

---

**1057 – PS3 – 186**

**QUANTO CUSTA A TECNOLOGIA LIMPA EM  
PROCESSAMENTO DE COUROS?**

P. M. Aquim ; M. S. Gutterres; J. O. Trierweiler

Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

R. Eng. Luis Englert, s/n. Campus Central. CEP: 90040-040 - Porto Alegre - RS - Brasil

Telefone: (xx-51) 3316-4167 – Fax: (xx-51)3316-3277 – Email: pmaquim@gmail.com

**RESUMO** – A preocupação com o meio ambiente vem alterando profundamente o estilo de administrar as empresas. Contudo, ainda existem muitas empresas que por não saberem os resultados financeiros após implementação de ações ambientais, receiam sua implantação mantendo os processos usuais sem avanços tecnológicos que diminuam o impacto ambiental. O presente trabalho apresenta essa problemática na indústria do couro. Essa indústria é conhecida como altamente poluidora, uma vez que empregam grandes volumes de água, devido à maioria das operações ocorrerem em meio aquoso e utilizam produtos tóxicos como sulfeto e cromo. Para o estudo foram pesquisados três processos apresentando os produtos e impactos causados por cada um, bem como o custo da captação da água, baseado na cobrança pelo uso da água da Bacia do Paraíba do Sul e os custos com a estação de tratamento de efluentes (ETEs) dos curtumes.

**PALAVRAS-CHAVE:** custos ambientais; tecnologias limpas; indústria do couro; cobrança pelo uso da água.

**ABSTRACT** – The concern with the environment is more and more modifying the management style in the companies. However, there are many companies keeping the usual processes, because they don't know the financial results after implementation of environmental actions. This work presents this problem in the leather industry. This industry is known as highly polluting, because it uses huge quantities of water, due the fact that most operations occur in water and because it uses toxics products as sulfite and chromium. For the study three processes have been investigated presenting the used products and the impacts caused by each one, as well as the cost of the captation of the water, based on the fee charged for the use of the water of the Basin of the Paraíba do Sul and the costs associated with the effluent treatment station (ETEs) of the tanneries.

## 1. INTRODUÇÃO.

Durante algum tempo acreditava-se que a lucratividade e as questões ambientais fossem objetivos incompatíveis. Hoje, muitas empresas já estão cientes da importância da gestão ambiental e incorporaram essa cultura. A preocupação com o meio ambiente vem alterando profundamente o estilo de administrar as empresas.

As metas de produção e vendas das empresas estão incorporando procedimentos para a redução de emissão de efluentes, reciclagem de materiais, atendimentos a situações de emergência e até mesmo análises do ciclo de vida dos produtos e seu impacto ambiental (Barbier, 2000 apud Friedrich, 2003).

Contudo, ainda existem muitas empresas que por não saberem os resultados financeiros após implementação de ações ambientais, receiam sua implantação mantendo os processos usuais sem avanços tecnológicos que beneficiem o meio ambiente ou, ao menos, diminuam o impacto ambiental.

O presente trabalho apresenta essa problemática na indústria do couro. Essa indústria é conhecida como altamente poluidora, uma vez que emprega grandes volumes de água e produtos tóxicos como sulfeto e cromo.

O processo do couro consiste em operações físicas e químicas que têm por finalidade transformar uma pele *in natura* ou conservada em couro, um material duradouro utilizado em vestuário, calçados, estofamentos etc. Esse processamento é formado pelas seguintes etapas: 1) Ribeira: consiste em limpar

a pele; quando conservada, também, deve-se remover o conservante, hidratar, remover sistema epidérmico, além de prepará-la para receber o agente curtente; os processos químicos que compreendem a ribeira são: remolho, depilação e caleiro, desencalagem, purga e píquel; 2) Curtimento: é o processo que garante a durabilidade e a estabilidade do couro; 3) Acabamento molhado ou recurtimento: confere as características do couro como maciez, cor, brilho, preenchimento etc.

Como um dos maiores impactos da indústria do couro é a utilização de grandes quantidades de água em seus processos, muitos autores apontaram essa problemática. Ramirez *et al.* (2003), ao fazerem um estudo revisando os processos de ribeira, concluíram que se empregam 35 a 40 L de água para processar 1 kg de pele; RAO *et al.* (2003) apresentam no artigo, no qual se referem à recuperação de efluente, que a indústria do couro emprega cerca de 30 - 40 L água por kg de pele processada.

