade de efluentes gerados determina a quantidade de caixas utilizadas, caso a produção seja alta, utiliza-se as quatro caixas, sendo que cada uma delas tem volume de cem mil litros, sendo noventa mil úteis.

Nas caixas é adicionada Cal para controle do PH. Segundo os funcionários encarregados a quantidade de cal utilizada varia conforme a cor da água, porém a média diária é de 127,75 Kg (dados obtidos entre dezembro de 2010 a agosto de 2011). São realizadas análises de PH, utilizando o PHmetro (Figura 31). O efluente chega com PH em torno de 3,80 – 4,50, após a adição de cal o PH sobe para 8,00 – 8,30. Dependendo da qualidade da água (análise visual pela cor) é adicionada mais cal, podendo o PH variar em torno de 9,0 – 9,50. A adição de cal deve ser melhor monitorada pois quando PH ultrapassar o valor de 9, este ultrapassa a legislação para rios classe 4, uma vez que nestes casos o PH deve estar entre 6 e 9.



**Figura 30: Caixa que ocorre adição de Cal e P.A.C.**



**Figura 31: Laboratório**

Após as análises de PH, adiciona-se o PAC (Poli cloreto de Alumínio) nas próprias caixas e a quantidade utilizada varia conforme a “cor” do efluente recebido. O PAC melhora a turbidez do efluente. São realizadas novas análises visuais do efluente.

Caso este apresente um aspecto bom (determinado pelos funcionários), as caixas são abertas e é adicionado o polímero (Figura 32) para coagulação dos sólidos presentes no efluente.



**Figura 32: Adição de Polímero**

O efluente é lançado para quatro decantadores (Figura 33) com volume de 40 mil litros. Os decantadores tem o papel de separação das fases líquida e sólida e assim melhorar a turbidez do efluente em tratamento. Após a coagulação dos sólidos presentes no efluente ocorre a sedimentação da parte sólida nos decantadores. Este processo não possui um tempo de retenção determinado, variando conforme a produção, porém por ser de origem orgânica é aconselhável que este não fique por muito tempo nos decantadores para que não ocorra a anaerobiose e a conseqüente formação de gases que causam a flutuação de aglomerados de lodo. Após passar pelos decantadores, o efluente passa por uma centrífuga (Figura 34) onde ocorre a separação do lodo e do efluente tratado. O efluente tratado passa por uma calha Parshall (Figura 35), onde é medida sua vazão e adicionado anti-espumante (o cal causa grande quantidade de espuma).



**Figura 33: Decantadores**



**Figura 34: Centrifuga**



**Figura 35: Calha Parshall e Adição de antiespumante**

Após o tratamento descrito o efluente é lançado no córrego Guaiuvira (Figura 36).



**Figura 36: Canal de Lançamento no Córrego Guaiuvira**



**Figura 37: Efluente sendo lançado no Córrego**

### **3.3.2 Insumos Utilizados**

Os insumos utilizados no processo de tratamento de efluentes são: Cal, Polímero, Anti-Espumante e P.A.C.

#### **a) Cal**

A Cal é adicionada ao processo para redução do PH do efluente, a quantidade de cal varia conforme as análises de PH. São feitas duas ou três análises em cada caixa de agitação. A primeira análise ocorre enquanto o efluente está bruto. Logo após, a adição de Cal é feita uma nova análise. Caso o efluente esteja de acordo com o PH ótimo entre 8,0 até 8,30 e turbidez adequada, não ocorre mais adição de cal, caso esteja com o PH

baixo ou com turbidez alta é adicionada mais cal e feita uma nova análise. São realizadas análises visuais da turbidez do efluente pelos dois funcionários responsáveis.

Abaixo segue figura (Figura 38) do local de armazenamento de Cal.



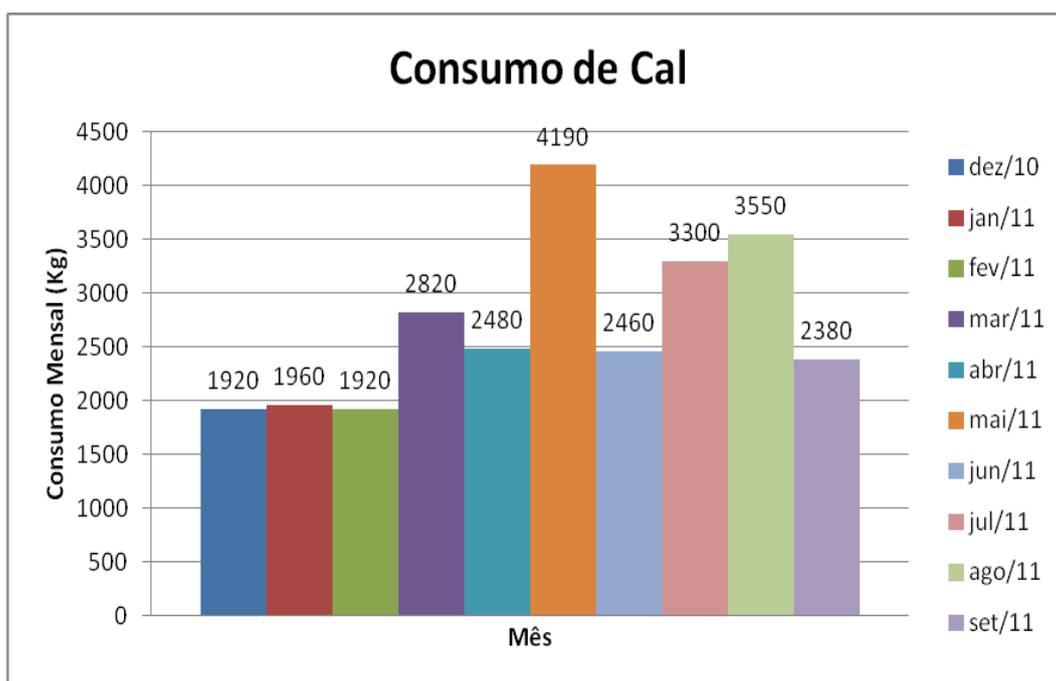
**Figura 38: Armazenagem de Cal**

A quantidade total de cal utilizada entre dezembro de 2010 e setembro de 2011 foi de 26900Kg.

A quantidade média de cal no mesmo período foi de 127,75 Kg por dia.

Era utilizada outra marca nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, porém esta marca possuía um preço mais alto, sendo intão preterida pela marca atual Votorantim Ítau, que possui um preço mais baixo porém é necessário um maior consumo para os mesmos resultados, como pode ser observado no gráfico abaixo.

Abaixo segue o gráfico de consumo de cal nos meses de dezembro de 2010 a setembro 2010 a setembro de 2011



**Figura 39: Gráfico do Consumo de Cal**

Através do gráfico observamos que o mês de maior consumo foi maio de 2011, este consumo foi o mais elevado, pois foi o mês com a maior produção dos meses relacionados, sendo observado também pela produção de pó e refila nos gráficos anteriores.

#### b) Poli Cloreto de Alumínio (P.A.C)

Segundo o site da empresa Stalge Sunrise o Policloreto de Alumínio é um composto inorgânico completamente solúvel em água e, em função da sua estrutura polimérica, tem uma propriedade eficiente de floculação numa grande faixa de PH, inclusive a baixas temperaturas.

É utilizado no tratamento de água potável; água de piscina; no tratamento de efluentes industriais; na indústria de bebidas, indústria alimentícia; na indústria de papel etc. Alguns dos benefícios do produto são:

- É efetivo em uma larga faixa de PH;
- Forma flocos grandes, rígidos e pesados, elevando a velocidade de decantação;
- Remove eficientemente a carga orgânica/inorgânica do líquido a ser tratado;
- Forma líquida, permite fácil manuseio, estocagem e aplicação;
- Baixo custo.

O PAC é aplicado junto com a Cal e suas principais funções são melhorar a turbidez e remoção da carga orgânica/inorgânica do efluente tratado. A quantidade de PAC utilizada no tratamento varia conforme as características do efluente tratado. Caso o efluente apresente uma alta turbidez é necessário que utilize mais PAC. Após a adição do PAC e da CAL são feitas análises do PH, utilizando o PHmetro e análises visuais da turbidez. Caso este apresente a qualidade desejada pelo funcionário responsável, o efluente parte para próxima etapa do processo. Abaixo segue figura (Figura 40) do armazenamento de P.A.C.

