



## CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO DE COURO E CALÇADO VISANDO A SUA RECICLAGEM

*Alice Riehl, Aline Deitos\*, Amanda Gonçalves Kieling, Carlos Alberto Mendes Moraes, Feliciane Andrade Brehm, Fabiano André Trein*

*\* Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – line\_deitos@hotmail.com*

### SÚMULA

A indústria de couro e calçado gera grande volume de resíduos sólidos e a forma mais comum de gerenciá-los é descartando-os em aterros industriais. O grande problema destes resíduos é que estes são classificados pela NBR 10004, como Classe I - perigosos, devido a utilização do cromo no processo de curtimento. Com a Lei nº 12.305/10, é preciso que sejam esgotadas todas as possibilidades de aproveitamento antes do descarte final. Uma vez que existe a possibilidade de reciclagem destes resíduos, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar os resíduos sólidos, a partir de métodos físico-químicos, físicos e térmicos, a fim de se ter um melhor aproveitamento deste resíduo para reciclagem. Resultados preliminares, como o baixo teor de umidade, alto poder calorífico e baixos teores de carbono indicam que estes resíduos são uma boa fonte de reciclagem para processos de cogeração, como incineração e pirólise. Os baixos teores de cinza indicam uma redução significativa de volume do resíduo pós queima, o que auxiliaria na resolução de um problema para disposição destes em aterros. Os resíduos apresentaram ainda a presença significativa de substâncias químicas, sugerindo que as aparas podem ser recicladas antes de sua disposição final, reaproveitando melhor o cromo e demais metais presentes para diferentes aplicações. Estudar as características dos resíduos de couro para processos de reciclagem possibilita a reinserção deste no ciclo produtivo, contribuindo de maneira significativa na diminuição de passivos ambientais e redução na extração de matérias-primas nobres como o cromo e demais metais.

**Palavras-chave:** Couro, Resíduo, Biomassa, Reaproveitamento.

## CHARACTERIZATION OF LEATHER AND FOOTWEAR WASTE AIMING ITS RECYCLING

### ABSTRACT

The leather and footwear industry generates large volumes of solid waste and the most common way to manage them is discarding them in industrial landfills. The main problem is that these wastes are classified by NBR 10004, as Class I - hazardous due to use of chrome in the tanning process. According to Law No. 12.305/10, it is necessary to evaluate all the possibilities for recycling before the final disposal in landfill. As result of that, the present work aims to characterize the solid wastes via chemical, physical and thermal methods in order to have a better use of this waste. Preliminary results, such as low moisture content, high calorific value and low carbon indicate that these residues are a good source of recycling for cogeneration processes as gasification and pyrolysis. Low levels of ash indicate a significant reduction in the volume of residue after burning, which would help in solving a problem for its disposal in landfills. Leather Ash still showed significant presence of chemicals, suggesting that it can be recycled before its final disposal, recovering chromium and other metals present for different applications. Studying the characteristics of leather waste recycling processes allows for the reintegration to the production cycle, contributing significantly in reducing environmental liabilities and a reduction in the extraction of noble raw materials such as chromium and other metals.

**Keywords:** Leather. Wastes. Biomass. Recycling.



## 1. INTRODUÇÃO

Embora a indústria do couro seja vista como o principal usuário de resíduos provenientes dos frigoríferos (a pele), os curtumes são também considerados como consumidores de recursos e, um gerador de poluentes. O processo de transformação de peles em couro gera grandes quantidades de resíduos sólidos e líquidos e a forma mais comum de gerenciar estes resíduos sólidos é de descartá-los em aterros. (GIL et al. 2012).

Este volume gerado, aliado a disposição de resíduos em aterros acarreta num grande problema de passivos ambientais para empresas e sociedade. (SERVIÇO BRASILEIRO DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). A Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM, em 2002, apresentou os resultados do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, referentes à etapa do Rio Grande do Sul, no qual mostram que entre as empresas inventariadas dos diversos setores, a que gera maior quantidade, em massa, de resíduo perigoso é a indústria do setor de couro. (FEPAM, 2002).

