

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ROBERTA RODRIGUES LOPES**

**CENÁRIO SOBRE OS RESÍDUOS DE CORTUME NO BRASIL**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2015**

**ROBERTA RODRIGUES LOPES**

**UM CENÁRIO SOBRE OS RESÍDUOS DE CORTUME NO BRASIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Monografia de Pós-Graduação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski

**PONTA GROSSA**

**2015**



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Um cenário sobre os resíduos de curtume no Brasil.**

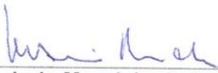
por

**Roberta Rodrigues Lopes**

Esta monografia foi apresentada no dia 24 de abril de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

  
**Prof. Dr. Ariel Oriel Michaloski (UTFPR)**  
Orientador

Visto do Coordenador:

  
**Prof. Dr. Luis Mauricio de Resende**  
Coordenador  
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

## RESUMO

O tema de pesquisa deste trabalho é sobre a questão dos resíduos de curtumes como objeto de pesquisa, este estudo revisou algumas publicações desde o ano 2000 até os dias atuais , procurando caracterizar e identificar o cenário das investigações científicas sobre o tema proposto. O estudo apresenta uma análise geral das publicações demonstrando como as empresas podem dar um melhor destino aos resíduos gerados. Novas pesquisas fazem-se necessárias diante do predominante quadro, ainda existem.

**Palavras-chave:** Produção e efluentes, Poluição, Minimização da degradação ambiental.

## ABSTRACT

The research topic of this paper is on the issue of waste from tanneries as a research object, this study reviewed some publications from 2000 to the present day, seeking to characterize and identify the scenario of scientific research on the theme. The study provides an overview of publications demonstrating how companies can give a better fate waste generated. New research are necessary before the predominant framework still exist.

**Word-key:** Production and effluents, Pollution, Minimização of the environmental degradation.

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1: Etapas insumos e resíduos de curtume <i>wet blue</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 2: Etapas e resíduos gerados no armazenamento do couro.....</b>	<b>19</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1: Composição aproximada de alguns resíduos sólidos de curtume...18</b>
<b>Tabela 2: Caracterização do lodo de curtume.....20</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.2	Justificativa.....	9
1.3	Objetivo.....	9
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....</b>	<b>9</b>
2.1	Processos do curtume do couro.....	13
2.2	Tratamento dos residuos de curtume.....	20
2.2.1	Coagulação.....	20
2.2.2	Floculação.....	20
2.2.3	Adsorção.....	20
2.2.4	Tropca Ionica .....	21
2.3	Procedimentos de controle ambiental.....	21
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
4.1	Degradabilidade de resíduos de curtume no solo.....	
4.2	População em solo agrícola sob aplicação de lodos de curtume....	24
4.3	Resíduos do processamento de peles e de carvão mineral aplicado em solo.....	24
4.4	Resíduos de curtume e o aproveitamento agrícola.....	25
4.5	Reaproveitamento de lodo de curtume e reuso de água residuária de origem doméstica na cultura do milho.....	25
4.6	Atividade Microbiana em um Planossolo após a adição de Resíduos de Curtume.....	26
4.7	Gerenciamento de resíduos Sólidos na Indústria Coureira.....	26
4.8	Impacto do lodo de curtume nos atributos Biológicos e Químicos do solo.....	26
4.9	Legislação pertinente em defesa do meio ambiente.....	27
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>33</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A problemática dos efluentes gerados nos curtumes e possíveis ações de minimização de degradação ambiental, levantando dados e informações pertinentes ao assunto, uma vez que, os processos de curtimento do couro são degradantes ao meio ambiente quando não existem sistemas adequados de tratamento dos efluentes gerados durante todo o processo produtivo (Lopes *et. al.*, 2014).

Isto posto, algumas empresas, como forma de mudar a sua filosofia para com a satisfação das necessidades do consumidor e visando uma qualidade melhor de vida para a sociedade, buscam, para tanto, soluções que possam reduzir ou mitigar seus problemas ambientais. Quando se pensa em qualidade do meio ambiente, deve-se levar em consideração variáveis ambientais como por exemplo a proteção dos consumidores e o desenvolvimento sustentável (Lopes *et al*, 2014).

Neste sentido uma das opções para destinação de resíduos é o seu uso na agricultura, o alto teor de nutrientes e a potencialização de neutralizar a acidez do solo é que faz com que possa se usar esses lodos de curtume em áreas agrícolas. Contudo deve-se analisar bem, pois, o acúmulo de nitrogênio, sódio e o crômio que estão presentes no lodo do curtume podem trazer um impacto desfavorável ao meio ambiente.

Com vista a assegurar a sustentabilidade, as empresas buscam programar mecanismos de gestão ambiental. Entretanto, as organizações estão desenvolvendo e experimentando novas abordagens de medida de controle e avaliação de desempenho.

A avaliação do aspecto ambiental é bastante complexa e deve considerar um grande número de fatores, já que não há como estabelecer um valor monetário para custos e benefícios intangíveis como o valor de uma reserva natural ou o custo para o ambiente absorver poluentes.

Neste contexto, pretenderam-se responder quais são as responsabilidades dos curtumes perante os efluentes gerados e as ações de minimização de degradação ambiental?

Para fim de contextualização do problema, escolheu-se o ambiente de curtume.

### **1.1 Justificativa**

A motivação para pesquisa sobre as responsabilidades dos curtumes perante os efluentes gerados decorreu de o pesquisador perceber que existe uma tendência ainda inadequada com relação ao descarte dos resíduos sólidos e líquidos, pois ainda existe um padrão simplista no tratamento e na destinação dos resíduos e efluentes. Esta situação parece ambígua, pois, em muitos casos a empresa se resguarda na lei cumprindo apenas o necessário para o tratamento e destinação dos resíduos e efluentes para o descarte não tendo a visão macro sobre a sensibilização ambiental como um todo.

### **1.2 Objetivos**

O objetivo deste trabalho é fazer um levantamento bibliográfico caracterizando o cenário da geração de resíduos e efluentes e o tratamento destas situações ambientais no Brasil.

Os objetivos específicos são:

- Levantamento de referencias bibliográficas sobre o assunto em epigrafe;
- Analisar as legislações pertinentes sobre os resíduos sólidos e efluentes de curtume no Brasil.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O termo Meio Ambiente encontra-se expresso na Legislação Brasileira, e em especial, na Constituição Federal de 1988, destacando para tal assunto o Capítulo VI, Do Meio Ambiente.

Desse modo, definiu-se no seu art. 225 o meio ambiente como “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à

coletividade o dever de defender e preservar para a presente e futuras gerações” (MEDAUAR, 2009, p. 139).