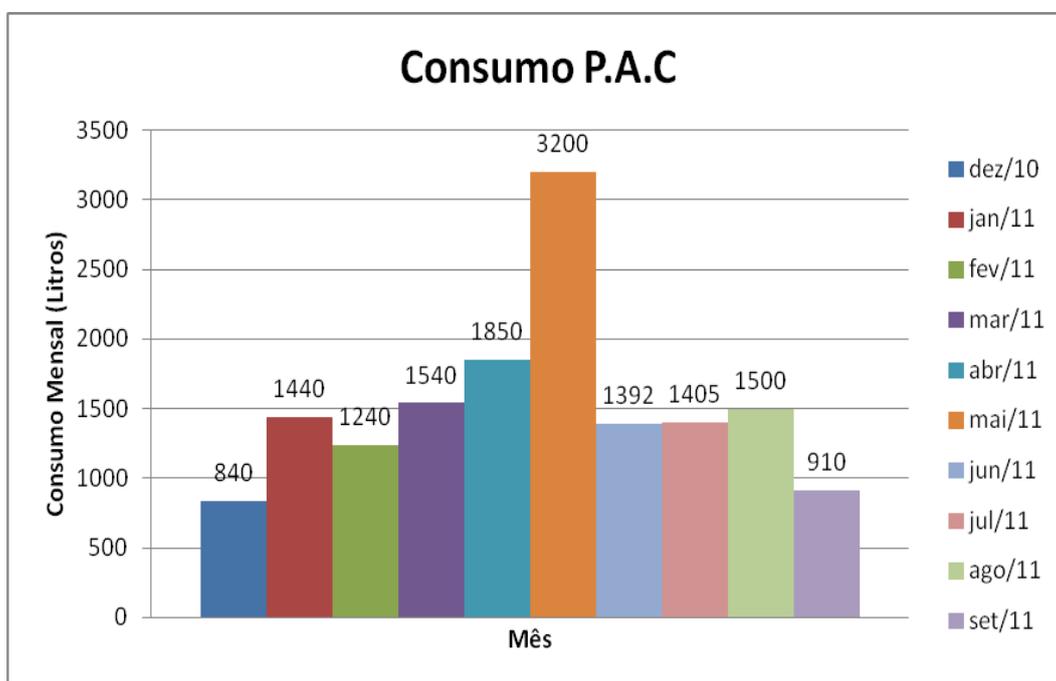


**Figura 40: Armazenagem de P.A.C.**

A quantidade total de PAC utilizada entre dezembro de 2010 e setembro de 2011 foi de 15317 litros.

A quantidade média de PAC no mesmo período foi de 69,62 litros por dia útil.

O alto consumo de P.A. C implica em um efluente com uma alta turbidez, pois para que o efluente se torne adequados aos padrões é necessário um alto consumo de PAC.



**Figura 41: Gráfico de Consumo de P.A.C.**

Observamos através do gráfico acima que o mês de maior consumo foi o de maio de 2011 que foi o mês com maior produção, portanto com maior geração de efluentes.

### c) Polímeros

Os polímeros tem papel na floculação dos particulados do efluente. Segundo o site da empresa Snatural os polímeros sintéticos utilizados no curtume, são também denominados polímeros de poliacrilamida, estes são orgânicos, também chamados de

polieletrólitos, são essencialmente lineares e solúveis em água com pesos moleculares que variam de algumas centenas de milhares a dez milhões ou mais.

São caracterizados pela carga elétrica que pode ser negativa (aniônica), positiva (catiônica) ou não iônica. Um floculante aniônico irá se atrair a cargas positivas como é o caso de sais e hidróxidos metálicos. Um floculante catiônico vai se ligar a cargas negativas como o silicone ou substâncias orgânicas, contudo a regra tem exceções e floculantes aniônicos podem flocular argilas eletronegativas. São os polímeros de uso mais comuns e os polieletrólitos são utilizados em sistemas de água e tratamento de águas residuais. Os polímeros estão disponíveis na forma de pó que após solubilizado em água, se torna um líquido bastante viscoso.

No curtume a quantidade total de polímero utilizado no período de dezembro de 2010 a setembro de 2011 foi de 111060 litros.

A quantidade média diária de polímero para o mesmo período foi de 370,2 litros.

Abaixo segue o gráfico do consumo de polímero.

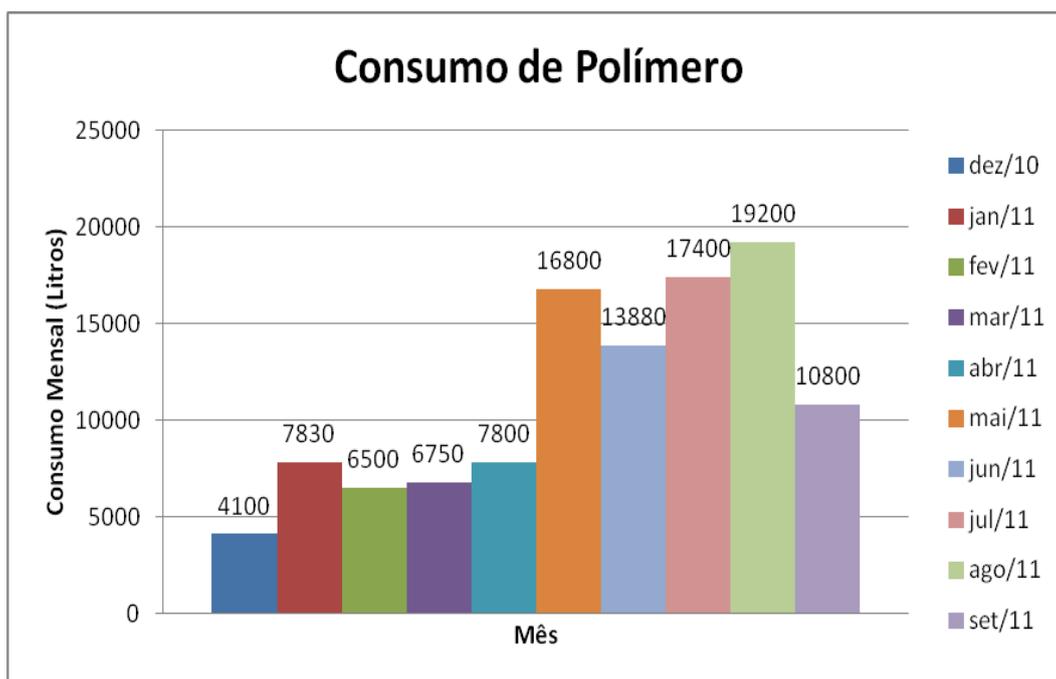


Figura 42: Gráfico de Consumo de Polímeros

Observamos que houve três meses, Maio, Julho e Agosto, com alto consumo de polímero, sendo que Agosto apresenta os maiores consumos por apresentar a maior produção fabril do período estudado.

Abaixo segue figura (Figura 43) de armazenamento de polímero



**Figura 43: Armazenamento de polímero**

d) Antiespumante

Segundo o site da empresa Onibras química produtiva os antiespumantes são substância que contém uma combinação de partículas sólidas hidrófobas (sílica, cera, etc) e óleo de silicone. A esta mistura são adicionados outros componentes, para facilitar o processamento e controlar qualquer efeito colateral indesejável. A eficácia dos compostos antiespumantes se deve ao fato da sua tensão superficial ser sempre menor que a parede das bolhas de espuma.

Segundo a empresa Silaex a escolha do antiespumante deve atender os seguintes padrões:

- O produto escolhido não deve reagir ou alterar o sistema e deve resistir à temperatura do processo;
- O antiespumante deve ser dispersível no sistema; considerar as condições de adição e dispersão;

- O peso específico do antiespumante deve ser um pouco menor ou igual ao do meio espumante;
- Em sistemas aquosos também se considera a faixa do pH do meio;
- Para sistemas aquosos usam-se emulsões ou auto-emulsionáveis; para sistemas não aquosos usam-se compostos (100%).

No tratamento do curtume em questão o antiespumante usado tem obtidos bons resultados, pois este acaba com a espuma causada pela grande adição de cal nas caixas.

Abaixo segue figura (Figura 44) do local de armazenamento de Antiespumante.

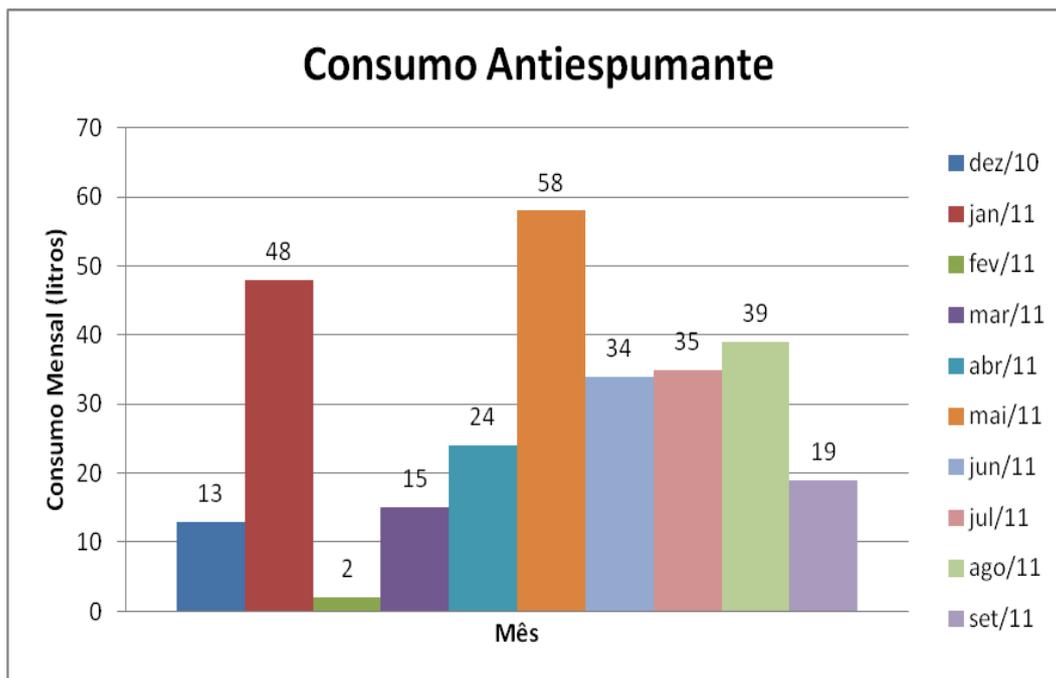


**Figura 44: Armazenamento  
Antiespumante**

O volume total de antiespumante usados nos meses de dezembro de 2010 a setembro de 2011 foi de 287 litros.