A demanda por soluções de gerenciamento destes resíduos vem aumentando, principalmente aqueles provenientes do processo de curtimento, cujo agente curtente na maioria dos casos é o cromo. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/10, para que um resíduo seja considerado rejeito é preciso que tenham se esgotado todas as possibilidades de aproveitamento. Segundo esta mesma lei a destinação final ambientalmente adequada de resíduos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético destes. (BRASIL, 2010).

Sabe-se que os resíduos que estão sendo descartados nos aterros industriais ainda possuem diversas possibilidades de reaproveitamento. Segundo Hoinacki, Kiefer, Moreira (1994) a caracterização dos resíduos, gerados durante o processo de transformação da pele em couro, auxilia na escolha do tratamento, disposição final, bem como o aproveitamento econômico dos mesmos.

Os processos de transformação de peles em couros englobam diversas etapas, sendo que, pode-se considerar que são quatro as principais etapas que podem influenciar na caracterização física, química e estrutural dos resíduos de couro. Sendo elas o curtimento, recurtimento, secagem e acabamento final.

O curtimento é o processo no qual, a pele é submetida à reação com diferentes produtos denominados agentes curtentes. Essa reação da pele com esses agentes tem por fim estabilizar as proteínas que a constituem. O acabamento molhado ou recurtimento define parte das características físico-mecânicas, tais como maciez, elasticidade, enchimento e algumas características da flor como toque, cor, tamanho do poro da superfície, etc. Após o recurtimento, a pele passa por uma série de etapas de secagem, cuja sequência e choque térmico dependem da aplicação final do couro. A operação de acabamento confere ao couro sua apresentação e aspecto definitivo. O acabamento poderá melhorar a espessura, o brilho, o toque e certas características físico-mecânicas, tais como impermeabilidade a água, resistência à fricção, solidez à luz, etc. Com o acabamento, poderão ser eliminadas ou compensadas certas deficiências naturais do couro. (HOINACKI; KIEFER; MOREIRA, 1994).

Conforme citado anteriormente durante o processo de transformação das peles, ocorre a geração de um grande volume de resíduos, como por exemplo, a serragem, aparas e lodos de estação de tratamento de efluentes líquidos e também emissões atmosféricas. (SANTOS *et al.*, 2002). Basicamente os resíduos de couros curtidos ocorrem nas etapas de preparação das peles para o recurtimento, no processo de lixa (uniformização da superfície e da espessura) e na preparação das peles para o acabamento.

Uma das possibilidades de reciclagem dos resíduos de couro é a utilização deste como biomassa para processos de geração de energia. Segundo Godinho (2006), o resíduo de couro pode ser definido como biomassa, por tratar-se de um resíduo de origem animal e apresentar características, entre elas seu poder calorífico, que permitem a sua utilização como fonte de



energia. Segundo Cortez, Lora e Gómez (2008) para que se possa avaliar a potencialidade de um combustível, deve-se primeiramente conhecer as suas características químicas e térmicas fundamentais, sendo expressa através da composição imediata, composição elementar e do poder calorífico.

De acordo com Gutierrez (2008), para que se tenha um aproveitamento efetivo destes resíduos, como biomassa, é de grande importância estudar a fundo suas características. As informações necessárias para a caracterização dos resíduos de couro e posterior utilização como biomassa englobam a análise calorimétrica, quantidade de resíduo, necessidades de beneficiamento e adequação do coproduto para cogeração, análise química elementar, pH, umidade, densidade, dentre outros. Tais dados, após analisados, podem ajudar na escolha da melhor alternativa para a utilização na geração de energia através desta biomassa.

