



A DEMANDA DE ÁGUA E O IMPACTO AMBIENTAL EM CURTUMES

Patrice Monteiro de Aquim

¹Grupo de Estudos em Couro e Meio Ambiente(LACOURO)
Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
R. Eng. Luis Englert, s/n. Campus Central. CEP: 90040-040 - Porto Alegre - RS - BRASIL,
E-MAIL: {patrice}@enq.ufrgs.br

Palavras Chaves: demanda de água, curtumes, meio ambiente.

Resumo: Os curtumes são indústrias que empregam grandes quantidades de água, uma vez que a maioria dos seus processos ocorre em meio aquoso. Consequentemente, geram uma grande quantidade de efluentes líquidos que devem ser tratados, pois esses têm altas concentrações de contaminantes. O presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada em 5 curtumes do estado do Rio Grande do Sul. O estudo revela as quantidades de água que são empregadas nas etapas de ribeira, curtimento e recurtimento do processamento de peles em couro. Foi constatado que as quantidades de água empregadas nos curtumes são muito elevadas, e muitas vezes superiores ao necessário, além de se utilizarem, para a maioria dos processos, águas limpas oriundas de poços cartesianos, açudes ou rios. O resultado do consumo total de água foi de 15 à 27,4 L/kg de pele salgada. Verificou-se que é feito o ciclo na etapa de caleiro. Esse fato, comprova que técnicas de integração mássica de reúso e reciclo são fundamentais para redução de emprego da água fresca e devem ser expandidas para outras operações. Outra constatação, foi que os curtumes possuem um bom tratamento end-of-pipe, conseguindo descartar as águas conforme a legislação vigente em 2005.10pt.

1 INTRODUÇÃO

Os curtumes são conhecidos como um vilão ao meio ambiente, devido ao fato de empregarem grandes quantidades de água nos processos produtivos e por empregarem produtos tóxicos como cromo e sulfeto e gerarem altas carga de DBO5 e DQO. O alto consumo de água é devido a muitos tratamentos da pele serem em meio aquoso e em regime de bateladas, tornando esta uma atividade industrial geradora de uma grande quantidade de efluentes líquidos, os quais, por sua vez, exigem investimentos e custos operacionais significativos em seu tratamento, visando enquadrá-los nos padrões de emissão exigidos pela legislação ambiental.

O processo do couro consiste em transformar a pele verde ou salgada em couro. Sua tecnologia de

fabricação requer diversas etapas de processamento, com adições seqüenciais de produtos químicos, intercaladas por lavagens e processos mecânicos. As etapas de processamento da pele em couro podem ser agrupadas em: ribeira, curtimento, recurtimento e acabamento.

A ribeira é composta por operações em meio aquoso e operações mecânicas. As etapas que compreendem a ribeira são: bater sal, pré-remolho, pré-descarne, remolho, depilação /caleiro, descarne, divisão, desencalagem, purga e píquel. Nas etapas da ribeira, é onde existe o maior consumo de água, pois nessa fase devem ser removidos todos os materiais não formadores do couro, e para tanto são efetuadas lavagens com água e alguns auxiliares. Após as operações de ribeira, a pele apresenta-se preparada para receber o agente curtente, o qual



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

proporciona a estabilização da estrutura. Posterior à etapa de curtimento, a pele passa a ser denominada couro; e quando o curtimento é feito com cromo, o couro é chamado de "wet-blue" devido a sua umidade e coloração.

Concluído o curtimento, o couro passa para a fase de acabamento. O acabamento pode ser subdividido em três etapas, são elas: acabamento molhado ou recurtimento, pré-acabamento e acabamento propriamente dito. Das etapas realizadas depois do curtimento, apenas o recurtimento é feito em meio aquoso, devido a isso, não foram avaliadas as demais etapas de acabamento.

O estado do Rio Grande do Sul, segundo o Guia Brasileiro do Couro (2005), é composto por aproximadamente 91 curtumes. São em média 34 curtumes que realizam todas as operações representando 37% dos curtumes do Estado. Ainda, existem 10% que efetuam apenas o curtimento. Em torno de 45% desses, já recebem o couro na forma de wet-blue. E, apenas, 7,7% não fazem as operações em meio aquoso, que são os curtumes de acabamento.