O volume médio utilizado por dia foi de 1,30 litros.

Abaixo segue o gráfico do consumo mensal de antiespumante



**Figura 45: Consumo de Antiespumante**

Observamos através do gráfico que assim como os outros insumos utilizados o mês de maio de 2011 houve o maior consumo devido a maior produção fabril.

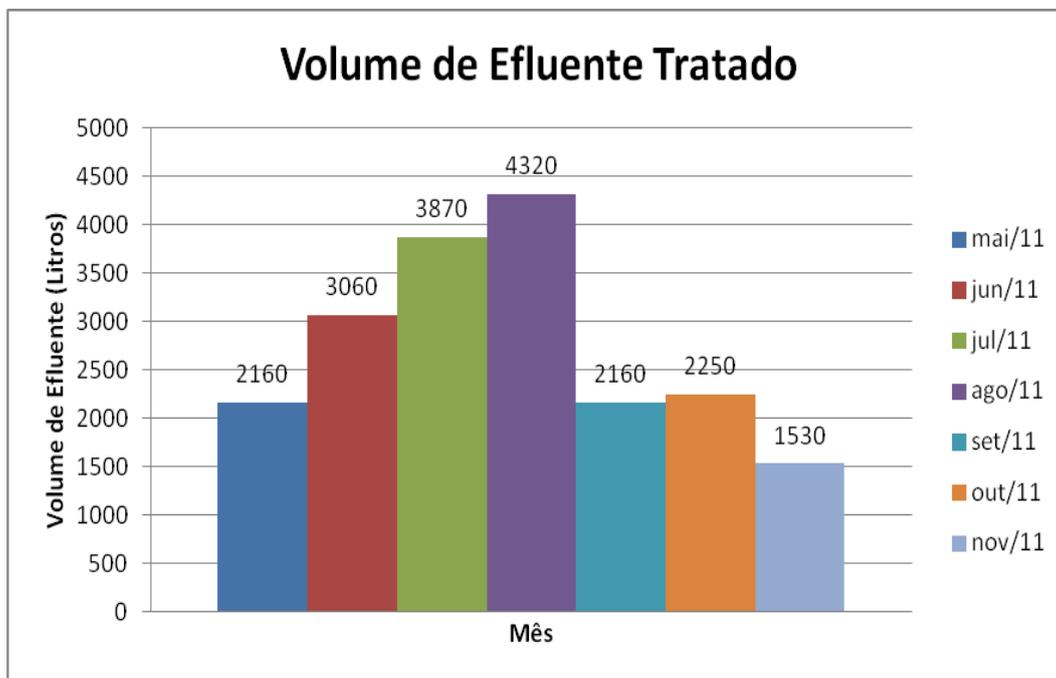
### 3.3.3 Rejeitos Gerados

Os rejeitos gerados no tratamento de efluentes podem ser divididos em sólido e líquido. O rejeito sólido é o lodo, o rejeito líquido gerado é o efluente tratado.

O controle da quantidade de efluente gerado por dia começou a ser arquivado a partir de maio de 2011, é difícil uma mensuração de médias diárias, pois este varia conforme a produção e a reutilização de água no recurtimento do couro. Após conversas com os dois funcionários responsáveis e com medições durante o período de Maio de 2011 a Novembro de 2011 estima-se que a média de efluente tratado por mês seja de 2765 m<sup>3</sup> ou aproximadamente 110m<sup>3</sup>/dia. Não podemos dizer se este efluente gerado sai em conformidade com a legislação vigente, pois não houve análises, porém pelo

tratamento atual e pelo histórico do curtume, visto acima na tabela de processos pela CETESB e pelas médias dos parâmetros na análises do efluente em 2010, podemos chegar a possível conclusão de que o efluente sai em não conformidade com legislação.

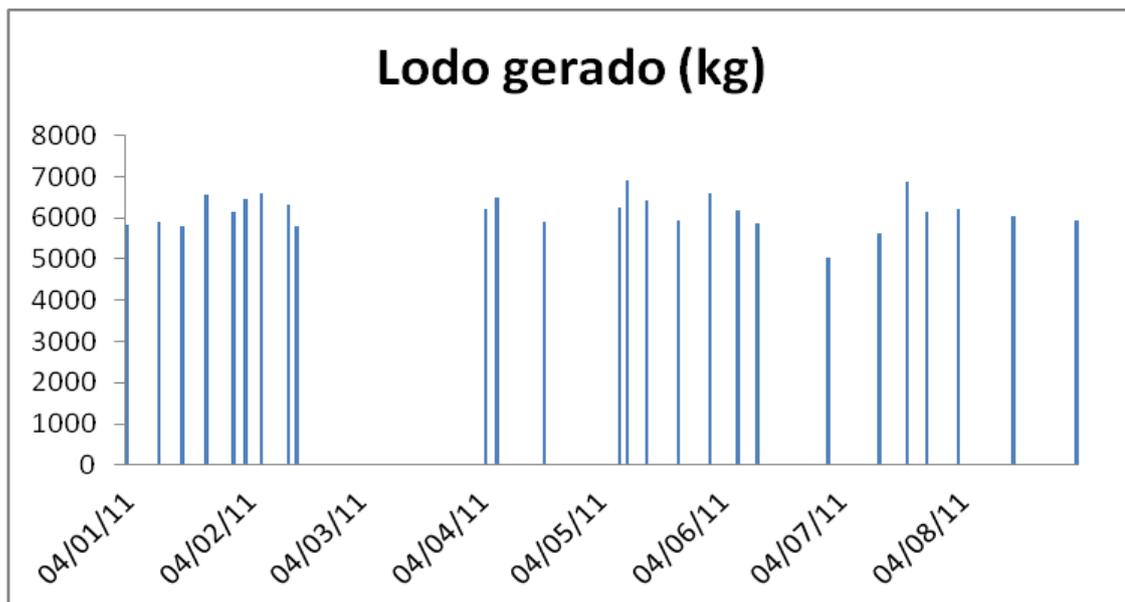
Podemos observar no gráfico abaixo o total de efluente tratado nos meses de maio a novembro de 2011.



**Figura 46: Gráfico Volume de Efluente Tratado**

Este efluente é lançado no córrego Guaiuvira, que é um córrego de classe quatro.

A média de Lodo gerado assim como o de efluentes gerado não pode ser estimado, pois estes variam conforme a produção fabril. Porém, a quantidade total de lodo gerado no período de Janeiro de 2011 a Agosto de 2011 é demonstrados no gráfico (Figura 47) abaixo.



**Figura 47: Gráfico Lodo Gerado**

Este lodo é acondicionado em uma caçamba no próprio curtume, sendo que quando a caçamba está cheia este é enviado para a fazenda de um dos proprietários do curtume, onde ocorre armazenamento.

Abaixo segue figura (Figura 48) do local de armazenamento de lodo no Curtume



**Figura 48: Armazenamento de lodo**

### 3.4 Efluente Líquido

#### 3.4.1 Características do Efluente

Através da figura 49, que apresenta o fluxograma elaborado por Dauer (2010), observamos os processos de curtimento que originam resíduos líquidos.



Figura 49: Fluxograma de Geração de Resíduos Líquidos

Quadro 8, descreve as substâncias que constituem os resíduos líquidos gerados nas etapas do processo mencionados no Fluxograma 1.

<b>Etapas</b>	<b>Insumos Utilizados</b>
<b>Neutralização</b>	Ácidos fracos, carboxílicos e derivados carbônico (formiato de sódio, bicarbonato de sódio, bicarbonato de amônia), ácidos sulfônicos aromáticos e alifáticos, ácidos dicarboxílicos e tensoativos.
<b>Recurtimento</b>	Curtes como sais de cromo, de alumínio, taninos vegetais de mimosa, quebracho, castanheiro, taninos sintéticos, componentes de base fenólica, acrílica, alcoóis graxo, resina amino plástica, resina isoprenicas
<b>Tingimento</b>	Corantes aniônicos e catiônicos, diretos, reativos, corantes metalizados, amins aromáticas, anilinas, ácidos dispersantes, fenol sulfonado de sódio, naftaleno sulfonados, amoníaco, ácido fórmico.
<b>Engraxe</b>	Óleos hidrofugantes, sulfonados de peixe e sulfatados, óleo de animais cru, óleos vegetais, óleos minerais (parafinas cloradas), óleos sintéticos(siliconados), proteínas, resina vinilica, alcoóis graxos
<b>Impregnação</b>	Ácido fórmico, tanino sintético mineral

	(clorohidróxido de alumínio), formol; poliaminas, quaternárias, tensoativos, pigmentos sintéticos
<b>Acabamento</b>	Tintas, misturas base ligantes e pigmentos superficiais, bases orgânicas e/ou solventes (acetona, ácido fórmico, tolueno, isobutil, ciclohexano, etilglicol, butilenoglicol, etil benzeno, tricloroetileno, álcoois, n-butanol, cetonas, acetados de etila, acetona)

**Quadro 8: Substâncias presentes nos Resíduos Líquidos**

Segundo Dauer (2010) o resíduo líquido gerado na etapa do enxugamento contém as substâncias oriundas do processo de curtimento, o qual é realizado em outra organização. Já o resíduo gerado na neutralização, vide Quadro 1, contém compostos adicionados nessa etapa e também compostos químicos que provêm de etapas de processos anteriores, como o curtimento do couro.

