

## VI-138 - VERIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CROMO GERADOS NO CURTUME EM ICOARACI-PA

**Leonardo Araújo Neves<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFGC). Docente do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém.

**Gabriel Santana de Queiroz<sup>(2)</sup>**

Graduando no curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém.

**Ingrid costa lobato<sup>(3)</sup>**

Graduando no curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém.

**Lucas Vinícius Souza de Castro<sup>(4)</sup>**

Graduando no curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém.

**Reginely Cabral Pereira<sup>(5)</sup>**

Graduando no curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rodovia Augusto Monte Negro, 4900-Parque Verde- Belém –Pará- CEP: 66635110-Brasil-Tel: (91) 9162-8444 - e-mail: [Leonardo.araujo@estacio.br](mailto:Leonardo.araujo@estacio.br).

### RESUMO

A maioria das estações de tratamento encontra-se trabalhando acima de sua capacidade e requerendo um aumento de vazão em função da demanda que aumenta dia após dia. Uma grande parte dessas estações utiliza tradicionalmente o sulfato de alumínio como coagulante primário e poucas vezes usam algum tipo de polímero como auxiliar de floculação. Na escolha desses produtos nem sempre a qualidade da água a ser tratada é levada em consideração. Procurando atender aos padrões de qualidade exigidos e a sobrecarga que muitas vezes é inevitável, observa-se que em cada caso haverá um coagulante e/ou um auxiliar de floculação mais adequado a essas situações. De posse de tal constatação, faz-se necessário que se investigue em laboratório por meio novas metodologias, os vários produtos que aplicados à água bruta possibilitam obter água tratada com qualidade, em quantidade satisfatória, visando sempre o menor custo.

Sendo assim, o presente trabalho vem relatar um estudo realizado em uma estação de tratamento de água projetada para a vazão nominal de 120 L/s porém, funcionando com 158 L/s, apresentando por esse motivo, água decantada com altos valores de turbidez e cor, o que sobrecarrega os filtros.

Os estudos realizados nessa estação resultaram não só a melhoria da qualidade da água decantada e filtrada como também possibilitou o aumento de sua capacidade com razoável economia dos produtos químicos que atuam na coagulação. A estação trata atualmente a vazão de até 280 L/s, mantendo a qualidade da água conforme os padrões exigidos pela portaria 36/GM, de 1990.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos de cromo oriundos do curtume, mitigação dos impactos ambientais do processo de curtimento do couro, curtume.

### INTRODUÇÃO

A geração de resíduos é uma das principais preocupações oriundas do consumo populacional, sendo que os rejeitos gerados a partir dos processos industriais que produzem em grande escala os produtos consumidos é um dos pilares desta problemática devido aos passivos ambientais que este gera.

Levando-se em conta o grande número de pequenos geradores de resíduos existentes na nossa sociedade, e que os resíduos por eles gerados são de natureza variada, incluindo metais pesados, solventes halogenados,

radioisótopos e material infectante, a premissa de que estas atividades dispensam um programa eficiente de gerenciamento de resíduos não procede, (Jardim 1998).

Segundo Jordão et al, o grande desenvolvimento industrial é um dos principais responsáveis pela contaminação de nossas águas, seja pela negligência no tratamento de seus rejeitos antes de despejá-los nos rios, seja por

acidentes e descuidos cada vez mais frequentes, que propiciam o lançamento de muitos poluentes nos ambientes aquáticos, contribuindo para que as águas naturais se tornem residuárias (efluentes).

Sendo a geração dos resíduos uma das principais problemáticas enfrentadas pela sociedade, esta está se tornando cada vez mais evidente, visto que de acordo com Fonseca 1999, esse problema se relaciona diretamente com o crescimento constante da população, exigindo mais produção de alimentos e industrialização de matérias-primas, transformando-as em produtos industrializados, contribuindo, assim, para o aumento dos resíduos sólidos, com consequências desastrosas para o meio ambiente e para a qualidade de vida.

E tal impacto a qualidade de vida social, ocasiona que a gestão dos resíduos industriais está sofrendo mudanças de paradigma, o que antes era visto apenas como gasto empresarial ou apenas obrigação para não sofrer sanções penais, hoje é visualizado como economia de matéria prima cada vez mais escassa e nova fonte de renda, por meio da reutilização dos rejeitos gerados.