O objetivo do trabalho é pesquisar as quantidades de água que são empregadas nas etapas de ribeira, curtimento e recurtimento do processamento de peles em couro. Uma vez que essas são as responsáveis pela grande demanda de água da indústria do couro. Pois, através desse estudo poderão ser pesquisados futuramente técnicas de integração mássica da água visando minimizar o máximo de água, através dessas técnicas de reúso e reciclo. Também serão apresentadas, nesse artigo, alternativas para reduzir o impacto no efluente líquido do processo em questão.

Para tanto, foram acompanhados todas as etapas de ribeira, curtimento e recurtimento. A pesquisa foi realizada em 5 curtumes do Estado do Rio Grande do Sul A, B, C, D e E). Esses curtumes, processam as peles do seu estado natural ou conservado até o couro acabado, ou seja, são curtumes completos. O estudo feito nos curtumes, realizado no primeiro semestre de 2005, avaliou a quantidade de água utilizada para cada etapa, bem como, as operações nas quais já estão feitos reciclos ou reúsos. Também, foi avaliada a estação de tratamento de efluentes líquidos desses..

2 CONSUMO DE ÁGUA EM CURTUMES E QUALIDADE DOS SEUS BANHOS RESIDUAIS

Devido, a maioria dos processos, para transformar as peles em couros, utilizarem água e produtos químicos, muitos estudos foram realizados para aferir o volume e a qualidade dessa água. Alguns desses estudos sobre a demanda de água da indústria coureira e os efluentes líquidos oriundos dos processos de curtume são apresentados a seguir.

Ramirez et al (2003), ao fazerem um estudo revisando os processos de ribeira, concluíram que se empregam 35 a 40 litros de água para processar um quilograma de pele, além de utilizarem em média 40 a 75 % de excesso de produtos químicos em processos tradicionais, ou seja, processos que não empregam nenhuma tecnologia para minimizar o consumo de água e produtos químicos. Esse estudo, mostra que existem muitos curtumes que não buscam novas técnicas para minimizar o consumo excessivo de água e produtos químicos.

RAO et al. (2003) apresentam no artigo, no qual se referem a recuperação de efluente, os seguintes consumos de água para processar uma tonelada de peles: remolho = 9-12 m³, caleiro = 4-6 m³, desencalagem 1,5-2 m³, píquel = 1-1,5 m³, curtimento ao cromo = 1-2 m³, ou seja, um consumo total de 16,5 - 23,5 m³ nestas etapas. Segundo os autores, a indústria do couro emprega cerca de 30- 40 L água por kg de pele processada. Segundo Nunes (1996), o consumo específico de água nos curtumes é entre 20 a 40 m³ por tonelada de pele; e o efluente gerado tem alto DBO, além de conter compostos tóxicos (sulfetos e cromo).

Um dado mais antigo - encontrado para o consumo de águas em curtumes - foi de 50-60 litros de água para 1kg de pele salgada (BELAVSKY, 1965). Estes dados mostram que este consumo vem diminuindo, contudo, sabe-se que as tecnologias atuais poderiam ser melhoradas para tornar viável a progressiva redução do consumo de água, buscando ciclos fechados.

Para o Guia Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres (2002), que realizou um estudo em curtumes na Bolívia, a água consumida para todo o processo oscila entre 15 a 40 m³ por tonelada de pele fresca, a água que é eliminada pela pele no efluente total corresponde no mínimo a 0,138 m³ por pele salgada.



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

Segundo Buljan (1995), são empregados, em média, 30.000 L de água por tonelada de peles salgadas, que geram 250 kg de couros curtidos, ou seja, a relação empregada de água, peles salgadas e couros produzidos é de 120:4:1. Conforme este autor, a produção anual mundial de peles bovinas é de 5,3 milhões de toneladas em peso salgado úmido, porém este número vem crescendo, segundo a FAO (2001), em 2000 a produção foi de 5,8 milhões.