Em relação ao resíduo líquido do recurtimento, este é constituído pelos compostos químicos utilizados em etapas anteriores e aos aplicados nesta etapa, como podemos verificar no Quadro 8.

Já na etapa de tingimento, gera-se um resíduo com compostos químicos que são empregados para essa etapa, além das substâncias das etapas anteriores que se desprendem do couro. Na etapa do engraxe, produz-se um resíduo de característica oleosa, além de conter produtos químicos que foram adicionados anteriormente.

A impregnação gera resíduos com compostos que possuem características de coloração, como também substâncias oriundas de etapas anteriores. E, por fim, o acabamento produz um resíduo líquido que é constituído de diversos insumos não fixados ao couro, conforme segue o Quadro 8.

Segundo Pacheco (2005), as águas residuais das operações de acabamento molhado e acabamento, normalmente apresentam certo teor de cromo (do enxugamento e por vezes, do recurtimento), sais diversos (da neutralização), cores diversas, devido

aos corantes utilizados (do tingimento), muitos a base de anilina, azo-corantes e temperatura mais elevada.

Os volumes de resíduos líquidos gerados nas etapas de produção, mencionada no Fluxograma (Figura 50), podem ser verificados no quadro 9 a seguir:

<b><i>Etapa do processo</i></b>	<b><i>Etapa do processo</i></b>	
	<b><i>m<sup>3</sup>/tonelada</i></b>	<b><i>%total</i></b>
<b>Enxugamento</b>	0,13	0,4
<b>Neutralização</b>	0,76	2,4
<b>Recurtimento</b>	0,69	2,2
<b>Lavagens</b>	0,55	1,7
<b>Tingimento</b>	0,50	1,6
<b>Engraxe</b>	0,80	2,5
<b>Subtotal</b>	3,43	10,7

**Quadro 9: Quantidade de Efluente Gerado em cada processo**

Pode-se observar que as quantidades de efluentes gerados nas etapas dos processos industriais de curtume de semi-acabado e curtume de acabamento, apresentadas na tabela 1, geram em torno de 10% dos resíduos líquidos, produzido por curtume integrado (ou seja, 100% de resíduos líquidos gerados). Assim, a organização possui uma geração de resíduos líquidos de forma reduzida, por atender somente as etapas finais da produção de couro.

É importante ressaltar que todas as águas residuárias resultante desses processos são lançadas em um tanque de equalização de vazão, denominado “pulmão”.

### 3.4.2 Análises do Efluente Gerado

Segundo estudo realizado por Dauer (2010) todas as análises foram realizadas no laboratório da FCT-UNESP, de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20 th Edição (APHA AWWA WEF, 1998), os parâmetros analisados foram: demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, fósforo inorgânico, sólidos totais (ST), sólidos voláteis totais (SVT) e turbidez, estes foram determinados de acordo com os métodos descritos na Quadro 10.

Parâmetros	Métodos	Referências
DBO	DBO5,20	<b>APHA (1998)</b>
DQO	Colorimétrico em refluxo fechado.	<b>APHA (1998)</b>
Fósforo Inorgânico	Redução com ácido ascórbio.	<b>APHA (1998)</b>
PH	Potenciométrico, MB-10, Marte.	<b>APHA (1998)</b>
ST	Gravimétrico.	<b>APHA (1998)</b>
SVT	Gravimétrico.	<b>APHA (1998)</b>

**Quadro 10: Métodos de Análises**

As amostras analisadas no monitoramento foram coletadas do reservatório de efluente industrial (pulmão), sendo analisadas por quinze semanas, onde foram divididas em duas etapas, sendo a primeira etapa corresponde a seis semanas e a segunda etapa corresponde a sete semanas. Os parâmetros foram analisados uma vez por semana com exceção do pH que foi analisado diariamente

É relevante que durante a primeira etapa e nas 3 primeiras semanas da segunda Etapa o reservatório de efluente foi alimentado com o efluente industrial sem correções do pH. Entretanto a partir dessa data, o pH começou a ser corrigido, com NaOH 50%, entre o intervalo de 6,4 a 7,0, com o intuito de evitar a diminuição da atividade biológica do sistema.

Para a determinação da DQO, ST, pH, STF, turbidez, DBO, temperatura, foram utilizados os aparelhos do Central de Laboratórios da FCT-UNESP.

Abaixo segue uma tabela (Tabela 7) com os valores médios obtidos (durante quinze semanas) dos parâmetros analisado.

**Tabela 7: Caracterização do Lodo**

<b>Parâmetros</b>	<b>Concentrações Médias</b>
<b>DQO</b>	<b>1913,86 mg.L-1</b>
<b><i>Fósforo inorgânico</i></b>	<b>0,034135 mg.L-1</b>
<b>PH</b>	<b>7,08</b>
<b><i>Sólidos Totais</i></b>	<b>1788 mg.L-1</b>
<b><i>Sólidos Voláteis Totais</i></b>	<b>676 mg.L-1</b>
<b><i>Turbidez</i></b>	<b>42 NTU</b>

Fonte - Dauer (2010)

Tabela 8: Caracterização do Efluente

<b>Parâmetros</b>	<b>Concentrações Médias</b>
<b>DBO</b>	<b>230,15 mg.L-1</b>
<b><i>DQO</i></b>	<b>6.860,82 mg.L-1</b>
<b><i>Fósforo inorgânico</i></b>	<b>0,01013 mg.L-1</b>
<b><i>PH</i></b>	<b>4,4</b>
<b><i>Sólidos Totais</i></b>	<b>4.246,62 mg.L-1</b>
<b><i>Sólidos Voláteis Totais</i></b>	<b>2.096,66 mg.L-1</b>
<b><i>Turbidez</i></b>	<b>&gt;1000 NTU</b>

Fonte - Dauer (2010)

## **4. Propostas**

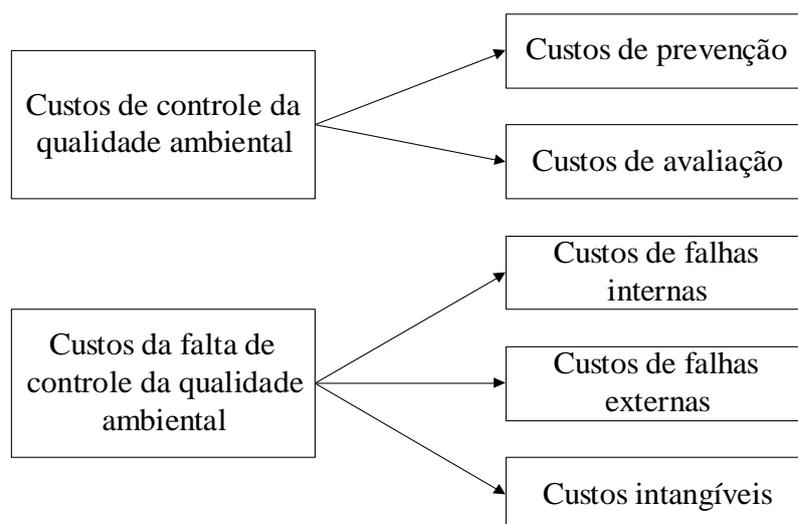
### **4.1 Valoração do Tratamento de Efluentes**

#### **4.1.1 Classificação custos ambientais**

Segundo Rocha e Ribeiro (1999) afirmam que “os custos ambientais são gastos realizados pelas empresas para reduzir ou eliminar os efeitos negativos do seu sistema operacional sobre o meio ecológico.”.

Segundo Kraemer (2002), os custos de controle ambiental são aqueles incorridos para a implementação e manutenção do sistema de controle ambiental; ocorrem também no departamento de gerenciamento ambiental e nas atividades de operacionalização do sistema, os quais podem ocorrer em um único departamento, ou em atividades ambientais executadas em diversos departamentos da linha operacional.

Moura (2000) apresenta uma forma de classificação dos custos ambientais. Em uma primeira visão, os custos podem ser classificados como Custos do Controle e Custos da Falta de Controle Ambiental. A Figura 50 ilustra esta classificação.



**Figura 50: Classificação Custos Ambientais**

Ainda segundo Moura (2000), os custos de controle da qualidade ambiental podem ser divididos em:

- **Custos de prevenção** – são os custos das atividades que visam evitar problemas ambientais no processo industrial, no projeto, no desenvolvimento, no início do ciclo de vida do produto, bem como em todas as fases do ciclo de vida.
- **Custos de avaliação** – são os custos dispendidos para manter os níveis de qualidade ambiental da empresa, por meio de trabalhos de laboratórios e avaliações formais do sistema de gestão ambiental ou sistema gerencial que se ocupe de garantir um bom desempenho ambiental da empresa, englobando os custos de inspeções, testes, auditorias da qualidade ambiental e despesas similares.