A autora, portanto, demonstra que este não se trata de um bem público, tão esclarece, a Constituição passou a delimitar o uso do bem ambiental, o qual deve ser utilizado diante das necessidades de garantir-se uma vida saudável.

Com o procedimento constitucional, a partir da década de 1990, o ser humano, realmente, passou a ver o mundo do ponto de vista ecológico, sentido necessidade de minimizar os danos causados ao meio ambiente. Para tanto, Barbieri (2007, p. 5) indica que o meio ambiente “envolve os seres vivos e as coisas ou o que está ao seu redor, todos os seus elementos, tanto os naturais, quanto os alterados e construídos pelos seres humanos”. Neste entendimento, a expressão meio ambiente conduz as discussões sobre seu significado. De acordo com Sirvinskas (2008, p. 36/7), “o termo meio ambiente é criticado pela doutrina, pois meio é aquilo que está no centro de alguma coisa. Ambiente indica o lugar ou a área onde habitam seres vivos. Assim, na palavra ambiente está também inserido o conceito de meio” (Grifo meu). Portanto, para alguns autores o termo “meio” se faz desnecessário quanto a sua menção.

Contudo, Rodrigues (2005, p. 64) sinaliza que:

As palavras “meio” e “ambiente” significam o entorno, aquilo que envolve, o espaço, o recinto, a verdade é que quando os vocábulos se unem, formando a expressão “meio ambiente”, não vê-se aí uma redundância como se diz a maior parte da doutrina, senão porque cuida de uma entidade nova, autônoma e diferente dos simples conceitos de meio e de ambiente. O alcance da expressão é mais extenso do que o de simples ambiente.

Conforme Antunes (2002, p. 9), a palavra meio significa, entre outras coisas, “Lugar onde se vive, com suas características e condicionamentos geofísicos; ambiente”. E sobre meio ambiente expõe que este é “o conjunto de condições naturais e de influências que atuam sobre os organismos vivos e os seres humanos”. Tais afirmativas justificam dizer-se que o meio ambiente não se concretiza somente no fato de ser o espaço de habitação dos seres vivos,

contudo, de ser este a “própria condição para a existência de vida na Terra” (BARBIERI, 2007, p. 5).

Assim, na tarefa de conceituar e definir meio ambiente como doutrina, o exame da legislação infraconstitucional sobre o tema demonstra que ela própria cuidou de estabelecer um conceito de meio ambiente. Na Lei Federal de nº. 6. 938, de 31 de agosto de 1981, a importância ao tema foi deixada explícita, pois definiu em seu art. 3º, inciso I, “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981).

Embora, advinda de uma lei federal, hoje tem plena vigência, pois se encontra recepcionada pela atual Constituição, e com ela está em perfeita harmonia, com definição legal sobre atmosfera, as águas interiores, o solo, o subsolo, e os elementos da biosfera.

Esse posicionamento adotado pela atual Constituição demonstra interesses difusos, em especial, pelo meio ambiente, seguindo a linha da Conferência das Nações Unidas, realizada em Estocolmo, Suécia, em 1972, nos termos da Declaração sobre o Ambiente Humano.

Tal declaração consagrou:

PRINCÍPIO 2. Os recursos naturais da Terra, incluídos o ar, a água, o solo, a flora e a fauna e, especialmente, parcelas representativas dos ecossistemas naturais, devem ser preservados em benefício das gerações atuais e futuras, mediante um cuidadoso planejamento ou administração adequados. PRINCÍPIO 3. Deve ser mantida e, sempre que possível, restaurada ou melhorada a capacidade da Terra de produzir recursos renováveis vitais. PRINCÍPIO 4. O homem tem a responsabilidade especial de preservar e administrar judiciosamente o patrimônio representado pela flora e fauna silvestres, bem assim o seu habitat, que se encontram atualmente em grave perigo, por uma combinação de fatores adversos. Em consequência, ao planificar o desenvolvimento econômico, deve ser atribuída importância à conservação da natureza, incluídas a flora e a fauna silvestres (grifo nosso).

Diante desses princípios, nos ordenamentos contemporâneos, tanto no âmbito do direito interno como do Direito Internacional, dando ensejo à consagração da proteção administrativa, legislativa e judicial dos interesses difusos, visto que são considerados como questões distintas, que na realidade encontram-se interligados e se reforçam mutuamente, incorporados aos sistemas econômicos modernos.

Para Moraes (2006, p. 65), a constituição, visando à possibilidade de uma proteção que fosse de fato abrangente, tratou de prever inúmeras normas gerais, esparsas e específicas, referindo-se a consciência ecológica que deve partir da reflexão para a ação e que inclua a todos, confirmando o direito a um ambiente saudável e equilibrado a coletividade. O autor coloca que “a preocupação foi tanta que o constituinte lhe reservou um capítulo inteiro na Constituição Federal tendo em vista sua importância no âmbito mundial”. Parece exagero destinar-se tanto, porém é possível que ao não se adotar medidas eficientes de preservação, que sejam, ao mesmo tempo, rígidas e rigorosas, pode-se correr o risco dessas medidas que parecem tantas se tornarem insuficientes para conter a própria extinção da espécie. Portanto, essas medidas contribuem de certa forma para que se busquem meios para economia dos recursos naturais não renováveis, preservação desses recursos, assim como daqueles renováveis, além de estabelecimento de medidas de responsabilização daqueles que se omitirem na preservação e conservação de tais recursos.

Dessa forma ensina Venosa (2010, p. 172) que “o patrimônio ambiental constitui bem de toda coletividade. Possui a natureza de um direito coletivo. Justamente por ser coletivo, diz respeito a todos, qualquer membro dessa coletividade deve estar legitimado a protegê-lo”. Como explica, o advento da Constituição Federal de 1988 trouxe a defesa do ambiente como um interesse inter gerencial, posto que por meio do desenvolvimento sustentável, sem danos descontroláveis ao meio ambiente, busca a proteção ambiental para as próximas gerações, outorgando às gerações presentes a responsabilidade perante o mesmo. Com base nestes argumentos, quaisquer condutas e atividades que venham a ser consideradas lesivas ao equilíbrio ambiental sujeitarão os infratores a sanções de natureza penal e administrativa,

independente da obrigação de reparar os danos causados. Nestes casos, independem que sejam as responsáveis pessoas jurídicas ou físicas, como é o caso dos curtumes, pois entre as diversas maneiras de curtir a pele crua do boi, a maioria delas é realizada com a utilização do cromo, por ser economicamente mais viável e eficiente para operações em escala industrial. Este produto participa do curtimento e do acabamento, conferindo ao couro resistência, permitindo sua estocagem por longos períodos sem risco de apodrecimento. Tal procedimento gera maior preocupação com o meio ambiente, pois o cromo, sendo um metal pesado e altamente poluidor, causa um desequilíbrio na natureza incalculável, sem esquecer-se que, os efluentes gerados possuem excessiva carga de poluentes.