O Brasil detém cerca de 11% da produção mundial de couros (Guia Brasileiro do Couro, 2005). Só o que é gasto de água pelos curtumes no Brasil por ano, supriria a cidade de São Paulo* por aproximadamente 10 dias. Aliado ao elevado consumo de água, consideráveis quantidades de substâncias químicas também são gastas. Estas substâncias podem ser recuperadas e minoradas em seus gastos, se forem aplicadas técnicas de reciclo/reuso/ regeneração. Mediante a aplicação destas técnicas, é possível reduzir, consideravelmente, a emissão de efluentes líquidos (FERREIRA et al., 2004).

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 m³/dia com cargas de até 141 t/ano de DQO.

Dexheimer (1993), ao fazer um monitoramento físico-químico e microbiológico de efluentes de curtumes, apresentou como parâmetros principais DBO5 e DQO, que representam o consumo de oxigênio capaz de oxidar sulfetos, proteínas, sais diversos, etc. Estes parâmetros estimam o somatório destas substâncias presentes. Este autor também relatou a importância de analisar o nitrogênio advindo do amônio das etapas de desencalagem e de alcalinizações com amoníacos e o nitrogênio orgânico, oriundo das degradações do colagênio e dos pêlos.

Para Font (1985), é grande o volume da água residual de remolho, com pH levemente ácido ou básico, dependendo dos auxiliares empregados e da presença de gorduras, sangue, proteínas solúveis, tensoativos, cloreto de sódio ou outros conservantes, conforme a pele em processo. Na depilação e caleiro, o volume de água residual é

menor que no remolho, mas sua contaminação é tão elevada que, em alguns casos, chega a ser responsável por mais de 50% do efluente total do curtume. Esta água é caracterizada por alta alcalinidade, pH de 12-14, elevados conteúdos de pêlos e proteínas, basicamente queratina, cal, sulfetos, assim como pequenas quantidades de graxas (FONT, 1985).

A água provida da desencalagem e purga contém sais solúveis de cálcio e nitrogênio, devido aos sais amoníacos e são levemente alcalinas. No piquel, há uma elevada concentração de cloreto de sódio e ácidos, que confere uma elevada acidez, sendo freqüente também a presença de biocidas. O curtimento ao cromo não utiliza um volume grande de água, mas os banhos residuais são concentrados em produtos químicos, sendo caracterizados por pH ácido, elevada salinidade, abundância de sais de cromo e fibras de couro em suspensão e também pode ter gorduras emulsionadas (FONT, 1985).

Segundo Garda (2004), o efluente do recurtimento, também contém cromo advindo das lavagens; além de conter gordura do engraxe que são bastante solúvel dificultando a separação dessa com a água. Outro produto encontrado no recurtimento são os corantes do tingimento.

Na maioria dos casos, os seguintes parâmetros são analisados nas águas residuais das etapas do processo: cloretos, sulfetos, cromo, sólidos totais, NTK (nitrogênio total com Kjeldahl), DBO5 (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio). Thorstensen (1997) mostrou que os efluentes de curtumes possuem contaminantes que requerem atenção e cuidados como cloretos, cromo, sulfetos e cálcio, além de apresentarem um valor de DBO5 alto; sendo no efluente de remolho o maior problema o sal, na depilação o sulfeto e no curtimento o cromo.

A importância do estudo destes parâmetros para um tratamento distribuído, tem despertado interesse de autores para pesquisar formas de trabalho através de tecnologia mais limpa no setor de couro.

Mais informações sobre estudos de efluentes dos curtumes podem ser encontrados em artigos/livros escritos por: Baumgarten, Buer e Scholz (2004), Guia Técnica de Producción Más Limpia para Curtiembres (2002), Sreeram e Ramasami (2003), sobre curtimento de forma sustentável através da recuperação e melhor utilização do cromo onde apresentam os parâmetros medidos nos efluentes de



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

curtume; Ramos (2004) realizou um trabalho para reutilizar o efluente de curtume como adubo; Cassano et al. (2001) estudaram os efluentes das etapas de ribeira e curtimento para regenerá-los com membranas; e autores como RAO et al. (2003), Marsal (2002) e Claas e Maia (1994) apresentaram os resultados de parâmetros dos banhos residuais a fim de enfatizarem seu impacto ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para efetuar a pesquisa da demanda de água em curtumes, os quatro curtumes avaliados foram: Fuga Couros S/A (A), Curtume Fridolino Ritter LTDA (B), Curtume Rio Grandense Ltda (C) e Curtume Kern Mattes (D). Todos localizados no estado do Rio Grande do Sul. Para avaliar os curtumes foram elaborados questionários que foram respondidos por técnicos responsáveis pelos mesmos, além de visitas realizadas nos curtumes.