Evidência esta que é vista pelo fato de o gerenciamento dos resíduos gerados a partir dos processos industriais são amparados por leis no Brasil, incumbindo a responsabilidade pela destinação ambientalmente correta deste ao gerador do mesmo, afim de minimizar os passivos que estes possam ocasionar ao meio ambiente.

As indústrias de curtume não fogem a esta regra que faz parte da auto crítica social contemporânea, cada vez mais questionadora e responsável com os produtos que consomem, além de defender uma legislação ambiental mais rígida, para tentar reverter a situação altamente alarmante do meio ambiente.

A indústria brasileira de couro possui cerca de 450 curtumes, sendo que cerca de 80% são considerados de pequeno porte (entre 20 e 99 empregados – classificação da FIERGS1 e SEBRAE-RS), além dos curtumes como unidades autônomas de negócio, tem-se observado uma verticalização dos frigoríficos, atuando também como curtidores, (CETESB 2005).

Os curtumes são conhecidos como vilões para o meio ambiente, devido ao fato de utilizarem grandes quantidades de água nos processos produtivos, por empregarem produtos tóxicos como cromo e sulfeto e por gerarem altas cargas de contaminantes em seus efluentes, (Aqim,2009).

Visto que este processo industrial é desenvolvido em grande parte por indústrias de pequeno porte e autônomas, as quais não possuem um grande aparato tecnológico e logístico para realizarem essa atividade

considerada altamente danosa ao meio ambiente, sendo que seus resíduos podem ocasionar grandes passivos ambientais, prejudicando até mesmo a saúde, é necessária uma gestão ambiental responsável no seu processo de resíduo industrial que se baseie em um layout industrial previamente estudado na falta de recursos destas pequenas indústrias, para evitar que estes ocasionem grandes avarias ambientais.

Devido à periculosidade de tal processo, exige-se para o mesmo o Estudo de Impacto Ambiental – EIA, de acordo com a resolução Conama n.237, de 19.12.97, devido a esta atividade ser classificada como altamente danosa ao meio ambiente desta forma nota-se a importância de uma gestão de qualidade dos resíduos gerados pelo curtume. A qual deve ser aprimorada e difundida por meio do desenvolvimento de estudos que visem oferecer meios de gerenciar tal processo no intuito de garantir a sanidade ambiental.

Com tal finalidade este estudo visa diagnosticar as problemáticas existentes na geração de rejeitos do processo de curtimento de couro, focando nos resíduos de cromo, além de fazer um levantamento acadêmico a respeito da temática abordada no intuito de embasar os conceitos propostos, bem como sugerir metodologias para melhorar o processo industrial na geração de resíduos no intuito de fornecer meios para mitigar os impactos ambientais que tal processo ocasiona ao meio ambiente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O couro do norte, localizada no distrito de Icoaraci cidade de Belém-PA, no bairro da campina estrada velha do Outeiro.

Fundada no ano de 1981, o couro do norte começou atuando como comerciante de couros salgados.