## **2.1 Processos do curtume do couro**

Quando se menciona a poluição causada pelos curtumes, no decorrer do processo produtivo, tal referência condiz com o considerável volume de resíduos gerados que, lançados nas águas tendem a criar uma demanda de oxigênio acima do normal, bem como elevam o teor de toxidez das águas, como também parte do processo de fabricação do couro causa poluição do ar.

Conforme esclarece Rao (2003), todo esse procedimento realizado pela indústria do couro emprega cerca de 30 a 40 litros de água por kg de pele processada, sendo nas etapas de ribeira e curtimento onde ocorre o seu maior consumo, sem, contudo, haver estratégias que possam, além de reduzir a emissão de poluentes, procederem à reutilização da água consumida nesta produção.

O processo produtivo do couro inicia logo após o abate dos animais, a retirada da carne e o emprego de conservantes nos abatedouros. A pele derivada é processada nos frigoríficos ou vendida para os curtumes, onde acontecerá uma etapa sequencial de processos químicos e físicos para que se obtenha o produto final, ou seja, o couro (PACHECO, 2005).

Argumenta o autor que as técnicas operacionais utilizadas para o tratamento do couro geram uma carga poluidora variável em função das

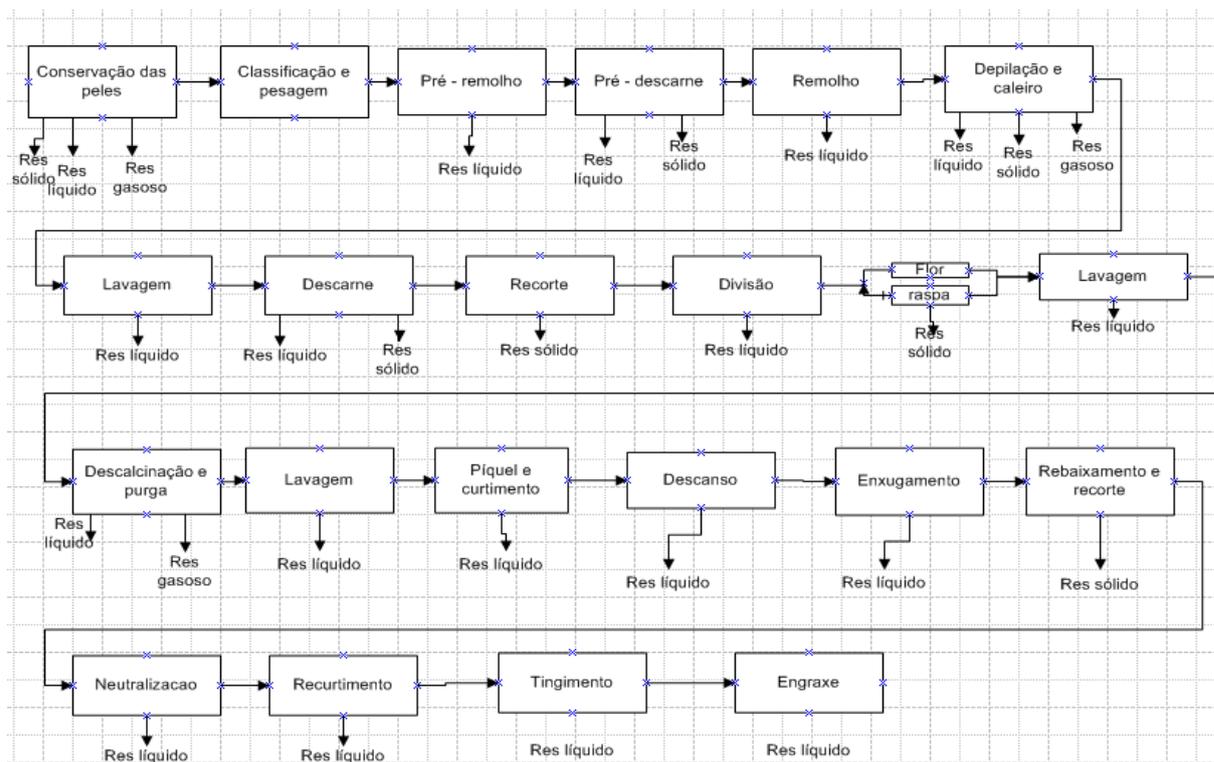
diferenças de processamento, dos equipamentos utilizados, das matérias-primas empregadas e dos produtos finais obtidos.

Os curtumes podem ser distinguidos conforme sua etapa de tratamento do couro.

Portanto, podem ser:

- Curtume de Wet Blue – Desenvolve o processamento de couro logo após o abate. O couro salgado ou em sangue é despelado, graxas e gorduras são removidas, aplica-se o primeiro banho de cromo fazendo o couro exibir um tom azulado e molhado. De acordo com Pacheco (2005), esse procedimento previne contra a ocorrência de autólise bem como a decomposição por microorganismos.
- Curtume de Semi-Acabado – Utiliza como matéria-prima o couro wet blue e o transforma em couro crust (semi-acabado).
- Curtume de Acabamento – Transforma o couro crust em couro acabado.
- Curtume Integrado – Realiza todas as operações, processando desde o couro cru até o couro acabado (PACHECO, 2005).

Figura 1 : Etapas insumos e resíduos de curtume *wet blue*.



Fonte: Lopes (2015)

Observa-se que esses processos de conservação que são baseados, praticamente, na desidratação das peles são realizados com a finalidade da criação de condições favoráveis que tratam de impossibilitar o desenvolvimento de bactérias. Para isso, o sal se torna um dos agentes mais empregados na conservação das peles. Além desse produto, também se consome muita soda cáustica, diversos ácidos, fungicidas e solventes, cromo e outros metais, taninos, corantes, óleos e resinas de produtos químicos (RAO, 2003).

A esse respeito, Hafez (2004) enfatiza que, no processo de curtimento do couro, a pele consome cerca de 60 a 80% do cromo utilizado, sendo que o restante é liberado dentro do efluente.

Na etapa de conservação e armazenamento das peles é utilizado o sal comum, ocasionalmente, também se faz uso de inseticidas ou biocidas como piretrum, permetrin que é um derivado sintético do piretrum, sílico-fluoreto de sódio, bórax, para-diclorobenzeno (PACHECO, 2005; RAO, 2003; HAFEZ, 2004). As informações dadas pelos autores indicam que a cal e sulfeto de sódio utilizados nesse processo são considerados altamente poluidores.

Na etapa da Ribeira as fases são as seguintes: Pré-Remolho, remolho, depilação/caleiro, descalcinação/desencalagem, purga, píquel e desengraxe (peles não bovinas). Processo este que mais utiliza água (PACHECO, 2005; RAO, 2003; CLASS, MAIA, 2004).