Primeiro, avaliaram-se as operações que removem o sal, hidratam e depilam a pele, denominadas de remolho e depilação e caleiro. A tabela 1 apresenta a demanda de água por essas etapas, a massa das peles que sofrem os processos e a procedência da água empregada.

Tabela 1: Demanda de água nas primeiras etapas de Ribeira

Demanda de água (L) para processar 12000 kg de pele					
Curtume	A	B	C	D	E
Pré-remolho	24000	36000	0	12000	0
Remolho	24000	12000	15600	24000	12000
Lavagem de remolho	24000	0	31200	18000	0
Depilação e caleiro	0	0	31200	10800	0
Total	72000	48000	78000	64800	12000
L de água por kg de pele	6	4	6,5	5,4	1
Origem da água empregada	Açude	*Riacho	Poço	Açude	Açude

Ao observar os valores da tabela 1, verifica-se a existência da discrepância no consumo de água por diferentes curtumes. Com isso, foi verificado que os curtumes não trabalham com o mínimo de água, ou

que as peles processadas chegam com diferente quantidades de sal, uma vez que estão processando a mesma quantidade de peles.

Uma maneira mais eficiente de realizar essas etapas, seria processar a pele verde e não a conservada com sal. Ao processar a pele verde, reduziria-se o consumo de água empregado para remover o sal conservante. Além de não conter altos teores de cloretos na água residual. Para eliminar a conservação das peles, é processá-las imediatamente após o abate, teria que existir uma logística perfeita, além de matadouros e frigoríficos próximos aos curtumes. Uma sugestão seria que novos curtumes fossem licenciados apenas se estes fossem próximos de frigoríficos ou matadouros que atendessem sua demanda ou, ao contrário, frigoríficos ou matadouros teriam que processar as peles até o curtimento.

Para minimizar o impacto causado pelo sal conservante, existem possibilidades de substituição do sal (NaCl) por outros produtos menos agressivos, Bailey (1995) sugere o uso de KCl para substituir o NaCl, pois o KCl pode ser aplicado no solo como fertilizante, após ser usado para conservação. Também, há a possibilidade de refrigerar as peles, contudo o baixo custo do sal empregado e a cultura faz com que o modo de conservação mais usado seja esse.

Os valores iguais a zero na tabela 1, nas etapas de Depilação e Caleiro, representam o reciclo total da etapa em questão. Os demais fazem reciclos parciais. Para realização do reciclo, o banho residual passa por: um peneiramento, para remoção dos sólidos finos; decantação, para remoção de precipitados e cal e, então, o retorno parcial ou total ao processo em questão. Ao comparar com o consumo do caleiro estudado por RAO et al. (2003) que foi de 4-6 litros por quilograma de pele e nos casos estudados com reciclo total e parcial esse consumo foi de 0-2,6 litros por quilograma de pele. O reciclo dessa operação tem grande importância para o meio ambiente, além de economias no uso de produtos empregados nessa operação.

O reciclo dos banhos de Depilação e Caleiro, já foram um avanço em tecnologias limpas, pois esse banho residual possui altas concentrações de DBO, devido a remoção da epiderme e dos pêlos da pele, e de sulfetos. Ainda há como recurso dessa etapa, a possibilidade de não destruir o pêlo e reaproveitá-lo para compostagem.



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

Nos processos de ribeira, busca-se, também, a substituição parcial ou total da cal e do Na₂S para diminuir a agressão ao meio ambiente. Também, existem novas tecnologias mais favoráveis ao meio ambiente como depilação enzimática, contudo o custo elevado ainda não motivou os curtumes a trocarem seus produtos usados nessa operação.