Além disso, autores como Martins (2001), Pereira (2006), Dettmer (2008), Marcello (2013), estudaram alternativas para a reciclagem das cinzas obtidas a partir dos processos de incineração de resíduos de couros objetivando a recuperação do cromo e obtenção de diferentes compostos como o sulfato básico de cromo e ligas ferrocromo, demonstrando a preocupação de reciclagem dos resíduos em todo ciclo produtivo.

Frente ao exposto e considerando a Lei nº 12.305/10, a qual diz que o plano de gerenciamento de resíduos sólidos considera itens como a caracterização dos resíduos (BRASIL, 2010) é notória a importância do estudo da caracterização do resíduo, pois desta forma é possível determinar quais serão as aplicabilidades e a melhor maneira de se fazer a reciclagem do resíduo, contribuindo de maneira significativa para a diminuição do passivo ambiental presente e futuro.

## 2. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar os resíduos sólidos do setor de couro e calçado de um aterro industrial a partir de métodos físico-químicos, físicos e térmicos.

## 3. MÉTODOS

A metodologia de amostragem seguiu o que preconiza a NBR ABNT 10007 para amostragem de resíduos sólidos. Primeiramente retirou-se 15 fardos de couro da célula do aterro em diferentes pontos do local. A partir disso, realizou-se a separação de 5 em 5 fardos de couro, pois esta foi a maneira mais fácil de separá-los, já que estavam bem compactados. Com os couros bem separados, conforme Figura 1, foi possível segregá-los para avaliar a presença de outros resíduos. Estes resíduos então foram armazenados em três bags e posteriormente, destes três bags fez-se uma única mistura com o intuito de obter um único bag homogeneizado.

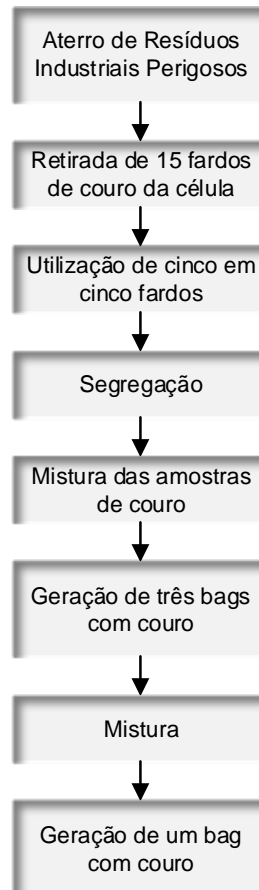
Figura 1: Couros devidamente separados.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 2 mostra como se procedeu a etapa de amostragem ocorrida no local do aterro industrial de resíduos perigosos.

Figura 2: Fluxograma da metodologia de amostragem.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a etapa de amostragem, realizou-se a moagem do resíduo através de um moinho de facas. Com as aparas de couro devidamente moído, Figura 3, foi possível iniciar a etapa de caracterização.

Figura 3: Aparas de couro devidamente moído.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A etapa de caracterização contemplou a análise granulométrica, de umidade, teor de cinzas, análise elementar (enxofre, carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio+halogênios), poder calorífico e fluorescência de raios x.

A determinação da distribuição granulométrica baseou-se na Norma CEMP 081, que consiste na utilização de doze peneiras padronizadas que possuem aberturas com diâmetros diferentes. Com isso, foi preciso colocar a amostra no agitador de peneiras por 15 minutos e em seguida fazer a pesagem das aparas de couro moído que ficaram retidas em cada uma delas.

A fluorescência de raios x é uma análise que, através de sinais de raios x, estimula uma amostra desconhecida, fazendo com que os elementos presentes na amostra emitam seus raios x característicos. Desta forma, é possível determinar os tipos de elementos que se encontram no material através do EDX que detecta estes raios x. (SHIMADZU DO BRASIL, 2012). Para esta análise utilizou-se o espectrômetro de fluorescência de raios x por energia dispersiva, modelo EDX 720, que obtêm resultados qualitativamente.