Explicam esses autores que a limpeza e eliminação de todos os componentes que não irão constituir o produto final - o couro, fazendo com que seja essencial a utilização de um volume maior de água, pois da matéria-prima são despojadas as diferentes partes julgadas desnecessárias.

Assim, elimina-se, geralmente o sistema epidérmico e, após com o descarte retira-se a camada hipodérmica.

Portanto, na finalização de todos esses procedimentos, a matéria prima, inicialmente contendo três camadas passa a se constituir tão somente com a matéria prima final, a camada da derme, sendo esta a ser transformada em couro pelos demais processos (VIEIRA, 2008).

Durante o acabamento geral também se utiliza de muita água, na Neutralização/Desacidulação, no Recurtimento, no Tingimento, engraxe,

Impregnação é utilizado polímeros termoplásticos especialmente formulados para ser distribuído sobre a área do couro, o acabamento se utiliza de tintas, aplicadas em camadas sobre os couros (PACHECO, 2005; RAO, 2003).

Todos os efluentes gerados durante os processos de curtume contêm vários poluentes, a começar por efluentes atmosféricos, sendo estes gerados por intermédio dos gases processados na desengalagem (ribeira) como nos de acabamento, quando são emitidos das caldeiras.

Os resíduos sólidos e líquidos podem ser classificados em:

a) Não curtidos

É um resíduo que contém abundantemente colágenos, óleos e graxas proveniente da etapa da ribeira, como aparas de pele depiladas e caleadas<sup>1</sup> ou carnaça. Muito utilizados na indústria de fertilizante, farmacêutica entre outros.

b) Curtidos

São os resíduos que contem cromo, são basicamente do processo de curtimento, pré-acabamento e acabamento, destes provem recortes, aparas e pó.

c) Lodos tratados

É o resíduo dos efluentes dos tratamentos de ribeira e curtimento, tem um alto teor de cromo que é utilizado no processo do curtimento do couro

Para os resíduos sólidos, Vieira (2008) aponta o sal utilizado no processo inicial, as sobras da descarnadura, da divisora e da raspa, processados na etapa da ribeira, além dos resíduos resultantes da rebaixadeira, no trabalho de aparas de couro semi-acabado e no acabamento, em função do pó emitido das lixadeiras.

Tabela 1 Composição aproximada de alguns resíduos sólidos de curtume (Centre Technique Du Cuir, 1973, Teixeira 1985 apud CLASS 1994).

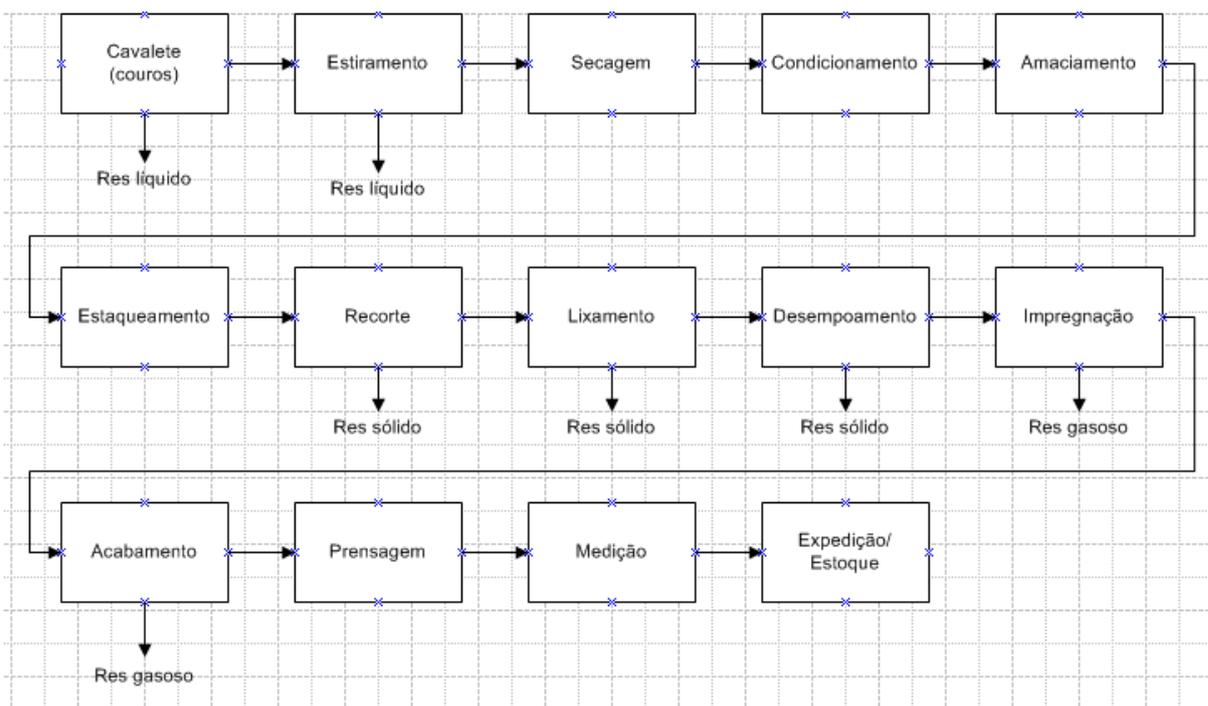
Resíduo	Umidade %	Matéria graxa %	Matéria mineral	Proteína %	Resíduo seco	Cromo III% (base seca)
Farelo de rebaixadeira	40	-	-	-	60	2,7
Aparas de couro semi-acabado	14	-	-	-	86	3,2
Pó de lixar	15	-	-	-	85	6

Fonte: (Centre Technique Du Cuir, 1973, Teixeira 1985 apud CLASS 1994).

Mesmo com dados aproximados fica evidenciado que o pó gerado na lixadeira é o que contém maior porcentagem de Cromo III

No entanto, argumenta que os efluentes líquidos, lançados, sem prévio tratamento, em rios e riachos, são os maiores responsáveis da carga total poluidora, os quais são gerados, principalmente, em decorrência das operações da ribeira, tornando as águas fortemente alcalinas e esbranquiçadas, contendo ainda, sebo, pêlos, tecidos musculares, gordura e sangue, materiais em suspensão.

Figura 2: Etapas e resíduos gerados no armazenamento do couro.



Fonte: Autora própria (2015)

De acordo com os descritos de Vieira (2008), o processamento de uma tonelada de peles pode gerar em torno de 250 quilos de couro pronto para o consumo das indústrias de calçados, roupas e outros produtos, no entanto, esse montante gera em torno de 600 kg de resíduos, representando, desse modo, um baixo rendimento médio para o alto potencial poluidor.