Já os custos de falta de controle de qualidade ambiental podem ser divididos em:

- **Custos de falhas internas** – são os primeiros a ocorrer em decorrência da falta de controle, resultando de ações internas na empresa, tais como correções de problemas ambientais e recuperação de áreas internas degradadas, desperdícios de material, como resultado de problemas ambientais causados e retrabalhos em processos causados por não conformidades ambientais.
- **Custos de falhas externas** – compreendem os custos da qualidade ambiental insatisfatória e não conformidades fora dos limites da empresa, resultantes de

uma gestão ambiental inadequada, englobando os custos decorrentes de queixas ambientais de consumidores, levando à existência de despesas com correção e recuperação de áreas externas degradadas ou contaminadas pela atividade da empresa, pagamento de multas aplicadas por órgãos ambientais de controle, indenizações decorrentes de ações legais resultantes de disposição inadequada de resíduos, acidentes no transporte de produtos tóxicos, inflamáveis e corrosivos, dentre outros.

- **Custos intangíveis** – são aqueles com alto grau de dificuldade para serem quantificados, embora se perceba claramente a sua existência. Normalmente, não podem ser diretamente associados a um produto ou processo. Por exemplo, perda de valor da empresa (ou das ações) como resultado de desempenho ambiental insatisfatório; baixa produtividade dos empregados como resultado de um ambiente poluído, contaminado ou inseguro; e dificuldades e aumento de tempo e custos na obtenção do licenciamento ambiental como resultado de multas e problemas anteriores.

Os custos para o tratamento de efluentes estão dispostos na tabela a seguir.

<b>Categoria de custos, conforme proposta de Moura (2000)</b>	<b>Atividades ambientais</b>
Prevenção	Insumos utilizados, energia elétrica, transporte e disposição do lodo.
Avaliação	Análises de PH e turbidez (visual).
Falhas internas	Perda de água, insumos e energia elétrica (não mensurável).
Falhas externas	Multas antigas (ver histórico CETESB)
Custos intangíveis	Não foram passíveis de identificação

**Quadro 11: Classificação Custos Tratamento de Efluentes**

Através dos custos apresentados acima, observamos que seria importante investir mais nos custos de avaliação, com acompanhamento da legislação para lançamento de águas residuárias, controle ambiental da estação de tratamento, controle ambiental do local de disposição do lodo. Além disso, seria importante a correção das falhas internas, como eventuais perdas de água, insumos e energia elétrica.

Portanto investir na prevenção e avaliação dos danos ambientais gera gastos classificados como custos de prevenção e custos de avaliação, mas evita a ocorrência de gastos de maior vulto e efeito, que são os decorrentes de multas e indenizações causadas pela geração do dano, classificados como custo das falhas ou, ainda, os custos intangíveis, que oferecem maior dificuldade de mensuração e são decorrentes do abalo de imagem e perda de mercado (na proposta de Moura), podendo levar à descontinuidade das atividades da empresa.

#### **4.1.2 Valoração do tratamento de efluentes atual**

Para valoração do tratamento de efluentes do curtume em estudo foram analisados todos os custos com o tratamento. Os principais custos são: Energia Elétrica, Insumos Utilizados, Mão-de-obra e Transporte do Lodo.

O Consumo de energia elétrica no tratamento de efluentes é determinado pelo uso dos seguintes equipamentos:

- Agitadores mecânicos presentes nas “caixas”;
- Centrífuga;
- Três bombas de lançamento para as caixas;
- Bomba de lançamento para reutilização;
- Agitador do tanque de polímeros.

Os agitadores mecânicos trabalham conforme a utilização de cada “caixa”, estas possuem volume de 90 m<sup>3</sup> e caso o volume de efluente tratado seja maior que este valor

é necessário à utilização de duas caixas (utilização de dois agitadores), o tempo de retenção em cada caixa é de quatro horas e meia. A centrífuga trabalha por quatro horas ao dia. Após dados coletados na indústria, durante o trabalho de campo estimamos que as três bombas precisem de três horas para enviar 90 m<sup>3</sup> para as “caixas”. O agitador de polímero trabalha 24 horas por dia.

Abaixo segue uma tabela do consumo elétrico de cada equipamento.

**Tabela 9: Consumo elétrico de cada equipamento**

Equipamentos	Consumo de cada equipamento (KW)	Consumo Total de Cada Equipamento na Estação (KW.h)
Agitador Caixa	1,1	4,95
Agitador Polímeros	0,25	1,125
Centrífuga	15	60,0
Bombas	0,5	4,5

A tarifa da concessionária de energia utilizada será de 178,41 R\$/MW ou 0,17841 R\$/KW, portanto o valor do consumo de energia de cada mês se encontra na Tabela 12.

Abaixo segue uma tabela com os insumos utilizados e os valores unitários de cada insumo.

**Tabela 10: Valor Insumos Utilizados**

Insumo Tratamento	Valor do Produto (R\$)	Valor Unitário (R\$)
Cal	Saco 20 Kg - 8,50	1 Kg – 0,425
P.A.C.	Container 600 L – 570,00	1L – 0,95
Polímero	Saco 25 Kg – 21,00	1L – 0,0042
Antiespumante	Saco 5 Kg – 110,00	1L – 4,4

O saco de 25 Kg de Polímero pode ser dissolvido em 5 mil litros de água, portanto o litro de polímero custa 0,0042 centavos. O antiespumante deve ser dissolvido em 25 litros de água, sendo que o litro tem o valor de 4,4 reais.

Abaixo segue uma tabela da geração de efluentes e do consumo dos insumos utilizados nos período de dezembro de 2010 a setembro de 2011. Nos meses de

dezembro 2010 a abril de 2011 será utilizada a média geral de efluente tratado, citada no tópico 3.3.3.

**Tabela 11: Consumo de Insumos e Efluente Tratado**

Mês/Ano	Consumo de Cal (Kg)	Consumo de P.A.C. (Litros)	Polímeros (Litros)	Antiespumante (Litros)	Volume de efluente tratado por mês (m <sup>3</sup> )
Dezembro/2010	1920	840	4100	13	2765
Janeiro/2011	1960	1440	7830	48	2765
Fevereiro/2011	1920	1240	6500	2	2765
Março/2011	2820	1540	6750	15	2765
Abril/2011	2480	1850	7800	24	2765
Mai/2011	4190	3200	16800	58	2160
Junho/2011	2460	1392	13880	34	3060
Julho/2011	3300	1405	17400	35	3870
Agosto/2011	3550	1500	19200	39	4320
Setembro/2011	2380	910	10800	19	2160

O Curtume possui ainda dois funcionários responsáveis pelo tratamento de efluentes sendo que os gastos com cada funcionário gira em torno de 1.000 reais.

Abaixo segue a tabela com o custo do tratamento de efluentes.

**Tabela 12: Custos Mensais**

Mês	Mão de Obra (R\$)	Energia Elétrica (R\$)	Cal (R\$)	P.A.C. (R\$)	Polímero (R\$)	Antiespumante (R\$)	Total (R\$)	Média/Pele (R\$)
Dez/10	2.000,00	291,54	816,00	798,00	17,22	57,20	3979,96	0,18
Jan/11	2.000,00	270,13	833,00	1368,00	32,88	211,20	4715,21	0,21
Fev/11	2.000,00	238,02	816,00	1178,00	27,30	8,80	4268,12	0,19
Mar/11	2.000,00	291,54	1198,50	1463,00	28,35	66,00	5047,39	0,23
Abr/11	2.000,00	259,43	1054,00	1757,50	32,76	105,60	5209,29	0,24
Mai/11	2.000,00	262,80	1780,75	3040,00	70,56	255,20	7409,31	0,34
Jun/11	2.000,00	284,40	1045,50	1322,40	58,30	149,60	4860,20	0,22
Jul/11	2.000,00	272,75	1402,50	1334,75	73,10	154,00	5237,10	0,24
Ago/11	2.000,00	310,27	1508,75	1425,00	80,64	171,60	5496,26	0,25
Set/11	2.000,00	230,75	1011,50	864,50	45,36	83,60	4235,71	0,19

Existem ainda os custos com o transporte e acondicionamento do lodo, porém não foi possível ser mensurados por falta de dados consistentes a partir das observações realizadas (distancia do local e o modo como é acondicionado).

Através do histórico do curtume na CETESB (tópico 3.2.2), observamos que houve custos com multas e penalidades, além dos custos intangíveis devido ao recebimento dessas penalizações.

Através da tabela 12 concluímos que o custo do tratamento de efluentes para a obtenção de uma pele curtida gira em torno de 0,23 reais.