A determinação do teor de cinzas, umidade, poder calorífico e análise elementar foi realizado pela Fundação de Ciência e Tecnologia de Porto Alegre - CIENTEC. O teor de cinzas e umidade foi determinado pelo método ASTM D-7582/12 por macro análise termogravimétrica. A análise do enxofre foi através da ASTM D-4239 (combustão com detecção por infravermelho). O carbono, hidrogênio e nitrogênio (combustão da amostra por infravermelho e condutividade térmica) pela Norma ASTM D-5373. Teor de oxigênio+halogênios pela Norma ASTM D-3176/2009. O poder calorífico superior e cálculo do inferior por bomba calorimétrica isoperibol. As amostras foram secas em estufas de lâmpadas e circulação de ar e temperatura de (50+5) °C, até massa constante.

Além da caracterização das aparas, realizou-se a caracterização das cinzas no Instituto Tecnológico de Micropaleontologia (ITT Fossil) da Unisinos. As cinzas foram geradas em laboratório através da ASTM D-2617 e realizou-se as análises de teor de carbono pela Norma ASTM C1408-9 e enxofre pela Norma ASTM D-4239, sendo que para ambas usou-se o equipamento Analisador de Carbono e Enxofre, combustão com leitura de infravermelho.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa de amostragem foi possível constatar que no aterro havia outros materiais além do resíduo de couro, como partes de calçados com reforço e forro, laminados têxteis de poliuretano e pvc, solas, sacolas plásticas, borrachinhas de dinheiro, etc, conforme Figura 4.

Figura 4: Resíduos encontrados durante a segregação do couro.



Fonte: Elaborado pelos autores.



Após a segregação e preparação das amostras, os couros seguiram para a etapa de preparação e caracterização. Nos itens a seguir, são apresentados e interpretados os resultados (cinzas, análise elementar e poder calorífico são apresentados em base seca).

#### 4.1 Teor de umidade

Para a análise do teor de umidade, encontrou-se para as amostras de aparas de couro moído um teor de umidade de 11,61%. Godinho (2006), Vieira (2004), Caballero, Font e Esperanza (1998) e Bahillo et al. (2004) apresentaram teores de umidade nas aparas de couro de 14,1%, 14,13%, 12% e 13,3%, respectivamente. Segundo Cortez, Lora e Gómez (2008) a composição elementar de uma amostra engloba também seu teor de umidade e este tem papel importante durante ignição e as etapas iniciais de combustão de um material para ser reaproveitado, por exemplo, como biomassa.

#### 4.2 Análise Granulométrica

Para a análise da distribuição granulométrica obteve-se tamanho maior que 3,75mm. Segundo Calheiro (2001), através da distribuição granulométrica é possível determinar o tamanho médio das partículas das substâncias em estudo. Hoff (2002) destaca que para a realização das análises químicas se faz necessário a preparação das amostras conforme NBR 11034 – Preparação de amostras de couro para análise química. Essa NBR determina que o tamanho médio das partículas de couro moído seja menor ou igual a 4 mm. (ABNT, 2005).

Ribeiro (2003) em sua preparação da amostra de serragem de *wet blue* e após o processo de peneiramento a seco sob agitação mecânica durante 40min chegou a uma granulometria média menor que 2,36 mm.

#### 4.3 Fluorescência de raios x

Na tabela 1 é possível analisar os resultados obtidos a partir da fluorescência de raios x.

Tabela 1: Análise de fluorescência de raios x.

Tipo de análise	Qualitativa
Elementos majoritários (>50%)	Cr
Menor quantidade (5% > x > 50%)	S
Elementos Traços (< 5%)	Ti, Si, Fe, Ca, Al, K

Fonte: Elaborada pelos autores.