Seguindo o processo, a tabela 2 apresenta as demandas de águas para as etapas que vão desde desengalagem até o curtimento. Percebe-se na tabela 2 a variabilidade entre os curtumes em estudo, o que mostra a possibilidade de reduzir o consumo de água empregado. O maior problema dessas operações é o cromo trivalente advindo do curtimento. Estudos mostram que mudanças físicas no curtimento, como tempo e temperatura, aumentam a ligação do cromo com o colágeno (pele) elevando o aproveitamento desse. Outros problemas, dessas etapas, são os sais amoníacais usados como desengalante que aumentam a concentração de nitrogênio no efluente e o sal (NaCl) usado no píquel. Contudo, já existem produtos comerciais para substituí-los, como desengalagem com CO₂ (anidrido carbônico), com compostos orgânicos de ésteres (ésteres cíclicos) ou com misturas de ácidos carboxílicos com compostos orgânicos de ésteres e píquel com produtos comerciais à base de ácidos aromáticos não inchantes.

O curtume B, dá um bom exemplo, pois realiza reuso do banho do curtimento para curtir as raspas. Também, existem possibilidades de reciclo para essa operação. Para reutilizar o banho residual de curtimento, precipita-se o cromo com produtos alcalis (cal, soda, carbonato de sódio etc.) e posterior decantação ou filtro prensagem. De posse do cromo precipitado efetua-se a acidificação ou redissolução com ácido sulfúrico para ser usado novamente no processo.

Tabela 2: Demanda de água nas demais etapas de Ribeira e no Curtimento

Curtume	Demanda de água (L) para processar 12000 kg de pele				
	A	B	C	D	E
Desengalagem	7500	1000	10000	15000	1500
Lavagem	10000	10000	5000	15000	0
Purga	7500	0	2500	4000	7500
Lavagem	10000	15000	15000	30000	0
Píquel	4000	1500	0	1500	5000
Curtimento	4000	0	0	0	4000
Total	43000	22500	32500	65500	18000
L de água por kg de pele	8,6	4,5	6,5	9,3	1,5
Origem da água empregada	Açude	Riacho	Poço	Poço/Açude	Açude

Os processos de recurtimento, são mais específicos, uma vez que esses já levam a formulação conforme o seu destino. Por exemplo, se o couro será usado em vestuário provavelmente na sua formulação deve haver óleos de engraxe que proporciona maciez. Contudo, buscou-se ater-se na demanda de água e os curtumes optaram por colocar o consumo da água da formulação mais usada. A tabela 3 apresenta demanda de água nos processos de recurtimento.

Tabela 3: Demanda de Água no Recurtimento

Curtume	Demanda de água (L) para processar 2500 kg de pele				
	A	B	C	D	E
Lavagem	0	0	0	5000	0
Neutralização	0	2500	12500	5000	3750
Lavagem	0	15000	0	3750	2500
Recurtimento	7500	2500	10500	8750	0
Tingimento	0	750	0	5000	0
Engraxe	0	3000	0	3750	0
Total	7500	23750	23000	31250	6250
L de água por kg de pele	3	9,5	9,2	12,5	2,5
Origem da água empregada	Poço	Riacho	Poço	Poço	Poço

*Riacho Holanda, um afluente do Rio Cadeia

O emprego de água, no recurtimento, do curtume "A" é pequeno comparado com os demais. Com isso, os curtumes deveriam verificar as



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

possibilidades de redução desse emprego de água, pois nessas etapas objetiva-se fazer com que os produtos químicos penetrem na pele, logo quanto mais concentrado for banho maior será a difusão do produto contido nele para pele.

O consumo total de água para as operações em estudo para cada curtume, está apresentado na tabela 4. Embora exista um enorme volume de água empregado nos processos de curtume, se compararmos os valores da pesquisa com dados da literatura, já mencionados, que variam de 15 à 40 L por kg de pele, esses curtumes estão na média do emprego de água nos processos. Contudo, isso não basta, a busca por minimização do consumo de água e por novas tecnologias devem ser incansáveis para as empresas que pretendem continuar no mercado nos próximos anos.