Tabela 2: Caracterização do lodo de curtume  
MATERIAL SECO A 65°C

Carbono orgânico	65 a 430 g kg <sup>-1</sup>
Nitrogênio total	21 a 38 g kg <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal	1,4 a 4 g kg <sup>-1</sup>
Fosforo	2,0 a 7,0 g kg <sup>-1</sup>
Potássio	0,25 a 0,8 g kg <sup>-1</sup>
Cálcio	71 a 179 g kg <sup>-1</sup>
Magnésio	0,24 a 14,0 g kg <sup>-1</sup>
Enxofre	12,5 a 15,0 g kg <sup>-1</sup>
Zinco	129 a 137 mg kg <sup>-1</sup>
Cobre	16 a 64 mg kg <sup>-1</sup>
Ferro	1.300 a 6.300 mg kg <sup>-1</sup>
Manganês	1.540 a 5.430 mg kg <sup>-1</sup>
Boro	16 mg kg <sup>-1</sup>
Cadmio	0,4 a 12 mg kg <sup>-1</sup>
Cromo trivalente	8.040 a 40.976 mg kg <sup>-1</sup>
Chumbo	120 mg kg <sup>-1</sup>
Níquel	4,2 a 15 mg kg <sup>-1</sup>
Ph	7,5 a 9,5
Valor de neutralização	10 a 47%

Fonte: (Teixeira, 1981; Stomberg et al., 1984; Selbach et al., 1991; Castilhos 1998; Ferreira, 1998).

Percebe-se, portanto, que os efluentes líquidos podem ser considerados como os que mais contribuem para a poluição ambiental, gerando uma poluição hídrica de graves proporções.

A esse respeito, Class e Maia (2004), em suas pesquisas determinam que a composição dos efluentes líquidos tenda a variar por consequência dos processos tecnológicos empregados. No entanto, apontam que, de modo geral, compõe-se por partículas de pele e produtos químicos que foram adicionados ao produto no decorrer do processamento e que são veiculados pela água.

## **2.2 Tratamentos dos resíduos de curtumes**

### **2.2.1 Coagulação**

A coagulação-floculação são métodos aproveitados para reunir colóides e partículas dissolvidas em flocos maiores, e conseguem ser retirados por processos de sedimentação ou flotação, variando das propriedades dos flocos, sejam coesos ou grumosos, relativamente (FAGUNDES, 2006; FURLAN, 2008).

A coagulação começa logo que o coagulante é colocado no efluente, acontece sob condições de forte agitação. A rapidez é um princípio muito importante nesta fase, todavia espalha o coagulante rapidamente pela solução a ser tratada (FURLAN, 2008).

### **2.2.2 Floculação**

A floculação acontece da seguinte forma, baseia em dispor as partículas coloidais desestabilizadas em próximas umas com as outras, de forma a causar a sua acumulação. Quanto maior for o número de contato entre as partículas neste processo haverá uma formação maior e mais denso facilitando a remoção ou filtração. (FURLAN, 2008).

A rapidez na formação dos flocos é influenciada de acordo com o tamanho das partículas em relação ao estado de agitação do líquido, da concentração das mesmas, e do seu grau de desestabilização, que é o que admite que o encontro entre elas seja efetivo para causar aderência. (FURLAN, 2008).

### **2.2.3 Adsorção**

Este método é baseado na soma de íons com cargas elétricas opostas às das partículas coloidais, que adsorvem e neutralizam as mesmas. Utiliza-se este tipo de dispositivo quando existe um excesso de dosagem de coagulante, conseguindo provocar a restabilização (reversão da carga elétrica associada à partícula). (Mezzari, 2002)

#### **2.2.4 Troca iônica**

A conversão de íons de sinal igual através de uma solução e uma forma sólida muito insolúvel, em contato com ela. O sólido (trocados de íons) deve conter, seus próprios íons, com o intuito de a transição acontecer com velocidade, e na dimensão satisfatório para ter a importância prática. No tratamento de efluentes este processo quando bem aplicado remove os íons indesejáveis, trocando por corpos iônicos que oferecem menor perigo (HABASHI, 1993).

### **2.3 Procedimentos de controle ambiental**

Nunes (2002) acrescenta que, embora atualmente se tenha uma visão voltada para a preservação ambiental, a poluição causada pelos curtumes ainda se detém em uma grande geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos, provocando, na maioria das vezes, a contaminação do solo e das águas como também a geração de odores que poluem o ar.

Classificação de resíduos conforme Norma ABNT NBR 10004:2004, os resíduos são classificados em:

a) resíduos classe I – Perigosos.

Que apresentam as seguintes características:

- Inflamabilidade,
- Corrosividade,
- Reatividade,
- Toxicidade
- Patogenicidade.

b) resíduos classe II – Não perigosos.

– resíduos classe II A – Não inertes.

Aqueles que apresentam propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

– resíduos classe II B – Inertes.

Quaisquer resíduos que, submetidos a um contato com água não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. São resíduos inertes as rochas tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas.

Entende-se, portanto que, mesmo estando às indústrias de curtumes praticando estratégias que vissem minimizar os danos que causam ao meio ambiente, tais práticas ainda se mostram ineficientes para a promoção e o controle das emissões de poluentes, visto que o aumento contínuo da produção representa, cada vez mais, um custo não produtivo mais elevado e crescente de efluentes, fazendo com que seu excedente supere as ações de controle.

Os comentários feitos por Nunes (2002, p. 54) sinalizam que algumas dessas indústrias de couro atuam como iniciativa de redução dos danos ambientais somente o tratamento dos efluentes líquidos no final do processo, fato este que demonstram que deixam de praticarem o tratamento preventivo com vias a redução dos resíduos poluentes, procedimento que poderia evitar que tais resíduos poluentes se formem, ou ainda que sejam retirados dos efluentes. Menciona que “o tratamento preventivo, a princípio, objetiva a redução dos sulfetos do processo de depilação e caleiro e os sais de cromo do processo de curtimento”.

### 3 METODOLOGIA

Por tratar-se de um estudo baseado em revisão de literatura, os métodos utilizados foram o bibliográfico com livros, revistas e sites da Internet, buscando descrever as ideias de diferentes autores e documental, com a utilização de Leis, Decretos, Declarações e Portarias.

A metodologia adotada foi à revisão de publicações dos últimos cinco anos recentes sobre o tema proposto. Os artigos foram sintetizados de modo a evidenciar o objetivo de pesquisa, a metodologia adotada, e os principais resultados encontrados. E organizados segundo três diretrizes: afinidade de conteúdo, sequência lógica das etapas do processo de curtimento, e a amplitude de escopo: da particular para a geral.