Até através da tabela 1 verificou-se que o material analisado possui como elemento majoritário o Cr, com mais de 50%. Em menor quantidade têm-se o S e os elementos traços presentes são Ti, Si, Fe, Ca, Al e K. Para Vieira (2004) foram encontrados como elemento majoritário o Cr, para os elementos em menor quantidade foram o S, Cl, Ca, Fe, Na e P e para elementos traço foram o Mg, Si, K, V e Br.

Cabe salientar que a presença de diversos metais observados nos resíduos, deve-se a presença de pigmentos adicionados nas etapas de acabamento do couro, como é o caso do titânio. (VIEIRA, 2004). Os resultados variam entre si porque durante o processamento das peles em couros são utilizados diferentes insumos, principalmente nas etapas de recurtimento e acabamento final dos couros. O Cr permanece como majoritário por ser o produto de maior fixação na pele, sendo responsável pela estabilização e durabilidade do material.

#### 4.4 Teor de cinzas

Os resultados obtidos para a determinação do teor de cinzas das aparas foi de 6,23%. Alguns autores chegaram a valores de teor de cinza de 5,8% (GODINHO, 2006), de 6,16% (VIEIRA, 2004) e 5,25% (BAHILLO et al., 2004). Conforme Dettmer (2008), o teor de substâncias minerais que estão no couro são identificadas através do teor de cinzas. Entre as substâncias identificadas estão os sais e óxidos minerais curtentes, provenientes do processo de curtimento.

#### 4.5 Análise elementar

As aparas de couro moído apresentaram os seguintes resultados, conforme tabela 2:

Tabela 2: Análise elementar.

Elemento	Aparas	Cinzas
<b>C</b>	49,66%	0,46%
<b>S</b>	2,09%	2,48%
<b>H</b>	6,51%	
<b>N</b>	11,8%	
<b>O + Halogênios</b>	23,71%	

Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados encontrados por outros autores em aparas de couro foram de 45% de teor de carbono e 2,33% de enxofre (CAVALLERO, 1998), 49,31% de carbono, enxofre 1,83%, 8,52% de hidrogênio, 12,42% de nitrogênio e oxigênio de 24,70% (GODINHO, 2006). Viera (2004) chegou a resultados de 48% carbono, 1,93% de enxofre, 8,41% de hidrogênio, 12,29% de nitrogênio e 29,02% de oxigênio. Segundo Vieira (2004) que analisou o teor de carbono e encontrou valores de 48% nas aparas, este fator é o principal responsável pelo processo de combustão dos resíduos. Conforme apresentado por Viera (2004) este teor está presente em cerca de 50% do resíduo de couro e calçado, tanto na matéria carbonosa, quanto nos minerais carbonatados das cinzas, o que permite constatar o potencial de utilização desses resíduos para a produção de energia calorífica através do processo de incineração.

A presença de enxofre nas aparas promoverá a geração de gases ácidos sulfurosos no processo de incineração, os quais deverão passar necessariamente por um sistema de neutralização antes de serem liberados para atmosfera. (VIEIRA 2004). A presença de enxofre nas cinzas indica que este elemento não volatilizou completamente na queima e permanece como resíduo nas cinzas.

Para valores de carbono das cinzas Alves (2007) analisou cinzas provenientes de um reator de leito fixo com tecnologia de gaseificação e combustão combinadas, chegando a valores de carbono de 0,1%. Segundo o autor, a quantidade baixa de teores de carbono indica um processo de combustão eficiente. Em Godinho (2006) as cinzas coletadas neste mesmo incinerador, possuíam concentração de C, respectivamente de 0,03% (cinzas coletadas no cinzeiro) e 0,7% (cinzas coletadas no ciclone). Godinho (2006) citando Gomez-Moreno et al. (2003) afirma que teores menores de 0,7% de carbono na cinza sugere uma boa performance de combustão. Wenzel (2008) chegou a teores de C das cinzas de incineração com valores de 0,04%.