Além dos elevados volumes de água, há o problema com a alta concentração de poluentes na água residual. A FEPAM (2001) ao caracterizar as 100 indústrias com maior potencial poluidor hídrico, localizada na região hidrográfica do Guaíba, destaca 41 empresas da indústria do couro. A vazão de efluente descartada por essas empresas varia de 300 a 2000 m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup> com cargas de até 141 t.ano<sup>-1</sup> de DQO.

O objetivo desse trabalho é mostrar três possibilidades de processos: A) convencional, B) com algumas alternativas que minimizem o impacto ambiental e C) buscando o menor

impacto ambiental. Apresenta-se o consumo de água dos três processos, bem como o custo da captação da água baseado na cobrança pelo uso da água da Bacia do Paraíba do Sul. Também, apresenta-se os custos com a estação de tratamento de efluentes (ETEs) dos curtumes.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Estudo dos processos

O trabalho foi efetuado estudando três tipos de processos explicados a seguir. A, B e C. Os processos A e B foram baseados em processos utilizados em curtumes do Estado do Rio Grande do Sul. O processo C foi baseado em estudos de novas tecnologias para o processo do couro.

#### 2.1.1 Processo A

O processo A é o mais utilizado pelos curtumes até os dias de hoje. Com poucas alternativas voltadas ao meio ambiente, apenas com reciclo do processo de depilação e caleiro e estações de tratamento de efluentes, que surgiram com a pressão dos órgãos do meio ambiente. O reciclo do caleiro, no início com forte resistência de implementação pelos curtumes, hoje, é aceito pelos mesmos como um grande beneficiador devido à economia de água e produtos químicos. Percebeu-se que a implementação deste trouxe benefícios financeiros comprovados pelo setor econômico da indústria. Contudo, ainda existe resistência de mudanças nos demais processos.

#### 2.1.2 Processo B

O processo B é um processo misto, que utiliza algumas alternativas ecológicas. Esse

realiza reciclo no processo de depilação e caleiro e reúso do banho de curtimento. O processo B, também, começa a utilizar alguns produtos que minimizem o impacto ambiental, é uma espécie de trampolim para um processo ecológico, além de mostrar para os curtumes que estas técnicas trazem além de investimentos, muitos benefícios. É um bom começo, uma vez que mudar radicalmente para um processo totalmente ecológico em um curto espaço de tempo encontra muitas barreiras, principalmente, culturais.

#### 2.1.3 Processo C

Processo ambientalmente correto, utilizando produtos mais ecológicos para a indústria do couro e realizando reciclos e reúsos para economia de água e produtos químicos.

Para verificar este processo são propostas sugestões utilizando apenas produtos ambientalmente corretos, apresentando alternativas para produzir um couro sem prejudicar o meio ambiente ou pelo menos diminuindo, significativamente, esse impacto, além de todas as possibilidades de reúso que economiza água e produtos químicos, além de reduzir vazão da ETE.

## 2.2 O consumo de água e a cobrança pelo seu uso

Em função de condições de escassez em quantidade e ou qualidade, a água deixou de ser um bem livre e passou a ter valor econômico. Esse fato deve ser considerado em indústrias que fazem o uso da água em grandes quantidades, como é o caso de curtumes.

Para saber o consumo de água e o custo gerado por esse consumo, foi aferida a quantidade de água utilizada para processar as peles nos curtumes do Estado do Rio Grande do Sul.

A Agência Nacional de Águas (ANA) vem desenvolvendo ações para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil.

A fórmula de cobrança pelo uso da água apresentada a seguir (1) corresponde à fórmula da cobrança na Bacia do Paraíba do Sul (ANA, 2006).

$$C = Q_{cap} \times K_0 \times PPU + Q_{cap} \times K_1 \times PPU + Q_{cap} \times \dots \quad (1)$$

$$\dots (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times PPU$$

Onde:

$Q_{cap}$ : corresponde ao volume de água captada durante um mês ( $m^3 \cdot \text{mês}^{-1}$ )

$K_0$ : expressa o multiplicador de preço unitário para captação (inferior a 1,0 e definido pelo CEIVAP). Foi estabelecido R\$ 0,40.