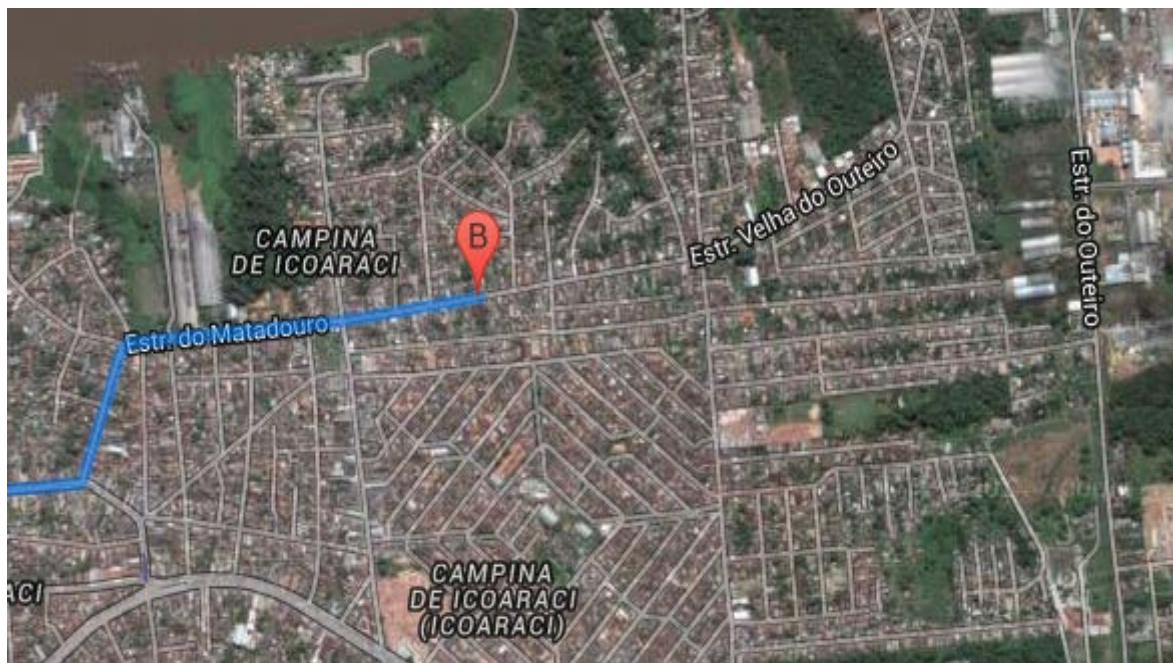


Figura 1: localização geográfica do curtume couro do norte.

Fonte: Google Maps, 2015.

## COLETA DE DADOS

O presente trabalho caracterizou-se por uma pesquisa bibliográfica utilizando livros, artigos e documentos científicos, no qual se extraiu conceitos e características sobre todo o processo de tratamento e finalização de resíduos sólidos e industriais tanto de forma generalizada, quanto específica para a indústria de curtume. Durante o levantamento bibliográfico, foram selecionados alguns artigos retirados de publicações que enfocavam o tema abordado, a fim de extrair informações para o desenvolvimento do trabalho.

Foi realizada a visitas no curtume couro do norte, com o objetivo de conhecer o processo industrial de curtimento do couro e a geração de resíduos de cromo para realizar o diagnóstico por meio de sensoramento dos aspectos ambientais presentes, após este segmento foi realizada entrevistas por meio de questionamentos verbais sobre as características do leiaute do processo produtivo com responsáveis de setores para margear os questionários qualitativos e quantitativos a fim de coletar informações e mensurar dados que serão projetados graficamente. As problemáticas encontradas foram registradas por meio de fotos do local, e informação descrita pelos entrevistados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

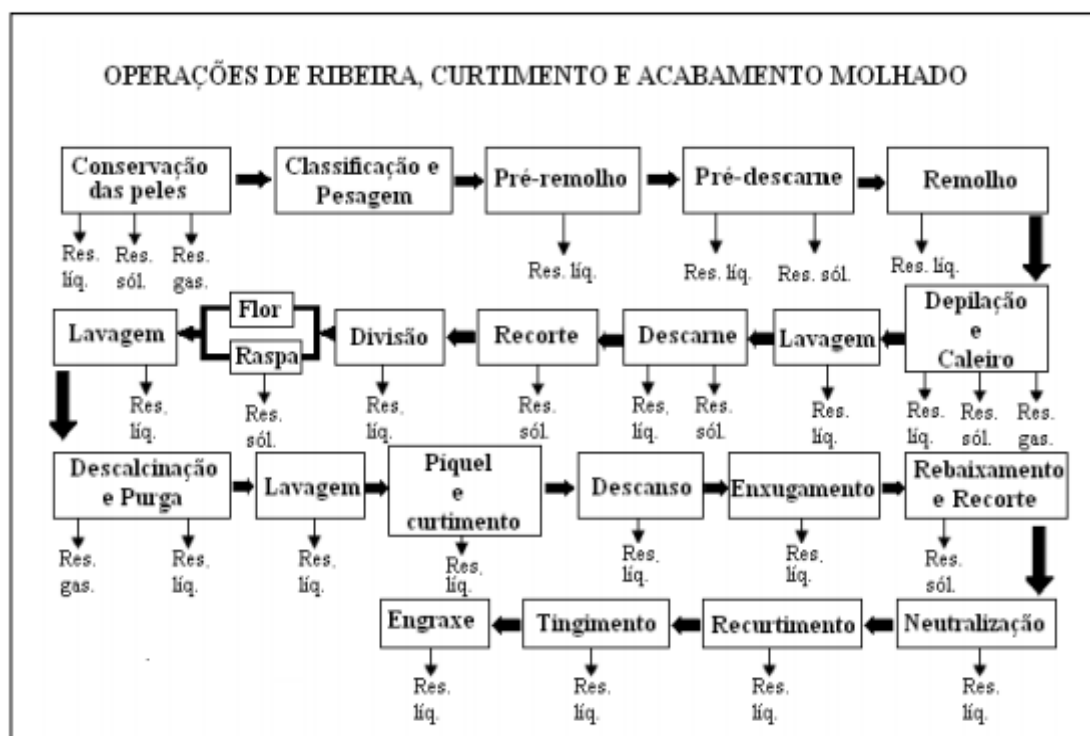
Basicamente o couro é uma pele animal que passou por processos de limpeza, de estabilização e de acabamento, para a confecção de calçados, peças de revestimentos de mobília e de estofamentos de automóveis, bem como de outros artigos (CETESB, 2006).