Ainda segundo Benn (1981 apud MARTINS, 2001), os resíduos apropriadamente queimados se transformam em cinzas, com conteúdo mínimo de carbono, podendo assim, serem dispostos em aterros de modo seguro.

#### 4.6 Poder calorífico

Os valores encontrados de poder calorífico superior e inferior foram respectivamente de 5170 kcal/kg e 4.835 kcal/kg. Segundo Taborski (2005) os combustíveis que apresentam poder calorífico superior a 2150 kcal/kg e 3000 kcal/kg permitem uma combustão auto sustentável, não

havendo necessidade de um combustível auxiliar, desde que a umidade não exceda 50%. Godinho (2006) caracterizou aparas de couro e chegou a um resultado de 4.406 kcal/kg de poder calorífico superior e de 3959 kcal/kg de poder calorífico inferior.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que um dos pontos essenciais para a reciclagem dos resíduos é a etapa de caracterização, visando um melhor reaproveitamento destes antes de sua disposição final em centrais de resíduos. O baixo teor de umidade e baixos teores de carbono indicam que estes resíduos são uma boa fonte de reciclagem para processos de cogeração, como incineração e pirólise. Além disso, os baixos teores de cinza das análises indicam uma redução significativa de volume do resíduo pós incineração, o que auxiliaria na resolução de um problema para disposição destes em aterros.

Na análise FRX constatou-se altos teores de cromo nas aparas, podendo o resíduo ser extraído para reinserção no ciclo produtivo como matéria prima em diferentes aplicações, desde o curtimento das peles, até a utilização deste em pigmentos e ligas de ferro cromo, cabendo um estudo mais aprofundado para utilização e reinserção deste no ciclo produtivo.

O estudo de alternativas para reciclagem de resíduos de couro vem a ser uma possibilidade de diminuir a sua destinação em centrais de resíduos perigosos, contribuindo para a diminuição de passivos ambientais. Além disso, reciclar alguns compostos, como o cromo, e fazer uso deste como matéria prima em diferentes processos, contribui de maneira significativa na redução da extração deste metal na natureza.

Tendo em vista que a caracterização é de extrema importância será necessária a realização de outras análises para que se possa avaliar melhor o resíduo couro e assim decidir a melhor maneira de utilizá-lo, como coproduto.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Claudia Rosane Ribeiro. **Obtenção de uma liga de ferro-cromo de alto teor de carbono a partir das cinzas da incineração de aparas de couro**. Dissertação de Mestrado. PPGEM – UFRGS, Porto Alegre, RS. 2007.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C1408**: Standard Test Method for Carbon (Total) in Uranium Oxide Powders and Pellets By Direct Combustion-Infrared Detection Method. United States, 2009.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D2617**: Standard Test Method for Total Ash in Leather. United States, 2012.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D4239**: Standard Test Method for Sulfur in the Analysis Sample of Coal and Coke Using High-Temperature Tube Furnace Combustion. United States, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11029:2012** – Peles e Couros – Determinação do teor de matéria Volátil. Rio de Janeiro, ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11034:2005** - Couro – Preparação das amostras de couro para análise química. Rio de Janeiro, ABNT, 2005.



BAHILLO, A.; ARMESTO, L.; CABANILLAS, A.; OTERO, J. Thermal Valorization of Footwear Leather Wastes in Bubbling Fluidized Bed Combustion. **Waste Management**. p 935–944. 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)> Acesso em: 27 abr. 2014.

Caballero, J. A.; R. Font; M.M. Esperanza. Kinetics of the thermal decomposition of tannery waste. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 47, pp. 165–181. 1998.

CORTEZ, Luís Augusto Barbosa; LORA, Electo Eduardo Silva; GÓMEZ, Edgardo Olivares. **Biomassa para energia**. Campinas: Editora Unicamp, 2008.