$K_1$ : expressa o coeficiente de consumo para a atividade do usuário em questão, ou seja, a relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário (ou o índice correspondente à parte do volume captado que não retorna ao manancial).

$K_2$ : expressa o percentual do volume de efluentes tratados em relação ao volume total de efluentes produzidos (ou o índice de cobertura de tratamento de efluentes doméstico ou industrial), ou seja, a relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta.

$K_3$ : expressa o nível de eficiência de redução de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) na Estação de Tratamento de Efluentes.

PPU: é o Preço Público Unitário correspondente à cobrança pela captação, pelo consumo e pela diluição de efluentes, para cada  $m^3$  de água captada (R\$/ $m^3$ ). Segundo CEIVAP O PPU para saneamento e indústria é de R\$ 0,02.

Logo a primeira parcela ( $Q_{cap} \times K_0 \times PPU$ ) é relativa à cobrança pelo volume de água captada no manancial; a segunda parcela ( $Q_{cap} \times K_1 \times PPU$ ) se refere à cobrança pelo consumo (volume captado que não retorna ao corpo hídrico) e a terceira parcela ( $Q_{cap} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times PPU$ ) corresponde à cobrança pelo despejo do efluente no corpo receptor.

### 2.3 Custo da estação de tratamento de efluentes

Foi feita uma pesquisa com uma empresa de consultoria ambiental (em fevereiro de 2006) para verificar os custos das etapas de tratamento do efluente de curtumes.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Avaliação de formulação conforme o processo

- Processo A: convencional

Além do alto consumo de água conforme será apresentado pelo item 3.2 desse artigo, o processo “A” ocorre segundo as etapas

do curtume sem preocupar-se com a mitigação ambiental. Algumas das etapas causadoras de um maior impacto ambiental são:

1- Conservação com sal (NaCl): a conservação da pele com sal garante uma desidratação da pele e portanto faz com que esta não degrade, mantendo a pele conservada durante o período de armazenagem. Assim, depois da eliminação do sal, através de lavagens com água, essa volta ao seu estado inicial. Essas lavagens demandam um grande volume de água e geram um efluente com altas concentrações de cloretos e DBO.

2- Outra etapa relevante no impacto ambiental é a de depilação e caleiro, felizmente muitos curtumes já fazem o reciclo parcial ou total. Pois devido à remoção dos pêlos o efluente desta operação tem alta carga orgânica, além de conter sulfeto e cálcio no efluente.

3- A desencalagem é feita com sais de amônio.

4- O píquel é feito com sal, com adição de ácidos para diminuir o pH.

5- O curtimento gera um efluente contendo cromo III, pois ele é o agente curtente na maioria dos processos.

6- O acabamento molhado (recurtimento, tingimento e engraxe) faz utilização de cromo III no recurtimento; uso de sal e de amônia no tingimento; engraxantes contendo AOX (Adsorbable Organic Halogen).

- Processo B:

O processo B é um intermediário e busca alternativas mais urgentes na

substituição de parte de seus produtos para melhoria do processo em relação ao meio ambiente. Algumas alternativas são:

1- Na conservação com sal (NaCl) os processos intitulados de B continuam conservando as peles com sal, contudo antes de processar passam por um equipamento que remove mecanicamente parte do sal denominado fulão de bater sal. Com isso, a concentração de cloretos diminui no efluente.

2- Na etapa de depilação e caleiro, os curtumes estão fazendo uma substituição parcial dos sulfetos por amina. Reduzindo a quantidade de sulfetos, ocorre a remoção de pelos sem que ocorra a destruição dos mesmos, assim o efluente é filtrado e reciclado totalmente ou parcialmente.

4- No curtimento, é feito reciclo e/ou reúso do banho residual.

5- No acabamento molhado, as operações são feitas com alto esgotamento, ou seja, com menor quantidade de água e com cuidados para uma boa absorção dos insumos químicos pelo couro, e maior tempo de processo.