O processo de transformação de peles em couros é normalmente dividido em três etapas principais, conhecidas por ribeira, curtimento e acabamento. O acabamento, por sua vez, é usualmente dividido em acabamento molhado, pré-acabamento e acabamento final (CETESB, 2006).

Os curtumes usam o cromo para transformar as fibras da pele em um produto imputrescível de alto valor comercial e grande resistência. O processo de curtimento utilizando sais de cromo trivalente foi introduzido em 1858 hoje grande quantidade desse sal é consumido pela indústria.

O processo gera grandes quantidades de efluentes líquidos e sólidos, causando fortes efeitos negativos para o meio ambiente.

A figura 1 mostra um fluxograma genérico do processo de curtimento do couro, destacando os principais pontos de geração de resíduos.



**FIGURA 1. Fluxograma esquemático da fabricação de couros - operações de acabamento**  
Fonte: adaptada CETESB 2005.

Dentro do processo de curtimento do couro podem-se destacar os seguintes resíduos sólidos são: sal, material curtido (farelo de rebaixadeira e aparas / tiras curtidas) e lodos secos dos sistemas de tratamento dos efluentes líquidos.

O sal usado para a conservação da pele, é totalmente reutilizado. As aparas são recortes de peles e outras partes rejeitadas no processamento. As aparas não caleadas e caleadas são utilizadas como matéria prima na fabricação de colas de origem animal e gelatinas de uso farmacêutico ou alimentar. Já as aparas curtidas são destinadas a aterros industriais ou utilizadas pelas indústrias de calçados e vestuário na confecção de artigos (MARTINES, 2005).

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 [1] [29], assumindo-se 23 kg / couro e 225 kg resíduos curtidos / t couro processado [15] [22]). Com teores de cromo (trivalente) de 2,0 – 3,0% (base seca) [15] e por serem relativamente resistentes à degradação natural no meio ambiente, estes resíduos estão entre os mais problemáticos para os curtumes. (MARTINES, 2005).

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 [1] [29], assumindo-se 23 kg / couro e 225 kg resíduos curtidos / t couro processado [15] [22]). Com teores de cromo (trivalente) de 2,0 – 3,0% (base seca)



[15] e por serem relativamente resistentes à degradação natural no meio ambiente, estes resíduos estão entre os mais problemáticos para os curtumes. (MARTINES, 2005).

**Tabela1. Características químicas do lodo de curtume.**

Determinação	Lodo de curtume
Ph(água)	7,7
Matéria Orgânica	407,4 g/Kg
N	22,9 g/Kg
Ca <sup>2+</sup>	46,4 g/Kg
Mg <sup>2+</sup>	27,2 g/Kg
Na <sup>+</sup>	4,2 g/Kg
K <sup>+</sup>	6,4 g/Kg
P	1,3 g/Kg
Cr	43 g/Kg

**Fonte: TEIXEIRA, K.R.G. et al, Efeito Da Adição De Lodo De Curtume Na Fertilidade Do Solo, Nodulação E Rendimento De Matéria Seca Do Caupi.**

Segundo Abreu (2006), a indústria de couro e hoje umas das principais fontes poluidoras por metais pesado, cerca de 80% de couro e curtido ao cromo, sendo que 40% do volume total são perdidos pela elevada disposição ao resíduo sólido. Rico em cromo potencialmente tóxico e perigoso.