Para propor procedimentos mais adequados para descarte deste efluente, baseando-se em pesquisas já existentes, utilizou-se de pesquisas feitas por Class e Maia (2004) e Rohr (2002), evidenciando o processamento de diferentes técnicas de tratamento dos efluentes, como também de estratégias que visam à redução do consumo de água e de energia pelas indústrias de curtumes, aspectos que colaboram com a preservação ambiental.

O método de pesquisa neste estudo caracteriza-se como sendo de cunho qualitativo. O trabalho é baseado na abordagem qualitativa desenvolvida por meio de investigação e análise de referências bibliográficas no período de 2012 até 2015, por meio de pesquisa em periódicos.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Degradabilidade de resíduos de curtume no solo**

Uma pesquisa realizada por Quadro et al. (2013) teve como objetivo avaliar a decomposição de lodo de estação de tratamento de efluentes de curtumes, serragem cromada de peles e retalhos de couro, quando aplicados ao solo. Os resíduos de curtume (lodo de Estação de Tratamento de Efluentes, serragem cromada e aparas de couro) foram fornecidos pela Usina de Tratamento de Resíduos - UTRESA localizada no município de Estância Velha (RS). O presente estudo encontrou como conclusão uma maior degradabilidade do lodo de curtume que a serragem cromada e as aparas de couro, onde aparas de couro e serragem cromada apresentaram taxas de degradação semelhante.

### **4.2 Populações microbianas em solo agrícola sob aplicação de lodos de curtume**

Um dos caminhos para a destinação final dos lodos resultantes do tratamento da água residuária dos curtumes é o descarte e reciclagem via solo. Com a finalidade de avaliar a inclusão de dois diferentes tipos de resíduos provenientes de lodo de curtume ambos com cromo e tanino em um solo Argissolo distrófico arênico típico do estado do Rio Grande do Sul. Estes dois tipos lodo acrescentado ao esterco de curral bovino, com adubação mineral e controle apresentaram grande efetividade no processo de biodegradação desses resíduos no solo, houve também aumento nos valores de pH e aumento na população de bactérias. (CAVALLET; SELBACH, 2008)

### **4.3 Resíduos do processamento de peles e de carvão mineral aplicados em solo**

Os rejeitos gerados na exploração de carvão mineral e no processamento de peles são resíduos potencialmente poluentes. O presente trabalho teve como objetivo de analisar a efetividade da aplicação e da reaplicação de resíduos carbonífero e de curtume ao Cr sobre as plantas de milho e de soja cultivadas em um Argissolo Vermelho distrófico típico, na Estação Experimental da UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul (RS). A inclusão de lodo de curtume ao solo ocasionou rendimentos de milho e de soja semelhantes aos obtidos com a adição de N mineral e de corretivo da acidez. Não foram observadas alterações significativas na absorção de Cr pelas plantas. O efeito acidificante do solo apresentado pelo resíduo carbonífero pode ser controlado por aplicações adequadas de lodo de curtume alcalino (KRAY et al., 2008)

#### **4.4 Resíduos de curtume e o aproveitamento agrícola**

Conforme Teixeira et al. (2008) a reciclagem agrícola de resíduos traz benefícios a produção agrícola, com melhoria das propriedades físico-química do solo e aumento de produção. Em sua pesquisa teve por objetivo analisar os impactos do uso de resíduos de curtume em solo agrícola. Realizando coletas periodicamente na Exportadora Bom Retiro Ltda, indústria processadora de couro no sistema wet blue, situada em Rio Branco, AC. Chegou à seguinte conclusão. O lodo de caleiro pode se usado em solo para fins agrônômico por apresentar altos valores de pH, baixa condutividade elétrica e teor de água e teor de elementos traços abaixo dos limites estabelecidos pela legislação. O lodo e decantador apresentam problemas para disposição agrícola em função dos altos teores de elementos traços e umidade elevada. O refluxo e a águas gerais em função dos altos teores de umidade devem passar por processo de secagem para aplicação em áreas agrícolas.

#### **4.5 Reaproveitamento de lodo de curtume e reuso de água residuária de origem doméstica na cultura do milho**

Malafaia et al. (2013) como objetivo de sua pesquisa servir de subsídio teórico para o desenvolvimento de propostas de alternativas mais nobres de disposição ou descarte desses resíduos, uma melhor utilização desses resíduos e o reuso de água residuária na cultura do milho. Uso de lodos de curtume in natura e para a prática da fertirrigação com água residuária de origem doméstica na cultura de diferentes espécies agrícolas especialmente do milho.

#### **4.5 Atividade Microbiana em um Planossolo após a Adição de Resíduos de Curtume.**

Um estudo feito por Konrad e Castilho (2001), na cidade de Pelotas, mostra o efeito da aplicação de resíduos de curtume sobre a população e atividade microbiana em um planossolo hidromórfico através de testes feitos em laboratórios utilizando amostras. Os resultados apontaram para que a população microbiana não foi afetada pela presença de cromo no lodo, a degradação do resíduo lodo no caleiro foi superior ao lodo ao cromo e a biodegradação do resíduo lodo com cromo no solo é maior quando também é aplicado o calcário.

#### **4.7 Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Indústria Coureira.**

Um dos principais problemas ambientais é o descarte de resíduos, estes devem ser sempre que possíveis reutilizados ao invés de descartar no ambiente. Metz et al. (2014) mostrou em sua pesquisa, bibliográfica e observações em campo, que algumas alternativas de destinação final de resíduos utilizadas é composta de: reutilização, reprocessamento/reciclagem internos, reprocessamento/reciclagem externos, devolução ao fornecedor, rerrefino para óleos, coprocessamento em fornos de cimento, incineração, incorporação ao solo, fertirrigação, compostagem, vermicompostagem, aterro sanitário, aterro de resíduos industriais perigosos e outros

#### **4.8 Impacto do Lodo de Curtume nos Atributos Biológicos e Químicos do Solo**

A degradação da fração orgânica da mistura de dois lodos de curtume após a aplicação em doses crescentes em três solos, visto que devido ao seu elevado teor de nutriente e potencial de neutralização de acidez do solo a utilização de lodos de curtume em áreas agrícolas pode ser uma alternativa para a disposição e reciclagem desses resíduos. Foi observado que o lodo de curtume pode ser utilizado como corretivo da acidez do solo, porém aumentos na condutividade elétrica e no teor de sódio trocável que ocorre nos solos com altas doses de lodo de curtume podem proporcionar impacto negativo no desenvolvimento da soja e até impedir o desenvolvimento da planta (MARTINES, 2005).