- Processo C:

O processo ecológico busca desafiar a visão poluidora do processo do couro, encontrando formas de minimizar o impacto ambiental através de mudanças nos produtos químicos e uso de novas tecnologias. Essas estão citadas a seguir:

Eliminar a conservação, ou seja, processar a pele logo após a esfolagem, sem necessidade de tratamentos químicos para

conservação, ou quando a logística não permitir fazer uso de métodos de conservação sem sal, como resfriamento ou secagem.

- 1- Fazer uso da biotecnologia no remolho. Exemplo: usar enzimas lipolíticas.
- 2- Eliminar o uso de sulfetos, fazer o uso de enzimas, aminas e produtos redutores no processo de depilação e caleiro.
- 3- Usar CO<sub>2</sub> e ácidos de sais orgânicos na desencalagem.
- 4- Usar produtos não inchantes, banhos curtos e sistemas *wet-white* no piquel.
- 5- Aumentar a eficiência dos processos de curtimento através do controle das variáveis pH, temperatura, volume de banho, tempo e velocidade do fulão, em combinação com a recuperação de cromo. Algumas alternativas para curtimento ao cromo são: substituição parcial do cromo, curtimento com pouca oferta de cromo e curtimento de elevado esgotamento.
- 6- Para o acabamento molhado, fazer combinações de recurtentes para obter melhor esgotamento e recurtimento suavizado. Tingimento: com pouco ou isento de sal, agentes de penetração de tingimento (no lugar de amônia). Alternativas para engraxe: licores de engraxe isentos de AOX, emprego de produtos de alto esgotamento e ofertas adequadas.

### 3.2 Consumo de água dos processos em curtumes.

Constatou-se através de pesquisa feita em curtumes do Estado que o consumo de água

em curtumes que utilizam o processo A, ou seja, que fazem apenas reciclo parcial do caleiro é de 10 a 14 L de água por kg de pele. Ou seja, se cada um processasse 3000 kg de pele por dia, por mês daria 900000 à 1260000 L de água captada.

Em curtumes que fazem o processo B, reciclo total do caleiro e do curtimento e aplicam redução na fonte esse consumo é bem menor o consumo de água, pois é de 5,2 à 8 L por kg de pele. A captação de água para realizar os processos mensalmente é de 470000 à 720000 para 3000 kg pele dia.

Ao aplicar tecnologias de redução na fonte e todas as possibilidades de reúso, estima-se uma redução de até 70% da captação (Farenzena *et al.*, 2004; Aquim, 2004). Assim captar-se-ia 4,2 L por kg, reduzindo a captação mensal para 378000 L.

Os resultados da cobrança da água para a primeira, segunda e terceira parcela estão na tabela 1. Para a segunda parcela assumiu-se o valor de 0,5 para K1. Para a terceira tabela, assumiu-se que os valores de K1 = K2 = K3 = 0,5.

Tabela 1: Valores estimados da cobrança pelo uso da água para os 3 tipos de curtumes

1º Parcela		
$Q_{Cap} \times K_0 \times PPU$		
	Mínimo	Máximo
Processo A	7,2	10,08
Processo B	3,76	5,76
Processo C	3,024	
2º Parcela		
$Q_{Cap} \times K_1 \times PPU$		
	Mínimo	Máximo
Processo A	9	12,6
Processo B	4,7	7,2
Processo C	3,78	
3º Parcela		
$Q_{Cap} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times PPU$		
	Mínimo	Máximo
Processo A	6,75	9,45
Processo B	3,525	5,4
Processo C	2,835	

### 3.3 Vazão de efluente que vai para ETE.

Em processos convencionais, sem reciclos e reúsos, é grande o volume de água a ser tratado para posterior descarte. Quanto maior for o emprego de técnicas que reduzam a captação e promovam o reuso de águas, menor será a vazão de efluente para ser tratado.

A pesquisa relativa aos custos com o tratamento de efluentes de curtume gerou os seguintes resultados:

- Tratamento Preliminar: nesta etapa há apenas o custo de energia elétrica para a remoção dos sólidos (peneiras) e bombeamento, além do operador. Estimativa: R\$ 0,02/m<sup>3</sup>/h. Dependendo do tipo de sistema pode não ter nenhum consumo de energia elétrica (gradeamento), apenas mão de obra.