Os resíduos, provenientes do curtume, são classificados como classe I (perigosos), devido à presença de cromo e constituem um grave problema ambiental devido às restrições cada vez mais rigorosas para sua destinação final. Assim, segundo NBR 10004, resíduos perigosos possuem a característica que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Para os efeitos desta Norma, os resíduos são classificados em:

- a) resíduos classe I – Perigosos: aqueles que apresentam periculosidade ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade.
- b) resíduos classe II – Não perigosos: se subdividem em inertes e não inertes:
  - resíduos classe II A – Não inertes: não estão na classe I e na classe IIB.
  - Resíduos classe II B – Inertes: não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

O cromo é um metal de transição, que não ocorre livre na natureza, mas na forma de seus compostos, podendo ser tóxico para o ser humano dependendo da sua forma de oxidação. As formas oxidadas encontradas são: cromo (0), cromo (III) e cromo (VI). O Cromo (III) é natural no meio ambiente, o cromo (VI) e cromo (0) são geralmente produzidos por processos industriais, principalmente, na fabricação de ligas metálicas. As funções bioquímicas e os efeitos do cromo são dependentes de seu estado de oxidação, pois enquanto o cromo (VI) é tóxico por ser um agente carcinogênico, o cromo é considerado um nutriente essencial para os humanos (MANZOORI et al 1996, apud SUSSULINI, 2006).

A maioria do cromo hexavalente existente no meio ambiente é derivado de atividades humanas. As principais fontes antropogênicas que liberam o cromo e seus compostos no meio ambiente são: emissões decorrentes da fabricação do cimento, construção civil, resíduos provenientes do cimento, soldagem de ligas metálicas, fundições, manufatura do aço e ligas, indústria de galvanoplastia, lâmpadas, minas, lixos urbano e industrial,

incineração de lixo, cinzas de carvão, curtumes, preservativos de madeiras, fertilizantes. (HSDB, 2000; ATSDR, 2000; WHO, 1988 apud SCHIRMER, 2009) Os principais mecanismos de contaminação ambiental são através da difusão por ar, água e solo. O Cr (VI) forma Cr (III) quando adsorvido a materiais particulados ou poluentes gasosos do ar, já o cromo (III) e o cromo (0) normalmente não são reativos na atmosfera (WHO, 1988 apud SCHIRMER, 2009). No Brasil a concentração máxima permitida de lançamento de efluente em corpo receptor, de acordo com CONAMA, Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, para o cromo hexavalente é 0,1 mg/L e cromo trivalente é 1,0 mg/L.

Em decorrência do acúmulo de resíduos derivados da atividade humana no meio urbano e rural, foi evidenciada, na década de 80, a necessidade de dar destino adequado aos resíduos urbanos e industriais, principalmente o lodo de esgoto, o lixo urbano e os resíduos de curtume devido aos problemas gerados pela crescente população e pelo seu acúmulo no ambiente (COSTA et al, 2000).

De acordo com Kimbrough (et.al, 1999 apud FERREIRA, 2011), a toxicidade do cromo VI aos seres humanos inclui, além do câncer, danos ao estômago, ao fígado e aos rins, sensibilização e irritação da pele. Ele também é altamente tóxico aos animais, plantas e micro-organismos. As exigências de cuidado com a água que os curtumes descartam são dirigidas através de regulamentação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em nível federal, e dos órgãos responsáveis pelo meio ambiente, em nível estadual e municipal. São essas leis que determinam a classificação dos tipos das águas existentes, e dos critérios de qualidade do efluente na hora de seu descarte na rede pública de esgoto ou no leito de algum rio (OLIVEIRA, 2008). Os perigos existentes com o aumento da concentração do elemento Cromo, frequências e risco são apresentados no Quadro 1.

**Quadro1- Planilha de Riscos.**

PERIGO	CAUSA	EFEITO	CATEGORIA			MEDIDAS CORRETIVAS
			Sev	Freq	Risco	
Aumento nas concentrações de cromo	Descarte no Solo	Afeta crescimento morfológico e metabólico dos microorganismos	III	D	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reciclagem do efluente dos banhos para diminuição da concentração de Cr no lodo</li> <li>- uso do lodo em solo como fertilizante</li> <li>- extração do cromo do lodo para reuso</li> </ul>
Aumento nas concentrações de cromo	Descarte na Água	<p>Incidem principalmente sobre espécies aquáticas, cerca de 10 a 30 vezes mais</p> <p>Bioacumula</p> <p>Carcinogênico</p>	III	D	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reciclagem dos banhos para diminuição da concentração de Cr no efluente final.</li> <li>- não descarte próximo ou diretamente em corpos d'água.</li> </ul>

**Fonte: VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 12, (2012).**

Dentre as alternativas de descarte do lodo da indústria do couro a maneira mais comum para gerenciar estes resíduos sólidos é de eliminá-los em terrenos controlados (SEMPERE et al, 1996). Não é conveniente dispor os resíduos em aterros comuns, pois a decomposição que ocorre depois de um tempo, liberta o cromo que fica então disposto inadequadamente no meio ambiente (KELLER et al, 1996).