Pois, as pressões ambientais estão cada vez mais severas com essa indústria. Até o momento, o que se tem exigido no Rio Grande do Sul é que essa água seja descartada de acordo com a Portaria N.º 05/89 da Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. Mas, espera-se que isso seja apenas o começo para um futuro melhor para os cidadãos.

Tabela 4: Volume total de água empregado para as etapas de Ribeira, Curtimento e Recurtimento.

Curtume	Volume total de água empregado (L)	L de água por kg de pele salgada
A	122500	10,21
B	94250	7,854
C	164700	13,73
D	161550	13,46
E	36250	3,021

Os curtumes estudados não possuem certificações ambientais, apenas licença operacional do órgão ambiental local, Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). A FEPAM faz vistorias, coleta de amostras do efluente periodicamente e medições de vazões de descarte, apenas, quando fazem as vistorias. Os curtumes devem fazer um auto monitoramento do efluente e enviá-lo ao órgão ambiental. As análises realizadas e os parâmetros permitidos estão na tabela 4.

Tabela 5: Parâmetros analisados nos efluentes de curtumes e seus limites para descarte

*Parâmetros	
DBO (mg/ L)	108
DQO (mg/ L)	324
S, Suspensos (mg/ L)	108
Cr total (mg/ L)	0,45
pH	6-8,5
Sulfetos (mg/ L)	0,2

*Parâmetros = estipulados pela PORTARIA N.º 05/89 DA SECRETARIA DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE.

Os limites de vazão, ou seja, a vazão máxima diária originada pelo Sistema de Tratamento, também segue a mesma legislação, esses limites de vazão consideram três fatores o DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio, em 5 dias, à 20 °C), o DQO (Demanda Química de Oxigênio) e os SS (Sólidos Suspensos). A tabela 5 informa esses valores.

Tabela 7: Limites de vazão para Fontes Poluidoras Existentes

Fonte: PORTARIA N.º 05/89 DA SECRETARIA DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE

Para cumprir com as exigências ambientais, os curtumes construíram estações de efluentes (ETE). A ETE de um curtume pode ser dividida em 4 tratamentos: preliminar, primário, secundário e terciário.

No tratamento preliminar, na maioria dos curtumes, o efluente passa por um gradeamento, no qual são separados os materiais grosseiros, seguido por uma caixa de areia e de gordura para remover areia e gordura evitando entupimentos na tubulação.

No tratamento primário, o efluente sofre uma equalização, fundamental para o tratamento físico-químico ou primário, seguida por ajuste de pH. Após, passa por uma floculação ou coagulação e por uma flotação ou decantação primária. Na decantação primária, remove-se o lodo primário. Na seqüência, passa-se o efluente para o tratamento secundário ou aeróbio, no qual ocorre a biodegradação da matéria orgânica através do ar (O₂), posteriormente tem-se o decantador secundário gerando o lodo secundário.



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

Finalmente, esse chega ao tratamento terciário, a maioria dos curtumes do estado não realizam todas essas operações do terciário, contudo são estas: a remoção do nitrogênio e do fósforo, a adsorção por carvão ativo, filtração, cloração e depois a estabilização.

Certamente as exigências ambientais vão aumentar, seria cabível controlar a captação de água e ou a vazão de descarte, constantemente, não eventualmente como é feito. Pois só assim, os curtumes buscariam mais alternativas para minimizar o consumo de água do processo e não focariam apenas no end-of-pipe.

Além disso, devido ao nível de exigência da sociedade atual, aos selos ecológicos e as exigências das legislações, muitos produtos empregados nesse processo, em um futuro não muito distante, serão proibidos. Exemplos desses produtos são: cromo III e sulfetos. E quando essas exigências forem impostas, essa indústria terá que estar preparada com novas tecnologias.

Uma importante medida, a ser tomada, para redução do consumo de água em curtumes é utilizar as estratégias de El-Halwagi (1997), que servem para reduzir o desperdício industrial num processo químico. Compõem estas estratégias: redução na fonte, boas práticas, reuso/ reciclo (diretos ou com regeneração), segregação, tratamento e disposição. Adicionalmente, a possibilidade de distribuir o tratamento ao longo das várias correntes poluídas pode retornar bons resultados.