#### **4.9 Legislações pertinentes em defesa do meio ambiente**

Por meio de pesquisas verificou-se que o país dispõe da lei nº11.211, de 19 de dezembro de 2005, que obriga os fabricantes ou importadoras de calçados e artefatos, art. 2º desta, “a identificar por meio de símbolos, os materiais utilizados na fabricação do produto” (BRASIL, 2005).

Também desta provém, no art. 7º, os dispositivos que determinam a definição especificada para o couro, sendo usados os incisos I ao V, notificando os tipos de processos usados para a obtenção do produto final.

Tal artigo, então, aponta os produtos gerenciados pelas indústrias produtoras de couro, as quais, como quaisquer outras indústrias poluidoras, estão sujeitas as leis de determinam o uso adequado dos recursos renováveis e a proteção ao Meio Ambiente. Dessa maneira, as indústrias produtoras de couro estão sujeitas a necessidade de reparação do dano causado que se dá em função do agravamento dos permanentes e progressivos fenômenos que se perpetuam mediante degradação do patrimônio ambiental, repercutindo em danos sobre o meio ambiente local, nacional ou mesmo de forma global. Pode-se dizer que a responsabilidade dessas indústrias se faz presente a partir do momento que se concretize um ato danoso ou não, por assim, dizer:

A aplicabilidade de medidas que induz a obrigatoriedade de reparar um dano moral ou patrimonial que tenha causado, em virtude do ato cometido, ou pessoas sob sua responsabilidade, transformando-se estas em responsabilidade subjetiva, ou, ainda, na simples imposição legal que se transforma em responsabilidade objetiva (DINIZ, 2007, p. 34).

Em tais condições percebe-se que toda a vez que um direito difuso for infringido, daí advém à responsabilidade por meio da aplicabilidade de medidas que correspondam à reparação do dano. A responsabilidade civil consagrada no sistema jurídico brasileiro tende a objetividade baseada na culpa, a qual se diz mais adequada para fins de proteção ambiental, tornando-se própria as peculiaridades que são inerentes ao regime jurídico ambiental, visto que este não protege simples direitos individuais passíveis de violação, igualmente, se protege os direitos difusos, diretos que são de todos os cidadãos (PHILIPPI JUNIOR; ROMÉRIO; BRUNA, 2004).

Explica esses autores que, por torna-se dificultoso reverter para uma ação ambiental os procedimentos da responsabilidade subjetiva, uma vez que, nesta, o dano pode atingir um patamar tão elevado que não se podem ter meios de repará-lo, como também não se terá meios de munir-se de provas que satisfaçam à subjetividade o que torna inviável o dever de reparação.

Diante dessas dificuldades em se determinar a responsabilidade sobre os danos ao Meio Ambiente, mediante a subjetividade, o precedente da Lei 6.938/1981, Estabelecendo também o licenciamento ambiental e a avaliação de impacto ambiental como instrumento dessa política, ao ser elaborado, induziu o legislador a optar pela responsabilidade objetiva, fundamentada no risco da atividade, por esta dar atendimento em todas as instâncias ambientais focadas na Constituição; fato este que se verifica no artigo 14, parágrafo 1º da referida lei.

Para tanto, a responsabilidade ambiental baseada na objetividade induz nesse artigo a compreensão de que “aquele que causar dano ao ambiente ficará devedor juridicamente de efetuar a reparação” (DINIZ, 2007, p. 36).

Confirmando este prenúncio, Venosa (2010, p. 429) demonstra que “segundo a óptica objetivista, para tornar efetiva a responsabilização, basta à prova da ocorrência do dano e do vínculo causal deste com o desenvolvimento – ou mesmo mera existência – de uma determinada atividade humana”, caso este que se comprova mediante as atividades exercidas pelas indústrias produtoras de couros, ou seja, os curtumes.

Como exemplo, o qual pode ser julgado como violação do direito difuso: alguns cidadãos acostumados a pescarem nas limpas águas de um rio, de uma hora para a outra, encontram-se impossibilitados de continuarem ali pescando devido ao fato de um curtume passar a jogar detritos na água, sem oferecer nenhum tratamento. Embora essas pessoas não tenham tido nenhum dano patrimonial, adquiriram total direitos ao ressarcimento de danos morais e espirituais, e inclusive de maneira individual, por parte deste curtume, pois segundo expressão de Venosa (2010), o indivíduo foi privado de um lazer essencial ao seu bem-estar.

Tratando-se do dano ambiental, essa indústria também arca com a responsabilidade de reparar o dano causado ao meio ambiente. Conforme especifica o autor, o dano moral ambiental é uma ocorrência mundial, tendo sido o direito positivo do meio ambiente adotado pela legislação de diversos países, inclusive o Brasil.

Desse modo, a partir dessas considerações, é importante ter em vista que a Lei nº. 6.938/1981 instituiu entre os instrumentos disponíveis para a consecução desse dispositivo o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras.

Por isso, no artigo 10 encontra-se em destaque a obrigatoriedade do licenciamento ambiental:

Art. 10 - A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente (BRASIL, 1981).

Verifica-se, então, que a instalação de um curtume deve passar necessariamente pela autorização do órgão competente de cada Estado, o qual deve estar vinculado ao Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

Existem ainda outras leis que se aplicam aos curtumes:

O licenciamento ambiental para atividades de curtume é baseado no Decreto 99.274 de 1990 altera o do Decreto 88.351 de 1983, que tornou o EIA (Estudos de Impactos Ambientais) parte integrante do processo de licenciamento de atividades e empreendimentos efetiva ou potencialmente poluidores ou causadores de degradação ambiental e determinou que o poder Público, no exercício de sua competência de controle é responsável pela expedição das modalidades de licença ambiental, ou seja, licença prévia, licença de instalação e licença de operação (BARBIERI, 2007, p. 262).

Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 001/1986, que dispõe do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente - EIA/RIMA (BRASIL, 2006).

Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 237/1997, que distribui as competências, em matéria de licenciamento, entre o IBAMA, os Estados e os Municípios (BRASIL, 1997).

Resolução CONAMA nº. 357/2005, que “trata sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências” (BRASIL, 2005).

De acordo com a Norma Brasileira – NBR 9.896 de 1993 - resíduo é definido como “material ou resto de material cujo proprietário ou produtor não mais considera com valor suficiente para conservá-lo”.

Destaca Castro (2005) no XVI Encontro Nacional da Abqtic, em outubro de 2003, realizado em Foz do Iguaçu, no Paraná, a apresentação de novos tipos de insumos, processos e controle de efluentes, voltados às legislações ambientais, acima de tudo ligado às normas da União Europeia e dos Estados Unidos, países importadores de grandes volumes de couros.

O Decreto 4.136, de 20 de fevereiro de 2002, “dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de preservação, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de substâncias nocivas ou perigosas em águas sob a jurisdição nacional” (MEDAUAR, 2009, p. 318).