## **4.2 Proposta de melhorias Tratamento de Efluente**

### **4.2.1 Proposta de tratamento**

A proposta de melhoria que será apresentada propõe uma alternativa para que o curtume volte a ser um *curtume integrado*, ou seja, volte a realizar todas as etapas de curtimento com uma produção de 1000 peles/dia, gerando uma quantidade média de efluentes aproximada de 798,00 m<sup>3</sup>/dia ou 33,00 m<sup>3</sup>/hora. O sistema de tratamento apresentara as seguintes etapas:

- Tratamento Preliminar: Onde há remoção de sólidos grosseiros e areia;
- Tratamento Primário: Ocorre sedimentação de sólidos, digestão e secagem de lodo;
- Tratamento Secundário Ocorre remoção da matéria orgânica, sedimentação de lodo.

Abaixo seguem os componentes das etapas acima.

### **Peneira Estática**

A estação de tratamento possuirá duas peneiras – uma peneira mecanizada, parabólica, e uma peneira estática. A peneira estática trabalha com o efluente contendo sólido afluindo pela parte superior, tomando sentido ascendente até o topo, vertendo pela superfície da tela ou chapa perfurada, ficando retidos na superfície os sólidos grosseiros. Já a peneira mecanizada parabólica, também separa o sólido do líquido, porém de forma automática, onde o sólido é arrastado por escovas de cerdas de nylon.

### **Caixa de Gordura**

As caixas de gordura consistem na separação líquido – líquido no caso de óleos, e na separação de sólido – líquido no caso das graxas. É um tanque de alvenaria com paredes totalmente lisas para evitar incrustações de gordura na parte interna e para facilidade na limpeza posterior.

### **Tanque Homogeneizador**

O tanque de homogeneização tem papel fundamental para a realização do tratamento físico - químico ou primário. Este vai receber todos os banhos gerados no processo produtivo de industrialização do couro, exceto os banhos que são recicláveis.

Como se trata de banhos com faixas de pH variáveis, pH (aproximadamente 2,0) oriundos dos banhos de pixel, até pH (aproximadamente 11,0) provenientes do banho de depilação/encalagem é necessário fazer a correção de pH com um produto alcalino. O processo de ajuste de pH é feito introduzindo Cal hidratada na proporção de 0,08 Kg/m<sup>3</sup> de efluente a ser tratado segundo Ferrari Júnior (1997).

Ocorre ainda à adição de coagulante (sulfato de alumínio) com intuito de aglomerar as partículas que se encontram em suspensão final ou dissolvidas, e floculante (polieletrólitos), com a finalidade de aumentar a densidade dos flocos formados na coagulação e, conseqüentemente, aumentar a velocidade de sedimentação.

Outro papel importante do tanque homogeneizador é equalizar o volume de efluente recebido para manter vazão constante para os processos subsequentes.

Além disso é no tanque homogeneizador que ocorre a oxidação do residual de sulfeto oriundos dos banhos residuais de depilação e caleiro. Para tanto, o tanque de homogeneização é dotado de um sistema de agitação/aeração. Recomenda-se usar aerador de superfície com insuflador de ar no meio líquido. Este sistema fornece ar suficiente para homogeneizar os diversos banhos, oxidar o sulfeto residual e manter os sólidos presentes em suspensão, minimizando a formação de depósitos no fundo do tanque, com a conseqüente formação de maus odores.

Para catalisar a oxidação de sulfetos pela ação do oxigênio do ar fornecido ao meio pêlos aeradores, será adicionada solução de sulfato de manganês, numa dosagem de 20 mg de  $Mn^{++}$  por litro de efluente bruto.

O consumo de sulfato de alumínio (coagulante) deve ser adicionado

Do tanque de homogeneização, o líquido será bombeado para as demais unidades do sistema físico-químico. Por meio desta bomba (de preferência helicoidal) ter-se-á condições de manutenção de uma vazão constante de líquido. A bomba adotada terá capacidade de bombear todo o conteúdo do tanque compreendido entre 13 e 20 horas. Junto à tubulação de recalque, num local de fácil acesso e manipulação, será previsto um dispositivo para ajuste fino de vazão (by-pass).

As medidas do tanque de homogeneização são para conter 80% do volume de efluentes gerados por um dia de trabalho segundo Souza (2007), portanto o volume do tanque deve ser de 638,6 m<sup>3</sup>.

As dimensões do tanque serão Altura: 3,00 m.

Comprimento: 22,00 m.

Largura: 10,00 m.

A potência total do sistema de injeção de ar homogeneizador deve ser de 110 HP, distribuídas em cinco aeradores superficiais de 25 HP cada.

### **Decantadores**

Do tanque de homogeneização, o efluente será lançado para a unidade de sedimentação. Nesta unidade o efluente encontrará condições propícias para a sedimentação e segregação do material sedimentado (lodo primário) e do clarificado

que irá alimentar o sistema de tratamento biológico. O sedimentador adotado são três decantadores cilíndricos em polietileno revestidos de fibra de vidro (PRFV) com dispositivos especiais de Hidroflux orientador de fluxo. O tempo de detenção será de três dias. Suas dimensões são:

Diâmetro: 2,80 m.

Altura do cone: 2,30 m.

Altura do cilindro: 2,90 m.

Inclinação do cone: 60°

Altura total: 5,20 m.

Volume total: 25 m<sup>3</sup>.

Após a sedimentação primária têm-se duas linhas distintas: o material sedimentado (lodo primário) e o que se denomina efluente primário (clarificado). Neste processo é necessário que haja um dispositivo para coleta de lodo, neste caso uma centrífuga.

O lodo é bombeado pela centrífuga para um tanque de acondicionamento, onde terá a destinação orientada pela legislação vigente.

O efluente clarificado escoar por gravidade ao tratamento biológico passando ainda pelo vertedor Parshall para conhecimento da vazão gerada.

O tipo de tratamento biológico escolhido será do tipo de Lodo ativado seguido de um decantador secundário.

### **Reator de Lodo ativado**

Processo biológico no qual o esgoto bruto do afluente e o lodo ativado são misturados intimamente, agitados e aerados, após este procedimento, o lodo formado é enviado para o decantador secundário, onde a parte sólida é separada do esgoto tratado, sendo este último descartado.

Neste tanque ocorre a depuração biológica dos resíduos líquidos por via aeróbia. Possui tempo de retenção de 5 dias, e seu volume deve ser igual a quantidade de efluente tratado por um dia segundo Souza (2007), portanto o volume do tanque deve ser 792 m<sup>3</sup>.

A potência total dos aeradores de matéria orgânica requerida é de 106,13 HP, portanto serão necessário 5 equipamentos aeradores de 25 HP cada.

### **Decantador Secundário**

É um tanque retangular que possui uma ponte raspadora de lodo com o mesmo formato do tanque, com poço especial de obra de lodo de fundo. Suas dimensões são as seguintes:

Altura: 3,00 m.

Comprimento: 10,00 m.

Largura: 4,50m

Volume: 135 m<sup>3</sup>.

#### **4.2.2 Valoração do tratamento proposto**

O Consumo de energia elétrica no tratamento de efluentes é determinado pelo uso dos seguintes equipamentos:

- 5 Aeradores de 25 HP no tanque de homogeneização;
- 5 Aeradores de 25 HP no tanque de lodo ativado;
- 4 Bombas de recalque;
- 1 Centrífuga.

Os equipamentos trabalharão em regime constante, 24 horas por dia, 365 dias por ano. Já a centrífuga trabalhará 6 horas por dia, todos os dias da semana.

Abaixo segue tabela com o consumo diário de cada equipamento.

**Tabela 13: Consumo diário KW por equipamento**

Equipamentos	Consumo de cada equipamento (KW)	Consumo Total de Cada Equipamento na Estação (KW.h)
Aeradores (Tanque)	0,093	2,232
Bombas	2,0	48
Centrifuga	15	90
Aeradores (Lodo ativado)	0,093	2,232

A tarifa da concessionária de energia utilizada será de 178,41 R\$/MW ou 0,17841 R\$/KW, portanto o valor do consumo de energia total por mês está descrito na tabela 14.

**Tabela 14: Custo Mensal de Energia**

Consumo Diário (KWh)	Consumo Mensal (KWh)	Custo Mensal (R\$)
142,64	4279,2	763,45

Abaixo segue tabela 15 com os gastos de cada produto químico utilizado no tratamento proposto, assim como o custo mensal de cada produto.

**Tabela 15: Custo Mensal de Produtos**

Produtos	Consumo	Unidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Mensal (R\$)
Sulfato de Alumínio	0,5	kg / m <sup>3</sup> efl	0,30	3591,00
Políeletrolitos	0,0010	kg / m <sup>3</sup> efl	8,00	239,4
Cal hidratada	1,00	kg / m <sup>3</sup> efl	0,30	7182,00
Ácido Sulfurico	0,03	kg / m <sup>3</sup> efl	0,33	239,40
Sulfato de manganês	0,08	kg / m <sup>3</sup> efl	1,20	2394,00
Total				13645,80

Abaixo segue tabela 16 com os resultados dos custos mensais e anuais do tratamento de efluentes proposto.

**Tabela 16: Custo Tratamento de Efluentes**

Insumos Utilizados	Custos Mensais (R\$)	Custo Anual (R\$)
Energia	763,45	9161,40
Produtos Quimicos	13645,80	163749,60
Mão-de-obra	2000,00	24000,00
Total	16409,25	196911,00

Existem ainda os custos com o transporte e acondicionamento do lodo, porém não foi possível a mensuração por falta de dados quanto ao transporte e local para acondicionamento.