4 CONCLUSÕES

Ao realizar essa pesquisa, concluiu-se que as quantidades de água empregadas nos curtumes são muito elevadas, e muitas vezes superiores ao necessário. A água utilizada tem excelente qualidade, pois, na maioria das operações são utilizadas águas limpas, oriundas de poços cartesianos, açudes ou rios. Dentro dessa realidade verifica-se a importância da pesquisa, nesse setor, para encontrar maneiras de minimizar o emprego de águas e a contaminação do efluente.

Com esse estudo feito em quatro curtumes do estado, foi verificado que os consumos de água são: para as etapas de ribeira, que vão do pré-remolho ao caleiro, de 4 à 9,1 L/(kg de pele salgada); para as

etapas que precedem o curtimento e nele é de 4,5 à 9,3 L/(kg de pele caleirada) e para as etapas de recurtimento a adição de água é de 3 à 9,5 L/(kg de wet-blue). Resultando em um consumo total que vai de 15 à 31 L/(kg de pele salgada).

Verificou-se que se não houvesse o reciclo na etapa de caleiro o consumo seria mais elevado. Esse fato, comprova que técnicas de integração mássica de reuso e reciclo são fundamentais para redução de emprego da água fresca. E devem ser expandidas para outras operações.

Outra constatação, foi que os curtumes possuem um bom tratamento end-of-pipe, conseguindo descartar as águas conforme a legislação. Entretanto, a legislação não engloba todos contaminantes encontrados no efluente descartado, um exemplo é o teor de cloretos que não tem um limite imposto diretamente. Embora, grandes investimentos tenham sido feitos nas estações de tratamento, os curtumes devem reduzir o consumo de água, pois eles podem aproveitar a estrutura da ETE para tratamentos distribuídos, para reciclos e reuso. Esse investimento não será perdido, apenas, em alguns casos as ETEs ficarão super dimensionadas.

REFERÊNCIAS

BAILEY, D. G.. KCl for preservation. Anais do XXIII International Union Leather Technologists and Chemists Societies Congress", Friedrichshafen, 1995.

BULJAN, J., REICH, G., LUDVIK, J. Mass Balance in Leather Processing. United Nations industrial development Organization. Regional Programme for Pollution Control in the Tanning Industry in South-East Asia, 2000.

BULJAN, J.. Raw hide, trade and preservation. Anais do XXIII International Union Leather Technologists and Chemists Societies Congress", Friedrichshafen, 1995.

CLAAS, I. C. e MAIA, R. A. M.. Manual Básico de Resíduos Industriais de Curtumes, SENAI/RS, Porto Alegre, 1994.



Oktober Fórum 2005 – PPGEO

FAO, 2001. In: Associação das Indústrias de Curtumes do Rio Grande do Sul (AICSUL). Boletim Estatístico do Couro 2003, 2004.

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

FERREIRA, L. S. *et al.*. Curtumes: do Desperdício à Sustentabilidade. In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2004, Curitiba- RS, Cd: 2859, p. 166, set. 2004.

GARDA, J. L.. Sustentabilid, El Gran Desafío. XVI Congreso FLAQTIC (Latino Americano Ed Químicos Y Tecnicos De La Industria Del Couero), Buenos Aires, p. 280-303, 2004.

Guia Brasileiro do Couro, 2005.

Guia Técnica de Producción más Limpia para Curtiembres (2002), Programa de Cooperación Danesa al Sector de Medio Ambiente. Centro de Promoción de tecnologías Sostenibles Camara Nacional de Industrias. Guia técnica de Producción más limpia para curtiembres, Bolivia, 2002.

FAO, 2001. In: Associação das Indústrias de Curtumes do Rio Grande do Sul (AICSUL). Boletim Estatístico do Couro 2003, 2004.

NEUTZLING, I. e TÜRCK, C.. DEMAÉ, Água: bem público universal. Zero Hora, 24 de junho, 2004.

NUNES, José Alves. Tratamento Físico Químico de Águas Residuárias

Industriais/. 2ª edição revista e complementada-Aracaju: Grafica Editora J. Andrade, 1996.

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.