Assim, tal decreto, quando verificado em seu descumprimento, obriga a indústria poluidora, independentemente de existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. Portanto, sendo a água considerada um patrimônio de interesse de todos os cidadãos, esta não pode vir a sofrer danos ambientais, porém, em caso de ocorrência, fica a empresa poluidora responsável em efetivar medidas que possam sanar os danos causados, bem como cabe a ela a ação indenizatória.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É bem possível diminuir o elevado potencial poluidor dos efluentes de curtumes que tem motivado muitas pesquisas que resultaram, nas últimas décadas, em um aumento no progresso nas tecnologias de tratamento. Na contenda da enorme carga orgânica, agregado a uma enorme diversidade de metais pesados tóxicos – cromo, arsênio, cádmio, cobalto, chumbo, níquel, selênio, etc. – inclui diversos tipos de tratamentos físicos, químicos, biológicos e suas combinações. Os trabalhos se voltaram ao potencial econômico dos resíduos em seu uso agrícola, muito se evoluiu no estudo deste tema, mas ficam em aberta várias vertentes de estudo para este tema e novas investigações.

## 5 REFERÊNCIAS

ANTUNES, P. de B. **Dano ambiental: uma abordagem conceitual**. 1. Ed. São Paulo: Lumen Juris, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.896 - **Resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro: NBR, 1993.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. atual e ampl. São Paulo: Saraiva, 2007.

BRASIL. **Declaração da conferência das nações unidas sobre o meio ambiente humano (Declaração de Estocolmo), Estocolmo, Junho, 1972**. Disponível em: <[http://www.vitaecivilis.org.br/anexos/Declaracao\\_Estocolmo\\_1972.pdf](http://www.vitaecivilis.org.br/anexos/Declaracao_Estocolmo_1972.pdf)>. Acesso em: 18/05/2012.

\_\_\_\_\_. Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 18/05/2012.

\_\_\_\_\_. Lei nº11.211, de 19 de dezembro de 2005. **Dispõe sobre obrigações aos fabricantes ou importadoras de calçados e artefatos**. Brasília: CONAMA. 2005.

\_\_\_\_\_. Resolução no 1, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Lex: Resoluções do CONAMA: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e maio de 2006. Brasília: CONAMA, 2006.

\_\_\_\_\_. Resolução nº. 237/1997. **Dispõem sobre as competências, em matéria de licenciamento, entre o IBAMA, os Estados e os Municípios**. Brasília: CONAMA, 1997.

\_\_\_\_\_. Resolução nº. 308, de 21/03/2005. **Sobre licenciamento ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte**. Brasília: CONAMA, 2005.

CASTRO, F. de. **Curtumes aderem à onda ecológica**. *Revista Química e Derivados*, nº. 420, out/2005.

CAVALLET, Luiz Ermindo; SELBACH, Pedro Alberto. **Populações microbianas em solo agrícola sob aplicação de lodos de curtume**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, p.0-0, nov. 2008.

CLASS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre: SENAI/RS, 2004.

DAJOZ, R. *A biosfera e sua história*. In: DAJOZ, R. **Princípios da ecologia**. Trad. Fátima Murad. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

DINIZ, M. H. **Curso de direito civil brasileiro: responsabilidade civil**. 21. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2007.

FAGUNDES, J. M. **Saúde de trabalhadores em estações de tratamento de água: riscos químicos. Estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

FURLAN, F. R. **Avaliação da eficiência do processo de coagulação floculação e adsorção no tratamento de efluentes têxteis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2008.

HABASHI, F. (1993). **A textbook of Hidrometallurgy. Métallurgie Extrative** Québec, Enr. Quebec, Canadá, p. 375-405.

HAFEZ, T. **Processos de Curtimento de couro**. Niterói: Impetus, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal** 2003. Rio de Janeiro, 2003. V.31, 31p.

KONRAD, Eroni E.; CASTILHO, Danilo D.. **Atividade Microbiana em um Planossolo após a Adição de Resíduos de Curtume**. Rev. Bras. de Agrociência, Pelotas, v. 7, n. 2, p.131-135, ago. 2001

KRAY, Claudio Henrique et al. **Resíduos do processamento de peles e de carvão mineral aplicados em solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, p.1-100, nov. 2008.

MALAFAIA, Guilherme et al. **Reaproveitamento de lodo de curtume e reuso de água residuária de origem doméstica na cultura do milho**. Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, p.2268-2286, 01 dez. 2013.

MARTINES, Alexandre Martin. **Impacto do Lodo de Curtume nos Atributos Biológicos e Químicos do Solo**. 2005. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MEDAUAR, O. (Org.). **Coletânea da legislação ambiental, Constituição Federal**. 8. Ed. São Paulo: Editora dos tribunais, 2009.

MEZZARI, I.A.; (2002). **Utilização de carvões adsorventes para tratamento de efluentes contendo pesticidas**. Dissertação de Mestrado. UFSC

METZ, Lisiane Emilia Grams et al. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Indústria Coureira**. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 5., 2014, São Leopoldo. Anais. São Leopoldo; 2014. p. 1 – 10.

MORAES, A. de. **Direito constitucional**. 19. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

NUNES, L. P. M. **Avaliação da contaminação do aquífero livre usando métodos geofísicos elétricos**. Pará: UFPa, 2002.

PACHECO, J. W. F. **Curtumes**. São Paulo: CETESB, 2005.

PHILIPPI JUNIOR, A.; ROMÉRIO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. São Paulo: Manole, 2004.

QUADRO, Maurizio S. et al. **Degradabilidade de resíduos de curtume no solo**. Scientia Plena, Sergipe, v. 9, n. 7, p.1-10, jul. 2013.

RAO, J. R. et al. **Recouping the wastewater: a way forward for cleaner leather processing**. Journal of Cleaner Production. 11, 591-599, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652610003744>> Acesso em: 17/05/2012.

REIS, L. B. dos. **Fontes energéticas sustentáveis**. In: REIS, L. B. dos; FADIGAS, E. A.

A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005.

RODRIGUES, M. A. **Elementos do direito ambiental**: Parte geral. 2. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.

ROHR, E. J. **Investimentos e custos dos tratamentos de efluentes poluidores de curtumes do vale do Rio dos Sinos**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SIRVINSKAS, L. P. **Manual de direito ambiental**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

TEIXEIRA, Sandra Tereza et al. **Resíduos de curtume e o aproveitamento agrícola**. Revista de Biologia e Ciência da Terra, Rio Branco, v. 11, n. 1, p.138-143, jan. 2008.

VENOSA, S. de S. **Direito civil**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

VIEIRA, M. R. **Processo de Curtimento: operações, identificação de resíduos/efluentes gerados, medidas de controle nos processos**. Belo Horizonte: UFMG, 2008.