Através do valor de 16409,25 reais mensais em custos de operação para o tratamento proposto podemos calcular a média mensal de custos pela quantidade de peles produzidas por mês. Através do cálculo observamos que a média é de 0,54 reais/pele.

## 5. Considerações Finais

O trabalho realizado caracterizou o processo produtivo de curtumes em geral, assim como todos os principais insumos utilizados na fabricação do couro, apresentou os resíduos gerados, assim como os principais possíveis impactos causados por essas substâncias quando liberados incorretamente na natureza. Foi feita também uma análise da legislação vigente, com o objetivo de manter o controle da qualidade ambiental.

Houve a descrição do processo produtivo e do tratamento de efluentes atual do curtume em estudo assim como a caracterização detalhada dos resíduos gerados e dos principais insumos utilizados na área de tratamento de efluentes, para posterior valoração. Obtivemos também o histórico de multas e penalidades impostas pelo órgão fiscalizador ao empreendimento por não estar de acordo com os parâmetros mínimos de lançamento de efluentes exigidos pela lei.

Não foi possível as análises atuais dos efluentes, devido à falta de tempo e verba para obtenção dos dados necessários.

Através da valoração dos custos ambientais do tratamento de efluentes atual obtivemos que estes são 57% menores que os custos obtidos na proposta de tratamento descrita, porém após analisar as características do efluente e do histórico de penalidades, observamos que o tratamento atual não está em conformidade com a legislação vigente causando outros custos a empresa como custos de falhas externas e custos intangíveis.

Se trata de uma proposta viável caso houvesse uma melhor fiscalização por parte do governo e também uma melhor gestão por parte do curtume, com o novo tratamento proposto a empresa, além de melhorar a qualidade do seu efluente lançado, estaria deixando de ter gastos com penalidades, e também poderia obter certificados ambientais, o que poderia agregar um valor a mais ao seu produto final.

O tratamento sugerido possibilitaria ao curtume voltar a ser um curtume integrado, ocasionando em um desenvolvimento econômico para a empresa e não causaria tanto impacto ambiental, melhorando inclusive a qualidade de vida na região de Presidente Prudente.

## 6. Referências

ANANIAS, E. A.; PACCA, S. A. *Tecnologias Ambientais para Curtumes e sua Adequação como Projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)*. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo 2009.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº. 11.211, que dispõe sobre as condições exigíveis para a identificação do couro e das matérias-primas sucedâneas, utilizados na confecção de calçados e artefatos, de 19 de dezembro de 2005.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos Lei nº 6.938 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, de 1981.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto 99.274/1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001/1986, que considera a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 237/1997, que considera a necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

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

CHERNICHARO, C.A.L., Von SPERLING, M., da SILVA, P.C., FRANCI, G.R. (1996) *Tratamento de Efluentes de Curtumes Através de Filtros Anaeróbios Seguidos por Biofiltros Aerados*. DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 10 p.

DAUER paaron guenka; CAJUELA, kássia barbosa. *Tratamento de águas residuárias de um curtume por meio de reator anaeróbio de leito fluidizado com pneu triturado como meio suporte*. 2010. 82f. Trabalho de graduação (graduação em engenharia ambiental) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

FERRARI JÚNIOR, M.J.; SILVA, P.C.; CHERNICHARO, C.A.L.; von SPERLING, M.; (1997) *Tratamento de Efluentes Líquidos de Curtumes: Uma Concepção Alternativa e Apresentação de Custos*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, Foz do Iguaçu. Trabalhos Técnicos. Rio de Janeiro: ABES.

SENNA, Rosali Ganen. *Curtumes: Aspectos ambientais*. Consultora Legislativa da Área XI Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional. Brasília 2007.

GUTTERRES, Mariliz. *Desenvolvimento Sustentável em curtumes*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.

GUTTERRES, Mariliz. *Tendências Emergentes na Indústria do Couro*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2005.

KRAEMER, Tânia Henke. *Modelo econômico de gestão ambiental- MEGA*. Florianópolis: UFSC, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção).

MOURA, L. A. A. *Economia ambiental: gestão de custos e investimentos*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000. *Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14.000 nas empresas*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

PACHECO, José Wagner Faria. *Curtumes (Série P+L)*. São Paulo : CETESB, 2005.

RIBEIRO, M. S. *Custeio das atividades de natureza ambiental*. 1998. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998

ROCHA, w.; RIBEIRO, M.S. *Gestão Estratégica dos Custos Ambientais*. VI Congresso Brasileiro de Custos. Julho de 1999, São Paulo: Anais...São Paulo: USP, 1999.

Souza, C. N. *Tratamento primário de efluentes brutos de um curtume por sedimentação*. 2007. 85f. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

VON SPERLING, Marcos. *Princípios do Tratamento Biológico de águas Residuárias: Vol.2- Princípios básicos do Tratamento de Esgotos*. Belo Horizonte, DESA - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 1996.

Boletim Mensal da Comissão Interna de Segurança Química. *Riscos do Cromo*. Ano I - Número 10 de Junho de 2004. Disponível em: <http://www.qca.ibilce.unesp.br>. Acesso em: 23/09/2011.

[Brazilian Leather] Programa Brasileiro para Expansão do Couro, disponível em: <http://www.brazilianleather.com.br/>. Acesso em: 08/10/2011.

[CICB] Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil. Disponível em: [www.cicb.org.br](http://www.cicb.org.br). Acesso em: 08/10/2011.

[IULTCS] INTERNATIONAL UNION OF LEATHER TECHNOLOGISTS AND CHEMISTS SOCIETIES. *Minutes of the annual meeting of the IUE environment and waste commission* – CTC Lyon, França, abril 2002. Disponível em: <http://www.iultcs.org/>. Acesso em: 20/10/2011.

[ONIBRAS]. Informações técnicas sobre o uso de antiespumantes. Disponível em: [http://www.onibras.com.br/tecnologia\\_antiespumantes.htm](http://www.onibras.com.br/tecnologia_antiespumantes.htm). Acesso em: 23/10/2011.

[SENAI]. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Disponível em: <http://www.senai.br>. Acesso em 20/10/2011.

[SILAEX]. Informações sobre o uso de antiespumantes. Disponível em: <http://www.silaex.com.br/datasheet/Antiespumantes.pdf>. Acesso em: 23/10/2011.

[SINDICOURO] Sindicato das Indústrias do Couro do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.sindicouro.com.br>. Acesso em: 08/10/2011.

[SNATURAL]. Informações sobre floculantes. Disponível em: <http://www.snatural.com.br/Produtos-quimicos-tratamento-agua-Floculantes.html>. Acesso em: 23/10/2011.

[STALGSUNRISE]. Informações sobre o PAC (Poli cloreto de alumínio). Disponível em: <http://www.stalgesunrise.com.br/conteudo/item/pac---policloreto-de-alumnio>. Acesso em: 23/10/2011.

## 7. Anexos

Tabela de Produtos Químicos

Ácido fórmico	FOSQUEANTE SOLVENTE SD-6601	RELUGAN DLF
Ácido oxálico	GEABIND 1434	RELUGAN RE
Acrofin Pink pkal	GEABIND 1605	RELUGAN RV
Actan AC 30	GEACOR K BRUNO ESCURO	RELUGAN SLF
Actan fcp	GEACOR K ROSSO	RELUGAN SOFT HF
Actan hf	GEACRIL CB 300	RENOLIK MK CA
Actan rm	GEACRIL K 22	RENOTAN MK DC
Anctan rp	GEAGROUND K 33	RENOTAN MK FF
Actan wt	GEAGROUND K 64	REOSIL PA 25 BR
Actidial wt	GEAGROUND POLISH	RESINAACR 301 BR
Actoil UFK	GEATAN MX	RESINSTAR PA
AERFIZ 2600C	GEATAN TR	RETANAL A-4
AMARELO DUACOURO 3G	GEATOIL LN	RHOCOR HP AMARELO OCRE
AMARELO INCOANIL A-LU	GEATOIL PS	RHOCOR HP AMARELO OURO
AMOLLAN LB-IP	GEATOIL SB	RI- 193 RESINA DE IMPREGNAÇÃO
AMONIACO	GEAWAX AS/2	RM-16-603- ESPESSANTE
ANTIESPUMANTE	GEAWAX FINISH 2000	RODA CARE 5616
ANTIESPUMANTE TCN 42	GEAWAX FINISH 4040	RODA CARE 5622
ANTIMUSSOL PMD LIQUIDO	GEKTANE 1840	RODACOR AS BRANCO 60%
APRESTO AW-20	GEKTANE BRILHO	RODA COR AS BRANCO AZUL
APRESTO DE COURO	GEKTANE F-40	RODA CRYL 177
APRESTO INCOLOR MACIO AIM-10	GEKTANE F-68	RODA FILLER D
APRESTO RIMACERTOP	GEKTANE F06	RODA FOSCO AS
APRESTO RIMATOK S	GEKTANE VNZ	RODA GROUND 678-BR
APRESTO MST-01	HM-132- AGENTE DE TOQUE	RODA LINK A-10
APRESTO RIMATOP BB	HM- 3139 MODIFICADOR DE TOQUE	RODA STUCCO 5743
APRESTO RIMATOP PALIDO 20025	HM- 611	ROSILK 2229
APRESTO RIMATOP RICO 20025 D1	IMPLENAL UR LIQUIDO	RU- 3989
AT 0346/40	ISAROL FTB	RU-3577- RESINA URETANICA
AT 0390	ISAROL LC 2	RU-3904- RESINA URETANICA
AUXILAN API	ISAROL TIS B	SAL COMUM
AUXILAN VLM 29 BR	ISAROL TLM	SELLA DERM AMARELO M2
AUXILIAN 2050	KATALIX GS	SELLA DERM CASTANHO M2
AUXILIAN VLM 29	KTBR DC -747 SUPER	SELLA DERM LARANJA M2
AZUL COANIL A-RM	KTBR MD-990 CONCENTRAÇÃO	SELLA DERM PRETO M2 LIQUIDO
AZUL DUACOURO 5R	LARANJA INCOANIL A-II	SELLA DERM VERMELHO M
AZUL NP	LD- 5915 PRETO	SELLA SOL. CASTANHO CG
BARRILHA LEVE	LEUKOTAN 1028	SELLA SOLIDO AZUL BB