DETTMER, Aline. **Recuperação do cromo das cinzas do tratamento térmico de resíduos da indústria calçadista visando curtimento de peles**. Dissertação de Mestrado. PPGEQ – UFRGS, Porto Alegre, RS, 2008.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. **Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais**. Etapa – Rio Grande do Sul. p. 59, 2002. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp>>. Acesso em: 17 dez. 2013.

Gil, R.R.; Girón, R.P.; Lozano, M.S.; Ruiz, B. ; Fuente, E. Pyrolysis of Biocollagenic Wastes of Vegetable Tanning. Optimization and Kinetic Study. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis** 98: 129–136. 2012.

GODINHO, Marcelo. **Gaseificação e combustão combinadas de resíduos sólidos da indústria coureiro – calçadista**. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

GUTTERRES, Mariliz. **A Ciência Rumo à Tecnologia do Couro**. 1 ed. Porto Alegre: Tríplice, 2008. 505 p.

HOFF, Cristina Stein. **Metodologia de análise de dioxinas em Cinzas Obtidas da Incineração de Couro Wet-Blue**. Dissertação de Mestrado. PPGEQ – UFRGS, Porto Alegre, RS. 2002.

HOINACKI, Eugênio; KIEFER, Carlos Guilherme; MOREIRA, Marina Vergílio. **Manual básico de processamento do couro**. Porto Alegre: SENAI-RS, 1994. 402 p.

MARCELLO, Reginaldo Rosso. **Caracterização e beneficiamento das cinzas de incineração de aparas de couro para uso como pigmento cerâmico a base de óxido de cromo**. Dissertação de mestrado. PPGE3M – UFRGS, Porto Alegre, RS, 2013.

MARTINS, Clauren Moura. **Determinação das espécies de cromo nas cinzas da incineração de couro wet-blue em reatores de leito fixo e leito fluidizado**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química – PPGEQ) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ÓRGILES, A.C. **Recuperação de cromo e energia a partir de resíduos de couro**. Tecnicouro, Novo Hamburgo, v. 16, n.3, 6p, 1994.

PEREIRA, Samanta Vieira. **Obtenção de cromato de sódio a partir das cinzas de incineração de resíduos do setor calçadista visando à produção de sulfato básico de cromo.** 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química – PPGEQ) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

RIBEIRO, Karen Cristina Rodenbusch. **Hidrólise de resíduos de couro curtido ao cromo.** Dissertação de Mestrado. PPGEM- UFRGS, Porto Alegre, RS, 2003.

SANTOS, Angela Maria Medeiros et. al. Panorama do Setor de Couro no Brasil. **BNDES Setorial.** Rio de Janeiro, 2002.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Comprador De Sobra Residual Do Couro. Resposta elaborada por: Lisiane Emilia Grams Metz. Porto Alegre: SENAI-RS, 2013. (Código da Resposta: 4710). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 20 maio 2013.

**SHIMADZU DO BRASIL,** 2012. Disponível em:<[http://www.shimadzu.com.br/analitica/produtos/elemental/raios\\_x/eds/funcionamento.shtml](http://www.shimadzu.com.br/analitica/produtos/elemental/raios_x/eds/funcionamento.shtml)>. Acesso em: 16 dez. 2013.

TABORSKI, Witold.; KOWALSKI, Zygmunt.; WZOREK, Zbigniew. KONOPKA, Michael. Thermal utilization of leather crap after chrome tanning. **Journal of the American Leather Chemists Association.** v.100, p. 344-353, 2005.

VIEIRA, Máiquei Santos. **Recuperação do cromo contido nas cinzas provenientes da incineração de resíduos sólidos das indústrias coureira e calçadista visando a obtenção de cromato de sódio (VI).** Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS 2004.

WENZEL, Bruno München. **Redução Carbotérmica do cromo contido nas cinzas do tratamento térmico de resíduos de couro visando a obtenção de liga ferrocromo e sulfato de cromo.** Dissertação de Mestrado. PPGEM- UFRGS, Porto Alegre, RS. 2008.