Assim, várias alternativas atrativas do ponto econômico e ambiental estão sendo estudadas para que os impactos ambientais sejam ao menos minimizados. A utilização desses resíduos em áreas agrícolas tem trazido

benefícios, bem como preocupações, devido à presença de cromo e do acúmulo de nitrato na água e no solo. O uso de resíduos em áreas agrícolas, como condicionadores das propriedades do solo e como fontes de nutrientes para as plantas deve ser uma ação muito bem definida, de modo a não causar prejuízos ao meio ambiente, ao homem e aos animais.



**Figura 2 mostra o pó da rebaixadeira tirada no curtume couro do norte FONTE: SANTANA 2013.**

Os lodos gerados da estação de tratamento de afluentes, (cerca de 87.500 t lodo com 30% de sólidos secos ou 26.250 t de sólidos secos, em 2001, 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). (MARTINES, 2005). podem ser utilizados na agricultura, visando aumento na produtividade e fornecimento de nutrientes para o sistema solo-planta.



**Figura 3 mostra o lodo de curtume seco tirada no curtume couro do norte FONTE: SANTANA 2013.**

Contudo o maior problema está relacionado com a concentração de cromo, que na sua forma trivalente é muito estável, mas quando oxidado para a forma hexavalente é muito prejudicial, sendo assim, ele bioacumula e biomagnifica aumentando sua concentração durante a cadeia alimentar.



Mas se este processo for orientado para ser exercido de forma sustentável, usando as ferramentas que a gestão ambiental fornece, estes resíduos além de não ocasionarem demasiado dano ambiental, também se reverteram potencial de produção industrial, por meio da economia de matéria prima cada vez mais escassa o que origina redução de gastos, além de uma nova opção de arrecadação de recursos.

## CONCLUSÕES

Após a realização do presente estudo, pode-se afirmar que dentre o processo realizado no curtume é necessário que ocorra tratamentos especializados para seus resíduos, enfatizando o tratamento do cromo, por conta do lançamento com valores inicialmente significativos, e que posteriormente se elevam com o decorrer da cadeia produtiva do couro, apresentando formas diferentes, sendo estas mais resistentes à degradação natural, se se expandindo por ar, água e solo promovendo a destruição do ecossistema, e a degradação das terras, e também causando sérios riscos a saúde humana, sendo por vez umas das principais fontes poluidoras por metais pesado da atualidade.

Contudo, após esses dados, foram levantados estudos de medidas de descarte ou alternativas de reuso menos impactantes no âmbito ambiental e econômico, visto que alguns estudos já possibilitam novas medidas para sua reutilização em áreas agrícolas, de forma que aumente a produtividade com fertilizantes e fornecimento de nutrientes e aditivos em cerâmicos e concretos, tendo modos de utilização bem definidos e com precauções e restrições para não prejudique o solo, água, homens e animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. [ABQTIC] Associação Brasileira de Químicos e Técnicos da Indústria do Couro. Guia Brasileiro do Couro 2003. Estância Velha, RS, 2003.
2. Aquim P. M. Gestão em curtumes: uso integrado e eficiente da água. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.
3. Cetesb 2005. Serie P + L [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br) Extraído em 25/05/2013.
4. Ganem R S: Curtumes aspectos ambientais. Biblioteca digital Câmara dos Deputados. 2007.
5. Gutterres M. Desenvolvimento sustentável em curtumes. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
6. Jardim WF. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Química Nova. 1998.
7. Jordão C P, Silva A C, Pereira J L e Brune W. Contaminação por crômio de águas e rios provenientes de curtumes em minas gerais. Universidade Federal de Viçosa. Química Nova. 1999.
8. Leão M D e Vieira M R. Redução da carga poluidora gerada em curtumes através de melhorias no processo industrial. ABES. 1997.
9. Mirian de Abreu. Reciclagem do resíduo de cromo na indústria de curtume como pigmentos cerâmicos. 2006
10. SPRINGER, H. Resíduos industriais de curtumes – Diminuição das cargas poluidoras no curtume. SENAI/RS, 1981.