BASYNTAN DL-N	LEUKOTAN 1084	SELLA SOLIDO BEGE AR
BASYNTAN IS	LEUKOTAN FW-46	SELLA SOLIDO BEGE E
BASYNTAN MLB LIQUIDO	LIPODERM LICKER FP	SELLA SOLIDO CASTANHO ADF
BEIJE DUACOURO HCFT	LIPODERM LICKER LA-SLF	SELLA SOLIDO CASTANHO DS
BEIJE DUACOURO HER	LIPSOL MSG	SELLA SOLIDO CASTANHO MRL
BEIJE SOLIDO DUACOURO FT	LM-3	SELLA SOLIDO CASTANHO RA
BI-372	LP-5115(PRETO) LACA PIGMENTO	SELLA SOLIDO CASTANHO RLN
BIANCO LUCE R	LUBRITAN GXL	SELLA SOLIDO CINZA CLL
BICARBONATO DE AMONEA	LUBRITAN WPC	SELLA SOLIDO TURQUESE 2BL
BICARBONATO DE SODIO	LUGANIL CASTANHO RL	SELLA SOLIDO VERMELHO 2B
BIOCIDE A28	LURAZOL PRETO LB-P	SELLA SOLIDO VIOLETA RL
BIOCIDE A8	MACROSPEC C	SELLADERM LIMÃO M2
BLANCOTAN JT PO	MELIO AQUABASE C	SELLASET AMARELO M3
BLANCOTAN W36	MELIO GROUND P LIQUIDO	SELLASET AMARELO H
BORDEAUX DUACOURO H5B	MELIO PROMUL AP-39	SELLASET AZUL H
BORRON ST	MELIO WF 5226 CONCENTRADO	SELLASET VERMELHO H
BRANCO SOLVENTE CABS 10800	METABISULFITO	SELLASOL HFN LIQUIDO
BUSAN 1451	MK KROMIUM PP-R	SELLASOL BG
BUTILGLICOL (AUXILAN BG)	MK KROMIUM SUPRA	SELLATAN AM LIQUIDO
CA120 PREPARAÇÃO PIGMENTADA	MK SOFT 62 F	SELLATAN FL LIQUIDO
CA125 PREPARAÇÃO PIGMENTADA	MK SOFT 77 TG	SELLATAN RL LIQUIDO
CA141 PREPARAÇÃO PIGMENTADA	MORBIDAN 12M	SOFT LEDER HS 435
CA406 PREPARAÇÃO PIGMENTADA	MORDENTE M-10	SOFT LEDER HS 580
CA420 PREPARAÇÃO PIGMENTADA	NEOPREME AL-4 CONCENTRADO	SOFT LEDER HS 595
CA423 PREPARAÇÃO PIGMENTADA	NEOPREME T-12 SUPER	SOLVENTE 6060
CABW 10800 BRANCO	NEOSAN 2000 AZUL LIQUIDO	SULFATO DE CROMO
CAL HIDRATADA	NEOSAN 2000 LARANJA	SUPERDERMA MK GA
CAST. ESCURO DUAC.HB	NEOSAN 2000 LIMA LIQUIDO	SUPERDERMA MK GW
CASTANHO DUACOURO BTU-A	NEOSAN 2000 MAGENTA	SYNEKTAN WF LIQUIDO
CASTANHO DUACOURO H3GP	NEOSAN 2000 VERMELHO CEREJA	TAMOL N NOL
CASTANHO DUACOURO HBNT	NEOSAN 2000 VIOLETA 01 LIQUIDO	TANCROSS AF 100
CASTANHO DUACOURO HGR	NOKODERM PS 35	TANCRYL DD
CASTANHO DUACOURO HK	NOKODERM SO 70	TANCURT C-20
CASTANHO DUACOURO MFR	NOKOGLIDE	TANCURT FG 211
CASTANHO DUACOURO NGB	NOKOTAN RC 1020/1	TANCURT PFS
CASTANHO DUACOURO RLN	NOKOTAN RC 306	TANCURT PFS PÓ
CASTANHO DUAZOL HG	NOKOTAN RC 9018	TANCURT PN 500
CASTANHO ESCURO DUAC. HG	NOKOTOL OE 115	TANDERM CT-SN
CASTANHO ESCURO DUACOURO	NOKOTOL OE 295	TANICOR PG
CASTOR COANIL A-3	NTA 55 BR	TANIGAN PR-A
CARA CARNAUBA ESCAMAS TIPO 3	NTB 709 S	TANINO SETA NATUR
CINZA INCOANIL A-ST	NTB EXPERIMENTAL	TANNESCO HN
COMPLEXANIL AMARELO A2C	OE 300	TANPLEX CR
COMPLEXANIL AMARELO A2N	OPTIMALIN VT BR	TELAFLEX U 66 MATT BR
COMPLEXANIL AZUL ARL	OPTISUL PRETO R-BR	TELAX WAX BINDER

COMPLEXANIL AZUL ARM	PELLASAN F 27	TERGOTAM EF-BR
COMPLEXANIL CASTANHO ABN	PENETRATOR LA 50	TERGOTAN EF-BR LIQUIDO
COMPLEXANIL CASTANHO BBN	PEROXIDO DE HIGROGENIO 50%	TERGOTAN MCD-BR LIQUIDO
COMPLEXANIL LARANJA A3B	PIGMENTO ALUMINIO	TRUPON DBA
COMPLEXANIL PRETO ALL	PN 1110	TURQUESA COANIL D-GL
COMPLEXANIL ROSA ABR	PO PEROLADO	ULTRADER DGW 710
COMPLEXANIL RUBI ARB	POLICLORETO DE ALUMINIO PAC	ULTRADER S 100
COMPLEXANIL VERMELHO ABL	POLIFLOC	ULTRATAN D
CORIACIDE PRETO NG	POLIMERO GEL FLOC 441	UNIFYL B
CORIAL FUNDO L-IF	POLYOL AK	UR 1440
CORILENE FP	POLYOL SN	VERDE CASSADERM LA-GG
CORIPOL BR SL	PP-11-058 (BRANCO)-PIGMENTO	VERDE ESCURO DUARC.NB
CORIPOL BR-OP	PP-11-060 (BRANCO 60)	VERDE INCOANIL A-2B
CORIPOL BZN-LA	PP-11-632 (PRETO) PIGMENTO	VERMELHO CASSADERM LA-3G
CORIPOL HDS	PP-16-302 (OCRE) PIGMENTO	VERMELHO CASSADERM LA-GG
CORIPOL OPS	PP-16-324 (MARRON 600)	VERMELHO COANIL D-SE
CORIPOL RB-A	PP-16-328 (OURO 2000) PIGMENTO	VERMELHO NP 70
CORIPOL SLG	PRETO DUACOURO MK	VILMACOR BROWN DS 150%
CORIUM THINNER M-BR	PRETO DUACOURO NT	VILMASOLID BROWN RL
CUIROL SBB	PRIMAL E-863	WAX BL 3000 BR
CURTAN B	PRIMAL FGR	WAX CA 53 BR
DENSODRIN CD	PRIMAL FGR	WAX EXPERIMENTAL
DERMACARBON AF-P	PRIMAL LT 76	WAX PA 45
DERMAFIX DB	PRIMAL SB 150	WAX PL 1303
DERMAFIX S-BR LIQUIDO	PRIMESOLVE 200	WAX VP 700 BR N
DERMALIX AS LIQUIDO	PRIMESOLVE 250	WD- 2841
DISSOLAC BRANCO MM	PRINOL FG-B	WEIBULL
DRYWALK IN	PRODUTO D6199	WEIBULL ROY
ENSUL AMC	PT-408- PENETRANTE	WR-16-432 IMPERMEABILIZANTE
ETILGLICOL	QUIMIFLOT 15 ANTIESPUMANTE	WT 16-852
EXTRATO QUEBRACHO ATG	RA 83 RESINA ACRILICA	XLAB 2200
FI- 50 FILLER	RAC 4533	XR 2521
FI 2445	RB-16-118 RESINA BUTADIENICA	XR 79-053
FILLER BT 3	RC-16-978 RESINA COMPACTA	ZETESLIP ECS BR
FORMIATO DE SODIO	RE 2008	