- Tratamento Primário: há os gastos com equalização: R\$ 0,8/m<sup>3</sup>/h. Produtos químicos: aproximadamente R\$ 1,00/m<sup>3</sup>/h. Energia elétrica com misturadores e bombeamento: R\$ 1,0/ m<sup>3</sup>/h.

- Tratamento Secundário: custo com energia elétrica de R\$ 2,65/m<sup>3</sup>/h no caso de lodo ativado. Se for lagoa o custo é a metade. Produtos químicos (nutrientes): R\$ 0,05/m<sup>3</sup>/h. Bombeamentos: R\$1,2 / m<sup>3</sup>/h.

- Tratamento de Lodo: se for com leitos de secagem, só há custo de mão de obra. Se for usado um outro sistema, depende de cada caso. Filtro de placas: R\$1,0/m<sup>3</sup> de lodo.

Para se ter uma idéia, as vazões de 4 curtumes do estado do Rio Grande do Sul variam de 160 à 800m<sup>3</sup>/dia, o que resultaria num custo de R\$ 1235,2 à R\$ 6176, 00 e mostra a importância de reduzir o efluente a ser tratado.

Além dos custos com equipamentos e dos produtos químicos da ETE, ainda existe o custo com o salário do operador e com os gastos das análises. As análises custam em torno de R\$ 100,00 a 200,00 dependendo do tamanho da ETE.

Os custos de estação de tratamento de efluentes são variáveis, e quanto maior o volume de efluente gerado maior o custo. Há a exceção do sistema de homogeneização e de tratamento biológico que necessitam de funcionamento constante, mesmo que não esteja sendo gerado efluente, deve-se manter os aeradores operando.

## 4. CONCLUSÕES



O trabalho mostrou que existem alternativas para melhorar o processo do ponto de vista ambiental. O grande problema é que com a baixa procura por essas alternativas, o custo dos produtos, como enzimas e outros que vêm substituir os nocivos ao meio, é muito elevado. Também há receio cultural e falta de conhecimento sobre as vantagens econômicas que estes processos podem trazer como o aumento do seu leque de clientes devido ao marketing verde da empresa. Infelizmente, mudanças significativas, só serão possíveis sob pressão dos órgãos ambientais.

Um exemplo é a cobrança da água, pois assim, as indústrias serão obrigadas a rever seus processos e implementar medidas que diminuam a captação de água podendo, assim trazer benefícios ambientais e econômicos.

A indústria só tem a ganhar com a redução do consumo da água, porque além da taxa da cobrança água que tem ou terá que pagar, terá uma redução com as despesas do efluente a ser tratado. O trabalho mostra a importância da redução do volume de efluente a ser tratado para diminuir os custos.

## 6. REFERÊNCIA

Agência Nacional de Águas (ANA), 2006. disponível on line em fevereiro de 2006: <http://www.ana.gov.br/>

AQUIM, P.M. Balanço de massa: uma ferramenta para otimizar os de processos de ribeira e curtimento. Dissertação de Mestrado – UFRGS, 2004.

FARENZENA M., FERREIRA, L. S. ;, J. O. TRIERWEILER, P. M. AQUIM, Curtumes: do

Desperdício à Sustentabilidade. In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2004, Curitiba- RS, Cd: 2859, p. 166, set. 2004.

FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) – RS. Diagnóstico da Poluição Hídrica Industrial na Região Hidrográfica do Guaíba, Porto Alegre, 2001.

FRIEDRICH, J. ALMEIDA, C.. A gestão ambiental sob a ótica contábil. IX Convenção de Contabilidade, do Rio Grande do Sul, 13 a 15 de agosto de 2003 – Gramado – RS.

RAMIREZ et al.. Proceso de Ribeira: Revisión a los Procesos Químicos. XXVII Congreso IULTCS (International Union of leather technologists and Chemists Societies), Cancún, México, 2003.

RAO, J. R. et al. Recouping the wastewater: a way forward for cleaner leather processing. Journal of Cleaner Production. 11, 591-599, 2003.

## Agradecimentos

- Ao CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

- À NW Gerenciamento Ambiental.

- FAPERGS - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul