



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS**



DISSERTAÇÃO

DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE RESÍDUOS DE COUROS CURTIDOS AO CROMO (III) – INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA

Aluno(a) : MARIA COUTINHO RAMOS

Orientadores: PROF^a. DR^a.CRISLENE RODRIGUES S. MORAIS
PROF^o. DR. ANTÔNIO GOUVEIA DE SOUZA

CAMPINA GRANDE - PB
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE RESÍDUOS DE COUROS
CURTIDOS AO CROMO (III) - INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA

MARIA COUTINHO RAMOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS

Orientadores: Prof^a. Dr^a. Crislene Rodrigues da Silva Morais
Prof^o. Dr. Antônio Gouveia de Souza

CAMPINA GRANDE – PB
2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

R175d

2007 Ramos, Maria Coutinho.

Decomposição térmica de resíduos de couros curtidos ao couro(III)-
influência da glanulometria/Maria Coutinho Ramos. — Campina Grande:
2007.

39f. : il

Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) –
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia.

Referências.

Orientadores: Dr^a. Crislene Rodrigues da Silva Morais e Dr. Antônio
Gouveia de Souza.

1. Resíduo de Couro. 2. Cromo. 3. Decomposição Térmica. 4. Meio
Ambiente. I. Título.

CDU 675.81 (043)

DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE RESÍDUOS DE COURO CURTIDO AO CROMO (III) –
INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA

Maria Coutinho Ramos

Dissertação aprovada em 18 de setembro de 2007, pela banca examinadora constituída dos seguintes membros:

Banca Examinadora:



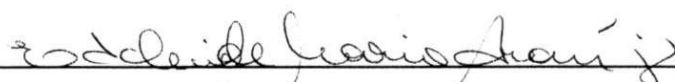
Dr^a. Crislene Rodrigues da Silva Moraes

Orientadora
UAEMa - UFCG



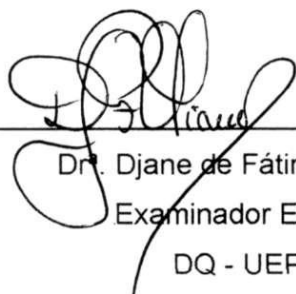
Dr. Antonio Gouveia de Souza

Co-Orientador
DQ - UFPB



Dr^a. Edcleide Maria Araújo

Examinador Interno
UAEMa - UFCG



Dr^a. Djane de Fátima Oliveira

Examinador Externo
DQ - UEPB

VITAE DA CANDIDATA

Tecnologia Química Modalidade “Couros e Tanantes” pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG (2004).

Bacharelado em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB (1994).

*Ao meu Deus, JESUS CRISTO,
pela Sua fidelidade e superioridade. Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus fiel, toda honra, glória, louvor e adoração.

À Orientadora Prof. Dr^a. CRISLENE RODRIGUES DA SILVA MORAIS,
Pela competência, paciência e compreensão, minha eterna gratidão por tudo.

Ao Prof. Dr. Antônio Gouveia de Souza, pelo apoio realizado na parte experimental desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

À Coordenação e todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, meu reconhecimento pelo apoio concedido, e em especial ao Professor Dr. Tomás Jefferson sempre empenhado em me ajudar, e vê o resultado final dessa obra.

Às secretárias Márcia e Violeta pela cordialidade e gentileza.

À Prof. Railda (UEPB), que ajudou com os seus conhecimentos.

À todos aqueles que não foram revelados, mas que contribuíram de alguma forma durante todo o curso, aqui ficam os meus sinceros agradecimentos.

DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE RESÍDUOS DE COUROS CURTIDOS AO CROMO (III) – INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA

Resumo

Os padrões atuais de produção e consumo impõem cada vez mais uma maior atenção sobre o meio ambiente, com o objetivo de proteger as gerações futuras. O presente trabalho está voltado para a contribuição de tornar a atividade do curtume um processo ecologicamente menos agressivo e viável no tratamento adequado de seus resíduos. O elevado teor contaminante destes resíduos gerados na Indústria de Curtume, tem origem durante os diversos processos químicos e operações mecânicas a que são submetidas às peles na sua transformação em couro, resultando resíduos que contêm cromo na forma trivalente em sua composição. Foi estudada neste trabalho a influência da granulometria dos resíduos de couro curtido ao cromo III sob a decomposição térmica, através das técnicas de termogravimetria (TG) e da análise térmica diferencial (DTA), onde se propõe um possível tratamento destes resíduos, visando minimizar o impacto ambiental causado por este metal pesado.

Palavras-chave: resíduo de couro; cromo; decomposição térmica; meio ambiente.

THERMAL DECOMPOSITION OF TANNED LEATHER RESIDUES TO THE CHROME (III) – INFLUENCE OF THE GRANULOMETRY

ABSTRACT

The current standards of production and consumption impose each time plus a bigger attention on the environment, with the objective to protect the future generations. The present work is come back toward the contribution to become the activity of the tannery a less aggressive and ecologicamente viable process in the adequate treatment of its residues. The raised contaminante text of these residues generated in the Industry of Tannery, has mechanical origin during the diverse chemical processes and operations the one that is submitted to the skins in its transformation in leather, resulting residues that contain chromium in the trivalent form in its composition. The influence of the granulometria of the residues of leather tanned to chromium III under the thermal decomposition was studied in this work, through the techniques of termogravimetria (TG) and of it analyzes thermal differential (DTA), where if considers a possible treatment of these residues, aiming at to minimize the ambient impact caused by this metal heavy.

Keyword: Leather residue; chromium; thermal decomposition; environment

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 - Descrição das amostras analisadas.....	21
Tabela 3.2 – Especificações da Norma ABNT/NBR 13525-1995.....	23
Tabela 4.1 - Resultados das análises químicas das aparas do couro caprino (ACAPA) e do couro bovino (ABOVA).....	25
Tabela 4.2 – Dados da decomposição térmica da ACAPA.....	29
Tabela 4.3 – Dados da decomposição térmica da ABOVA.....	29
Tabela 4.4 - Dados da decomposição térmica da PCAPA.....	29
Tabela 4.5 - Dados da decomposição térmica da PBOVA.....	30
Tabela 4.6 – Comparação das perdas de massa total.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma esquemático da fabricação do couro.....	8
Figura 2.2 - Processo de conservação das peles.....	9
Figura 2.3 - Equipamento Fulão para processamento das peles.....	10
Figura 2.4 - Máquina de descarnar peles.....	11
Figura 2.5 - Couros curtidos ao cromo (III).....	13
Figura 2.6 - Máquina de rebaixar couros.....	14
Figura 2.7- Aparas de couro curtidos ao cromo (III)	14
Figura 2.8 - Pó de couro curtido ao cromo (III)	15
Figura 2.9 - Máquina de lixar couros.....	17
Figura 2.10 - Máquina de desempoar couros.....	17
Figura 4.1 - Curva TG/DTG da amostra ACAPA, em atmosfera de N ₂ , com em razão de aquecimento de 10°C/min.....	26
Figura 4.2 - Curva TG/DTG da amostra ABOVA, em atmosfera de N ₂ , com em razão de aquecimento de 10°C/min.....	27
Figura 4.3 - Curva TG/DTG da amostra PCAPA, em atmosfera de N ₂ , com razão de aquecimento de 10°C/min.....	27
Figura 4.4 - Curva TG/DTG da amostra PBOVA, em atmosfera de N ₂ , com razão de aquecimento de 10°C/min.....	28
Figura 4.5 - Curva DSC da amostra ACAPA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio.....	31
Figura 4.6 - Curva DSC da amostra ABOVA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio	32
Figura 4.7 - Curva DSC da amostra PCAPA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio.....	32
Figura 4.8 - Curva DSC da amostra PBOVA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio.....	33

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

%	Porcentagem
mg	Miligrama
mL	Mililitro
Cr ₂ O ₃	Óxido de cromo
N ₂	Nitrogênio
mn	Minuto
ACAPA	Apara caprina
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABOVA	Apara Bovina
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DSC	Calorimetria Exploratória Diferencial
DTG	Derivada da TG
NBR	Norma Brasileira Regulamentada
PBOVA	Apara Bovina
PCAPA	Apara caprina
pH	Potencial Hidrogeniônico
CTCC	Centro de Tecnologia do Couro e calçado
SENAI	Serviço Nacional da Indústria
TG	Termogravimetria

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo Geral.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 JUSTIFICATIVA.....	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
2.1 INDÚSTRIA DE COURO.....	4
2.2 O PROCESSAMENTO DO COURO.....	6
2.2.1 Histórico.....	6
2.2.2 Processo tecnológico.....	7
2.2.2.1 Ribeira.....	9
2.2.2.2 Curtimento.....	12
2.2.2.3 Acabamento.....	13
2.3 RESÍDUOS GERADOS.....	18
2.4 TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO DE COUROS.....	19
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 MATERIAIS	21
3.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA.....	22
3.3 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA.....	25
4.2 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA.....	26
4.2.1 Termogravimetria / Derivada.....	26
4.2.2 Calorimetria Exploratória Diferencial/DSC.....	31
5 CONCLUSÕES.....	36
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A Indústria de Curtume é milenar, assim como, os efeitos nocivos que esta causa ao meio ambiente, desde a antiguidade é taxada de poluidora, não apenas pelo odor desagradável que se origina durante o processo industrial, mas principalmente pela geração de resíduos líquidos e sólidos de alto poder de contaminação e degradação do meio ambiente.

É uma alternativa para a disposição de couros e peles gerados pelos abates de animais, onde desempenha um importante papel social quando prevê uma utilização econômica para estes materiais.

Nos últimos anos, com um maior controle dos órgãos ambientais, as indústrias de curtumes passaram a tratar as águas residuais do processo produtivo. Os métodos modernos de fabricação do couro não minimizaram determinados efeitos, muito pelo contrário, alguns produtos empregados na atualidade agridem consideravelmente corpos hídricos e solos.

Apesar das novidades em insumos, processos e controle de efluentes, sempre observando a legislação ambiental, o grande problema dos curtumes continua sendo o cromo (III), que se caracteriza pelo seu elevado grau de toxidez, devendo o mesmo ser submetido a um tratamento adequado antes do seu lançamento em corpos receptores. Embora na valência +3 não ocorram maiores restrições, o mesmo não acontece na valência +6, devido às propriedades supostamente cancerígenas.

Atualmente, há uma nova consciência da importância e necessidade de proteger o meio ambiente; o desenvolvimento sustentável é um novo paradigma que está de forma gradual e negociada, resultando em um plano de ação e de planejamento participativo nos níveis global, nacional e local.

Desta forma, é de grande importância o desenvolvimento de novas alternativas de tratamento dessas águas residuais e dos resíduos sólidos do processo produtivo do couro.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é estudar as características físico-químicas e a influência da granulometria na decomposição térmica dos resíduos de couro, curtido ao cromo (III), visando minimizar o impacto ambiental causado por estes materiais.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar físico-quimicamente os resíduos de couro através de análise química (determinando o teor de óxido de cromo (III)), pH e a Cifra Diferencial (quantidades de ácidos fortes ou fracos).

- Caracterizar termicamente os resíduos provenientes do curtimento, através das técnicas de Termogravimetria (TG) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC).

1.2 JUSTIFICATIVA

A diversificação de produtos decorrentes da evolução da cultura humana cada vez mais tem implicado em novas demandas por recursos naturais. O auge desse processo aconteceu em meados do século XIX, durante a chamada revolução industrial, quando se assentaram as bases do desenvolvimento tecnológico, iniciando-se um novo modelo de desenvolvimento marcado pelo consumo exaustivo de recursos naturais, pela pressão do capital e pela geração de uma tecnologia do desperdício.

Devido a esse consumo desordenado sem se preocupar em manter a integridade dos recursos naturais, levaram os padrões atuais de produção e consumo impor cada vez mais pressões sobre o meio ambiente, para proteger as gerações futuras.

Neste contexto, a atividade industrial de curtimento de couro tem sido relacionada entre as que mais tem contribuído com a poluição do meio ambiente, principalmente de corpos hídricos, devido a grande quantidade de produtos químicos usados no seu processo.

Apesar das novidades em insumos, processos e controle de efluentes, o grande problema dos curtumes é a utilização do cromo (III), que mesmo trazendo vantagens para o processo, ele tem um lado negativo e polêmico, além de ser um produto altamente tóxico, é um dos mais agressivos para o meio ambiente. Este estudo utilizando-se de informações e pesquisas na área, poderá fornecer informações úteis contribuindo com as pesquisas já existentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INDÚSTRIA DE COURO

A internacionalização do couro brasileiro é consistente, sustentada e definida, seguindo a estratégica setorial de nunca ter como foco a política de exportação de excedentes. A produção é suficiente para suprir o mercado interno e atender a crescente demanda externa.

Maior exportador de couro do mundo em volume, tendo a Itália, China e Hong Kong como os principais destinos dos couros em 2005, com participação de 23,7%, 17,8 % e 16,6%, respectivamente, processando ao redor de 42 milhões de unidades e exportando cerca de 28 milhões de peças, o Brasil vem aumentando e qualificando sua participação no mercado mundial. O Brasil arrebatou o primeiro posto da China, que está produzindo cerca de 40 milhões de unidades.

A cadeia produtiva brasileira do couro é um dos grandes motores da economia brasileira, conforme se depreende de seus indicadores de desempenho: o setor movimenta receita anual superior a US\$ 21 bilhões, congrega cerca de 10 mil indústrias, emprega mais de 500 mil pessoas, e exportou US\$ 4,2 bilhões no ano de 2005. O couro brasileiro é exportado para 85 países, nas mais diversas apresentações, como calçados, móveis, artefatos, e estofados para automóveis e aviões, dentre outros produtos de alto valor agregado.

O complexo industrial é formado pelas indústrias de curtumes, de calçados, componentes, máquinas e artefatos. Como decorrência desta abundante produção, o Brasil conquistou o primeiro lugar no mercado internacional de exportações, superando os Estados Unidos, que durante muitos anos deteve esta posição com exportação de couros em matéria-prima. E ainda, os embarques brasileiros, da ordem de 28 milhões de peças, são cerca de 35% maiores do que o volume total exportado pelos Estados Unidos, que somaram 20 milhões de unidades.

O Brasil tem o maior rebanho comercial bovino do mundo, estimado em 204,5 milhões de cabeças, sendo o maior exportador mundial de couros bovinos, em volume. O país tem grande potencial de crescimento neste mercado em razão da disponibilidade de área de baixo custo, clima favorável, raças adaptadas e a adoção de novas tecnologias de manejo e melhoria genética, podendo assim consolidar a posição do Brasil como um dos mais importantes no mercado internacional de couros, (ROPKE et. al, 2006).

No Brasil, as Indústrias de Curtume estão localizadas na sua maioria na Região Sul e Sudeste, havendo tendência atual de deslocamento para novo pólo no centro-oeste, em função de rebanhos e frigoríficos, bem como da existência de incentivos e de outras condições favoráveis nesta região.

Em seu processo produtivo, mais de 70% das Indústrias de Curtume, empregam sais de cromo na etapa de curtimento, e que a partir do crescimento das exportações de calçados, surgiu a necessidade de oferta de couros desta forma, conseqüentemente maior volume de resíduos líquidos e sólidos contendo cromo (III) (COSTA, 2005).

2.2 O Processamento do couro

2.2.1 HISTÓRICO

O curtimento de couro é uma arte antiga, que foi descoberta por acaso pelo homem das cavernas quando, por acidente, abandonando restos de pele de caça, ricos em proteína animal, em contato com toras de lenha, ricas em taninos vegetais, verificou sua transformação em uma substância que não entrava em decomposição e era durável, ou seja, o couro curtido (ANUSZ, 1995).

Segundo Anusz (1995), observando os costumes de nossos antepassados, mas precisamente o homo-sapiens, os quais caçavam, construía materiais de pedra e utilizavam o material couro pela primeira vez, pôde-se notar que as primeiras peles foram curtidas pelas mulheres, pois, quando as peles dos animais eram retiradas pelos caçadores cabiam a elas aproveitar os restos de carnes aderidas ao carnal. As peles iam sendo repassadas de mão em mão, onde cada uma retirava com a boca os resíduos de carne, ocorrendo a mastigação e amaciamento das peles. Foi aí que o efeito de mastigar as peles começou a ser observado como um método de conservação.

Tal amaciamento tornou possível servir a pele como meio de abrigo contra o frio e posteriormente de vestimenta. Quando as peles eram colocadas na lama e em presença de cinza, os mesmos atuavam com maior frequência para fazer cair o pêlo, foi aí que surgiu o lavado no arroio, dando origem a ribeira (BRITO, 1998).

O trabalho da ribeira foi melhorado com o uso de cinzas, que atuavam para destruir os pêlos e conservavam as peles, não deixando-as entrarem em decomposição, devido sua ação alcalina. Também ao misturar certas folhas de determinadas plantas, as peles adquiriam melhor maciez e ficavam mais duráveis (BRITO, 1998).

A descoberta do cromo (III) como curtente é atribuída ao alemão Knapp que, em 1858, divulgou a ação curtente deste cátion trivalente. Porém, por

acreditar que os sais de ferro teriam maior importância técnica, Knapp dedicou mais seu trabalho a esses sais. Somente em torno de 1884, o cromo (III) foi introduzido em escala industrial, através de Schultz (HOINACKI et al., 1994).

2.2.2 PROCESSO TECNOLÓGICO

O processo tecnológico aplicado à fabricação da transformação da pele em couro, requer uma variedade de processos físicos, químicos e operações mecânicas, realizadas em etapas seqüenciais de trabalho. Em geral a transformação da pele em couro compreende três etapas essenciais: Operação de Ribeira, Curtimento e Acabamento (HOINACK, 1994). A Figura 2.1 apresenta o fluxograma esquemático da fabricação do couro.

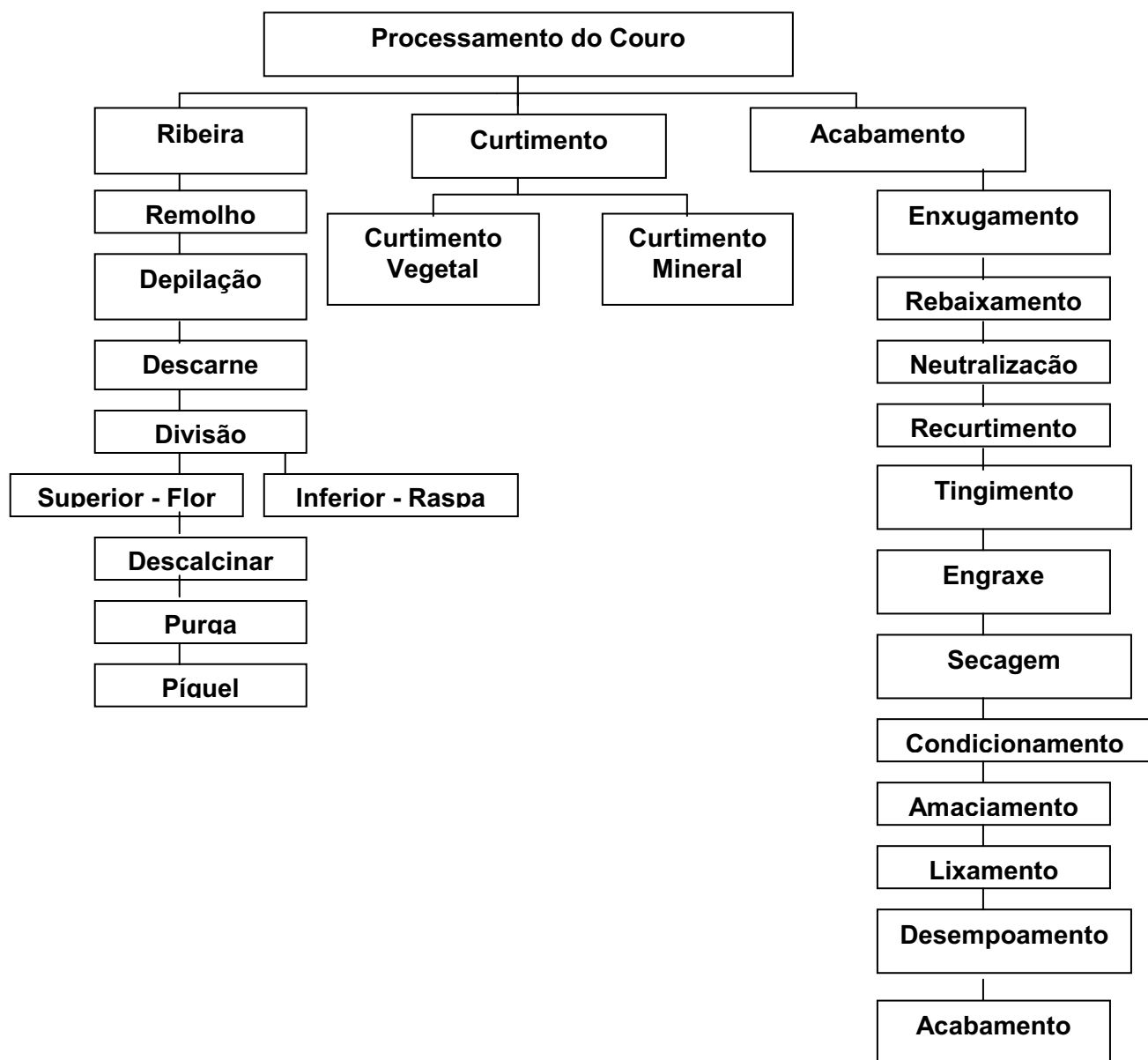


Figura 2.1 – Fluxograma esquemático da fabricação do couro.

FONTE: Direta, 2007.

2.2.2.1 RIBEIRA

Antes de entrarem na ribeira, as peles normalmente são salgadas e classificadas em função de seu peso. A Figura 2.2 mostra a preparação das peles conservadas por sal, para o início do processo.



Figura 2.2 - Processo de conservação das peles.

Fonte: Direta, 2007.

As etapas de processo que envolvem tratamentos químicos das peles (chamados “banhos”) para sua limpeza ou para condicionamento de suas fibras, bem como algumas etapas intermediárias de lavagem com água, são realizadas em equipamentos chamados Fulões - cilindros fechados, normalmente de madeira, dotados de dispositivos para rotação, com porta na superfície para carga e descarga das peles, bem como para adição dos produtos químicos (PACHECO, 2005). A Figura 2.3 mostra o Fulão típico para o processamento do couro.

Na Ribeira as etapas em Fulão são: Remolho, Depilação/caleiro, Descalcinação, Purga e Píquel. As outras etapas (descarnar e dividir) são físico-mecânicas, realizadas manualmente em máquinas específicas.



Figura 2.3 - Equipamento Fulão para processamento das peles.
FONTE: Direta, 2007

1. Remolho

É o primeiro processo pelo qual passam as peles em um curtume. Esse processo tem por principal objetivo repor 60% da água da pele, perdida por ocasião da desidratação sofrida na sua conservação por sal, como também fazer uma limpeza em toda sua superfície (ADZET E BONET, 1985).

2. Depilação/Caleiro

Segundo Hoinacki (1989), é o processo responsável pela eliminação do pêlo, abertura da estrutura fibrosa e preparação das peles para as operações posteriores. Na depilação verifica-se a degradação do sistema epidérmico e dos pêlos, por ação de agentes químicos. Os produtos utilizados neste processo são: hidróxido de cálcio, sulfeto de sódio e tensoativos.

3. Descarne

Segundo Hoinacki (1989), o descarne é a operação mecânica que tem por objetivo a eliminação de restos de carne e gorduras aderidas à pele do animal. Esta é efetuada em máquina de descarnar, (ver Figura 2.4).



Figura 2.4 - Máquina de descarnar peles.

Fonte: Pacheco, 2005.

4. Descalcinação

A descalcinação tem por finalidade a remoção de substâncias alcalinas, tanto as que se encontram depositada como as quimicamente combinadas em peles submetidas às operações de depilação e caleiro. O processo utiliza produtos químicos que reagem com a cal, dando origem a produtos de grande solubilidade, facilmente removíveis por lavagem. Nesta etapa podem ser empregados sais e ácidos orgânicos (HOINACKI et.al.,1994).

5. Purga

A operação de purga consiste em tratar as peles com enzimas proteolíticas, provenientes de diferentes fontes, visando a limpeza da estrutura fibrosa como materiais queratinosos, gorduras, bulbos pilosos e outros materiais indesejáveis retidos entre as fibras colágenas, (HOINACKI et.al.,1994).

6. Píquel

No píquel, as peles descalcinaadas e purgadas são tratadas com soluções salino-ácidas. Este processo visa, basicamente, preparar as fibras colágenas para uma fácil penetração dos agentes curtentes. Ocorrem fenômenos tais como a complementação da descalcinação, a desidratação das peles, a interrupção da atividade enzimática, etc. Os produtos mais utilizados são: ácidos orgânicos ou inorgânicos, cloreto de sódio, (HOINACKI, 1989).

2.2.2.2 CURTIMENTO

De acordo com Hoinacki (1989), o curtimento consiste na transformação das peles em material estável que o torna resistente á decomposição, recebendo o nome de couro.

Apesar do grande número de substâncias orgânicas e inorgânicas, é relativamente pequeno o número de substâncias capazes de agirem como curtentes. O curtimento pode ser classificado em:

1. *Curtimento vegetal (utilizando taninos vegetais)*

Esse tipo de curtimento é utilizado para produção de solas. As fontes de taninos mais utilizadas no Brasil são: extrato de quebracho, casca de acácia negra, casca de angico, entre outros. As peles antigamente eram colocadas em molduras e curtidas em tanques, este processo demorava várias semanas.

2. *Curtimento mineral (utilizando sais minerais de cromo (III))*

Os sais de cromo ocupam lugar de destaque entre os curtentes de origem mineral. O couro curtido com sais de cromo apresenta excelentes qualidades devido á sua maciez, finura e lisura da flor, uma das suas principais vantagens é a redução do tempo de curtimento, além de produzir um couro com maior resistência ao calor e ao desgaste.

É empregado na produção de couros para confecção de calçados, luvas, roupas, bolsas, etc. (HOINACKI,1989). A Figura 2.5 mostra couros curtidos ao cromo (III).

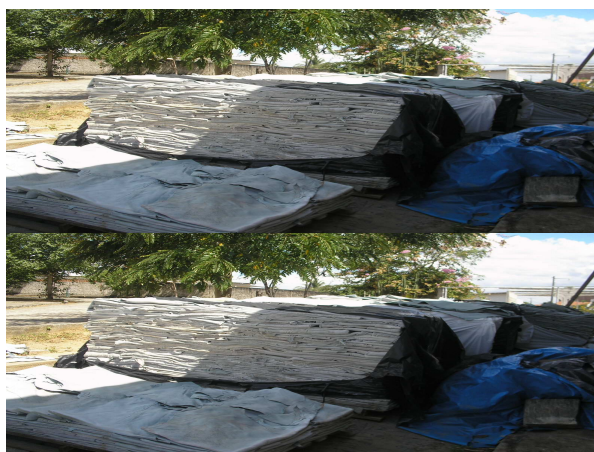


Figura 2.5 - Couros curtidos ao cromo (III).

Fonte: Direta, 2007.

2.2.2.3 ACABAMENTO

Após o curtimento, a próxima etapa é o acabamento. O acabamento tem como principal objetivo dar o aspecto final ao couro, conferindo determinadas qualidades que não foram dadas até então, tais como: resistência interfibrilar, maciez, elasticidade, cor e brilho.

Antes de iniciar as operações de acabamento, os couros passam por operações mecânicas de: Enxugar, Dividir e Rebaixar (HOINACKI, 1989).

1. Enxugar, dividir e rebaixar

Após o curtimento, os couros devem ser submetidos à operação mecânica de enxugar, dividir e rebaixar. O enxugamento de couros geralmente é realizado na máquina de enxuga/estira, para em seguida serem secos à temperatura ambiente, já a operação de rebaixar tem a finalidade de igualar a espessura dos couros e é realizada na máquina de rebaixar (Figura 2.6), enquanto que a divisão divide o couro em duas camadas: a camada superficial, denominada flor e a camada inferior, denominada raspa, também realizada em máquina específica (HOINACKI, 1989).

É nesta operação que tem origem as aparas e o pó do couro, (Figuras 2.7 e 2.8), são resíduos que apresentam cerca de 40% de umidade. O beneficiamento de uma tonelada de pele salgada pode gerar 100 kg de

resíduos do tipo aparas e pó. Essa quantidade pode variar em muito de indústria para indústria (CLAAS E MAIA,1994).



Figura 2.6 - Máquina de rebaixar couros.
Fonte: Direta, 2007.



Figura 2.7 - Aparas de couro curtido ao cromo (III) originado da máquina de rebaixar. Fonte: Direta, 2007.



Figura 2.8 - Pó de couro curtido ao cromo (III) originado da máquina de rebaixar. Fonte: Direta, 2007.

2. Neutralização

Processo no qual consiste em eliminar por meio de produtos auxiliares suaves e sem prejuízo das fibras e da flor do couro os ácidos livres existentes nos couros de curtimento mineral. São usados sais do tipo: formiato de sódio e carbonato de sódio (HOINACKI, 1989).

3. Recurtimento

O recurtimento é o processo que visa completar o curtimento e proporcionar características finais ao couro. Pode ser realizado com curtentes minerais ou vegetais. Este processo define certas características físico-mecânicas do couro, como: maciez, elasticidade, enchimento e toque. Os produtos mais utilizados são: formiato de sódio, cromo (III), tanantes vegetais e resinas (HOINACKI, 1989).

4. Tingimento

O tingimento é um processo que tem por finalidade dar cor ao couro, são utilizadas substâncias corantes, como anilinas em pó e líquidas (HOINACKI, 1989).

5. Engraxe

É um processo químico que influi acentuadamente nas características físicas do couro, tem por finalidade principal dar maciez ao couro. As fibras do couro ficam envolvidas pelo material de engraxe, que funciona com lubrificante, evitando a aglutinação das mesmas durante a secagem. São utilizados óleos apropriados para couros (HOINACKI, 1989).

6. Secagem /Condicionamento /Amaciamento

A secagem é uma operação mecânica que visa a eliminação do excesso de água que o couro apresenta após o último processo, enquanto que o condicionamento visa à reumidificação dos couros na qual o teor de umidade é elevada para 28 a 32%, o amaciamento é uma operação mecânica que tem a finalidade dar aos couros melhor flexibilidade e toque macio.

O estaqueamento consiste também em uma operação mecânica que tem por objetivo retirar parte da elasticidade do couro, ganhando área e obtendo um produto mais “armado” (HOINACKI, 1989).

7. Lixamento / Desempoamento

O Lixamento é uma operação mecânica onde são executadas as devidas correções da flor (superfície do couro onde se encontravam os pelos), visando a eliminar defeitos e é executada em máquina de lixar (Figura 2.9). Enquanto que o desempoamento consiste em uma operação mecânica que visa a eliminação do pó proveniente do lixamento (Figura 2.10). Nestas etapas, são gerados resíduos sólidos em forma de pó que podem ser resíduos que além do cromo (III), contém pigmentos oriundos dos tingimentos (CLAAS e MAIA, 1994).



Figura 2.9 - Máquina de lixar couro
Fonte: Direta, 2007.



Figura 2.10 - Máquina de desempear couros.
Fonte: Direta, 2007.

8. Impregnação

A impregnação é a aplicação de uma significativa quantidade de polímeros termoplásticos sobre a superfície do couro, de forma que penetre e preencha os espaços vazios entre a camada flor e a reticular, promovendo a união das mesmas. Pode ser aplicado manualmente ou em máquinas especiais para este fim (HOINACKI, 1989).

9. Acabamento Final

O acabamento é a operação que confere ao couro sua apresentação e aspectos definitivos. Poderá melhorar o brilho, o toque e certas características físico-mecânicas. Pelo acabamento são aplicadas ao couro camadas de misturas à base de ligantes e pigmentos. Em seguida os couros são prensados que é uma operação mecânica que visa a conferir ao couro características como lustro, brilho, gravação da flor e, ainda, garantir a adesão do acabamento (HOINACKI,1989).

2.3 RESÍDUOS GERADOS

Estudos sobre a toxicidade do cromo mostraram que a do cromo (III) é consideravelmente inferior que a do cromo (VI). Mas, praticamente todos os trabalhadores que manipulam compostos de cromo estão expostos tanto às formas hexa como às trivalentes. Essa exposição pode produzir irritações como hiperemia, vômitos, hemorragias e dependendo da dosagem, até a morte (FUJIKAWA, 2002).

De acordo com a classificação da NBR 10.004 – ABNT (2004), os resíduos de couro são considerados como Classe I (perigosos): apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, pois podem ser corrosivos, inflamáveis, reativos, tóxicos ou patológicos.

São nas etapas mecânicas de rebaixar, lixar e desempear couros que são gerados estes resíduos. Do ponto de vista de resíduos pode ser considerado um dos mais difíceis de dá uma destinação final e ambientalmente correta, devido ao grande volume gerado.

2.4 TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO DE COUROS MENOS AGRESSIVAS AO MEIO AMBIENTE

A preocupação com as questões ambientais no mundo teve início a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, na Suécia, e quando passou a fazer parte das políticas de desenvolvimento adotadas principalmente nos países desenvolvidos, (KOPEZINSKI, 2000).

Nesta Conferência, a Organização das Nações Unidas, declarou que “os recursos não renováveis da terra devem ser utilizados de forma a evitar o perigo do seu esgotamento futuro e a assegurar que toda a humanidade participe dos benefícios de tal uso” (ALMEIDA, 1999).

Segundo Claas e Maia (1994), a poluição causada pelos curtumes está relacionada diretamente a uma grande geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos, que podem provocar grande impacto ambiental quando lançados ao meio ambiente sem um tratamento prévio.

O aprimoramento tecnológico implica a busca e aperfeiçoamento de novas tecnologias, visando a um desenvolvimento industrial em harmonia com o meio ambiente.

Ao longo dos anos, as tecnologias tradicionais vêm acarretando altos índices de poluentes nos resíduos a serem tratados. As conseqüências são o alto custo e a complexidade no tratamento desses resíduos que, quando não tratados adequadamente, podem acarretar graves prejuízos ao meio ambiente. Para minimizar o impacto ambiental causado por esta indústria há vários estudos tanto para os resíduos líquidos como para os resíduos sólidos, porém, nota-se o grande interesse das linhas de pesquisa apenas ao tratamento de resíduos líquidos, enquanto que os resíduos sólidos estão em menor destaque.

Tecnologias alternativas é atualmente motivo de pesquisas que têm sido empreendidos no desenvolvimento de sistemas que diminuam ou controlem a poluição das águas e dos solos (COSTA, 2005). Dentre elas podemos citar: a reciclagem do banho residual de curtimento, que através desta técnica reduz consideravelmente a carga tóxica, representada por elevadas concentrações de cromo trivalente no efluente; tecnologia de separação por membrana de

ultrafiltração, através do contínuo aperfeiçoamento das membranas, vem sendo estudada como alternativa, para fins de uso na melhoria da qualidade do cromo (III) reciclado ou dos métodos de recuperação do mesmo (CLAAS E MAIA, 1994).

Vieira et al. (2001), aplicaram a tecnologia de separação por membrana cerâmica de ultrafiltração, no banho residual de curtimento para ser reutilizado no processo de curtimento, neste trabalho o permeado foi direcionado à estação de tratamento de efluentes do Centro de Tecnologia do Couro e do Calçado Albano Franco – SENAI/PB, local onde foi desenvolvido o estudo, onde a remoção final do cromo (III) foi feita pelo tratamento físico-químico tradicional (precipitado do cromo (III) sob a forma de hidróxido de cromo).

Os estudos realizados para os resíduos sólidos são incipientes, mas pode-se destacar: avaliação da incorporação de aparas de couros curtidas ao Cromo (III) em argila, onde foi avaliada a capacidade da argila utilizada na produção de tijolos; o estudo da incorporação da serragem de couro curtido ao Cromo (III) no microrrevestimento asfáltico e a incorporação do resíduo “Serragem Cromada” em materiais de construção.

3 METODOLOGIA

Parte deste trabalho foi realizado na Planta de Couros do Centro de Tecnologia do Couro e do Calçado Albano Franco – CTCC/SENAI – PB, onde foi acompanhado todo o processo de fabricação do couro e as análises químicas foram realizadas no Laboratório Físico-Químico do CTCC, onde foram recolhidas amostras de resíduos em forma de pó e aparas de couros curtidos ao cromo (III).

Desta forma, foram realizadas análises nestes resíduos seguindo as especificações das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT- NBR (11057-1999 e 11054-1999).

Posteriormente foi realizada a caracterização térmica destes resíduos visando prever o comportamento térmico e a degradação dos mesmos sob condições controladas.

3.1 Materiais

Os resíduos sólidos do beneficiamento de couro utilizados neste trabalho, foram aparas e pó originados da máquina de rebaixar couros, coletadas no CTCC/SENAI – PB. As amostras foram coletadas manualmente e acondicionadas em sacos plásticos para análise. A Tabela 3.1 apresenta a descrição das amostras analisadas.

Tabela 3.1 - Descrição das amostras analisadas

AMOSTRAS	DESCRIÇÃO
ABOVA	Apara Bovina
ACAPA	Apara Caprina
PBOVA	Pó Bovino
PCAPA	Pó Caprino

3.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

A análise química é composta por um grupo de técnicas (pH e Cifra Diferencial, Determinação do teor de óxido de cromo (III)), que determinam a composição química do couro, pois as propriedades físicas deste estão relacionadas com essa composição, sendo necessário estas análises para um melhor controle do processamento do couro (HOINACKI, 1989).

pH e Cifra Diferencial

O pH e a Cifra Diferencial são indicativos da presença de ácidos fortes ou fracos livres. O pH é a medida da atividade hidrogeniônica e a Cifra Diferencial é a diferença entre o pH do extrato aquoso (diluído dez vezes) e o pH do extrato original. Juntamente com o óxido de cromo (Cr_2O_3), o pH tem a ver com a fixação do cromo no curtimento e a resistência do produto acabado (HOINACKI, 1989).

A norma brasileira que estabelece o método para a determinação do pH de um extrato aquoso de couro é a NBR 11057, essa medida de pH só é possível em meio aquoso.

A Tabela 3.2 apresenta as especificações para a determinação do pH e a Cifra Diferencial, segundo a norma ABNT/NBR/13525 -1995.

Determinação do teor de óxido de cromo (III)

Esta técnica determina a quantidade de sais de cromo combinados com as fibras do couro. O teor de cromo (III) presente na amostra é expresso como óxido de cromo (Cr_2O_3) (HOINACKI, 1989).

A norma brasileira que estabelece o método de análise para a determinação do teor de óxido de cromo no couro é a NBR 11054.

Os valores para interpretação dos resultados, são de acordo com as especificações da Norma ABNT/NBR 13525 – 1995. O parâmetro para este tipo de análise é de no mínimo 3,5% (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Especificações da Norma ABNT/NBR 13525-1995

Ensaio Caracterização Química	Parâmetros p/ couros curtidos ao cromo (III) NBR 13525:1995
Teor de óxido de cromo (III)	Valor mínimo de 3,5 %
pH	Valor mínimo de 3,5
Cifra Diferencial	Valor até 0,7

3.3 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA

A análise térmica é composta por um grupo de técnicas nas quais as propriedades físicas e químicas de uma substância ou de um produto são medidas como uma função do tempo ou da temperatura, enquanto à mesma é submetida a um programa controlado de temperatura e atmosfera definida (WENDLANDT, 1986).

As técnicas de análise térmica utilizadas nesta pesquisa foram Termogravimetria (TG) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC).

As curvas termogravimétricas dinâmicas e calorimétricas foram obtidas em um sistema, marca TA Instruments, modelo SDT 2960 – Simultaneous TGA-DTA-DSC, com o objetivo de se medir simultaneamente a temperatura referente a perda de massa e o fluxo de calor de transição dos complexos. Esse experimento assegura idênticas condições experimentais de medida. As curvas TG e DSC foram obtidas em atmosfera de nitrogênio, com fluxo de $50\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$, numa faixa de temperatura entre a ambiente e 1000°C , com razão de aquecimento de $10^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$. As amostras pesaram em torno de $10,0\pm 0,7\text{mg}$.

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Combustíveis e Materiais da Universidade Federal da Paraíba.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

A Tabela 4.1 apresenta os resultados das análises químicas realizados nas amostras ACAPA e ABOVA. Por ser um produto resultante de diversos processos foram realizadas análises química comparando-o aos parâmetros de couro curtido ao cromo (III), segundo ABNT (NBR 13525,1995).

Tabela 4.1 - Resultados das análises químicas das apra do couro caprino (ACAPA) e apra do couro bovino (ABOVA).

Ensaio Caracterização Química	RESULTADOS		Parâmetros p/ couros curtidos ao cromo (III) NBR 13525:1995
	ACAPA	ABOVA	
Teor de óxido de cromo (III)	3,5	3,6	Valor mínimo de 3,5 %
pH	3,5	3,5	Valor mínimo de 3,5
Cifra Diferencial	0,3	0,6	Valor até 0,7

A caracterização química destes resíduos é de fundamental importância, pois através destas técnicas determinam-se o pH, a presença de ácido, a quantidade de cromo (III) que o couro absorve durante o processamento. Observado os resultados das amostras analisadas, tanto a ABOVA como a ACAPA, estão dentro da faixa de tolerância permitida pela norma em vigência.

As Normas Brasileiras que estabelecem o método de ensaio para a determinação destes valores nos resíduos apresentam parâmetros orientativos, que determinam a faixa em que devem situar-se, mas, em todo processamento do couro deve-se acompanhar cada etapa, para que as distribuições dos produtos químicos ocorram de maneira uniforme, não havendo prejuízo no produto final e gerando um resíduo com uma menor quantidade de cromo (III).

4.2 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA

4.2.1 TERMOGRAVIMETRIA/ DERIVADA (TG/DTG)

As Figuras 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 apresentam as curvas TG/DTG das amostras ACAPA, ABOVA, PCAPA e PBOVA. As análises foram realizadas em atmosfera dinâmica de nitrogênio, numa faixa de temperatura entre a ambiente e 1000° C, a razão de aquecimento foi de 10°C min⁻¹.

Podemos observar que as amostras ACAPA e PCAPA (Figura 4.1 e 4.3) apresentaram 5 (cinco) etapas de decomposição térmica, já as amostras ABOVA e PBOVA (Figura 4.2 e 4.4) apresentaram 4 (quatro) etapas de decomposição térmica.

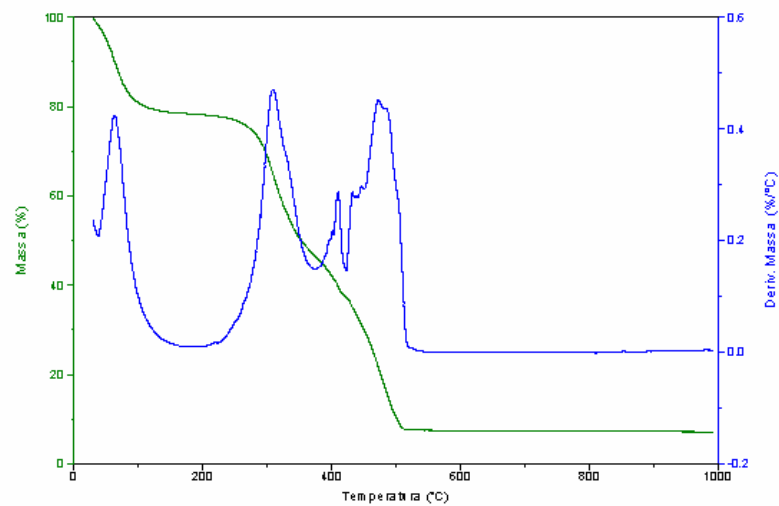


Figura 4.1 - Curva TG/DTG da amostra ACAPA, em atmosfera de N₂, com em razão de aquecimento de 10°C min⁻¹.

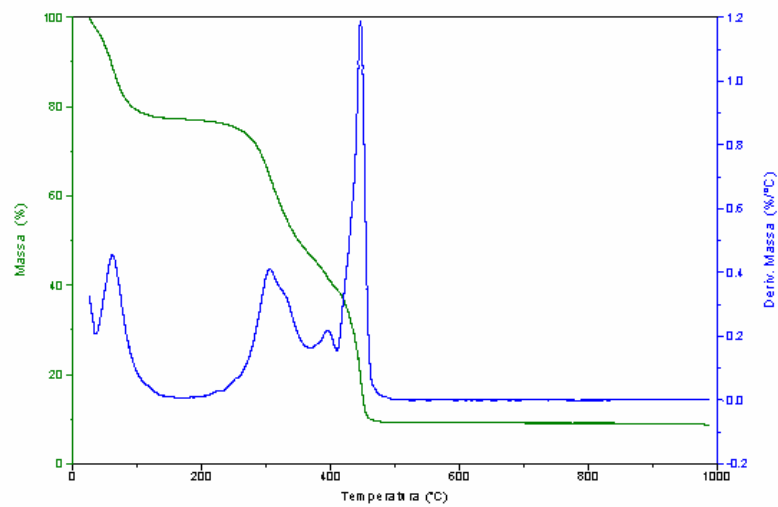


Figura 4.2 - Curva TG/DTG da amostra ABOVA, em atmosfera de N₂, com em razão de aquecimento de 10°C/min.

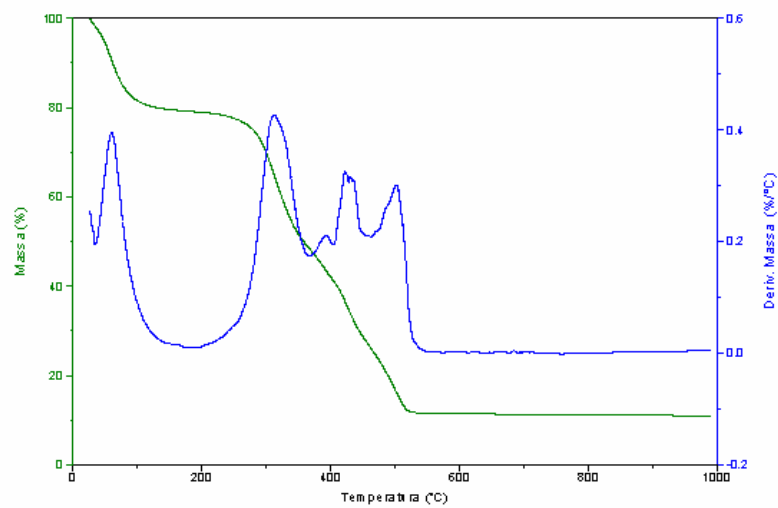


Figura 4.3 - Curva TG/DTG da amostra PCAPA, em atmosfera de N₂, com razão de aquecimento de 10°C min⁻¹.

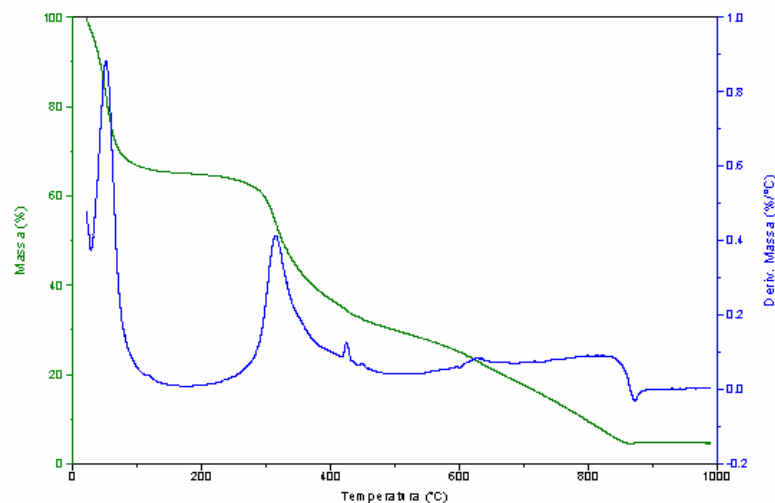


Figura 4.4 - Curva TG/DTG da amostra PBOVA, em atmosfera de N₂, com razão de aquecimento de 10°C min⁻¹.

Os dados referentes às perdas de massa, faixas de temperatura de perda e temperatura de pico, das amostras ACAPA, ABOVA, PCAPA e PBOVA encontram-se nas Tabelas 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5.

A primeira etapa de perda de massa de todas as amostras pode ser atribuída à perda de água. A amostra PBOVA apresentou 35% de perda entre 22 a 152°C; já a ABOVA apresentou 22,8% (25 a 169°C); para amostra PCAPA esta perda foi de 20,7%, entre de 26 a 171°C e por fim para amostra ACAPA esta se deu entre 29 e 171°C com 21% de perda de massa.

As maiores perdas de massa ocorreram na segunda etapa de decomposição para as amostras ACAPA (32%), PCAPA (31,8%) e PBOVA (30%), apenas na amostra ABOVA (31%).

Tabela 4.2 - Dados da decomposição térmica da ACAPA, à razão de aquecimento de 10⁰C mim⁻¹.

Amostra	Etapas	Temperatura de pico (°C)	Intervalo de Temperatura (°C)	Perda de Massa	
				mg	(%)
ACAPA	1	92	29 - 171	2,3	21,0
	2	279	171 - 373	3,4	32,0
	3	409	373 - 422	1,0	9,3
	4	427	422 - 443	0,6	5,3
	5	507	443 - 573	2,6	24,4

Tabela 4.3 - Dados da decomposição térmica da ABOVA, à razão de aquecimento de 10⁰C mim⁻¹.

Amostra	Etapas	Temperatura de pico (°C)	Intervalo de Temperatura (°C)	Perda de Massa	
				mg	(%)
ABOVA	1	88	25 - 169	2,9	22,8
	2	275	169 - 369	3,3	31,0
	3	402	369 - 410	0,8	7,6
	4	456	410 - 506	3,2	29,7

Tabela 4.4 - Dados da decomposição térmica da PCAPA, à razão de aquecimento de 10⁰C mim⁻¹.

Amostra	Etapas	Temperatura de pico (°C)	Intervalo de Temp.(°C)	Perda de Massa	
				mg	(%)
PCAPA	1	90	26 - 171	2,2	20,7
	2	282	171 - 368	3,3	31,1
	3	382	368 - 405	0,8	7,4
	4	439	405 - 477	1,6	15,3
	5	516	477 - 575	1,5	14,1

Tabela 4.5 - Dados da decomposição térmica da PBOVA, à razão de aquecimento de 10⁰C mim⁻¹.

Amostra	Etapas	Temperatura de pico (°C)	Intervalo de Temperatura (°C)	Perda de Massa	
				mg	(%)
PBOVA	1	52	22 - 152	1,9	35,0
	2	314	152 - 415	1,6	30,0
	3	424	415 - 522	0,4	6,4
	4	609	522 - 866	1,3	24,5

Tabela 4.6 - Comparação das perdas de massa total na razão de aquecimento à 10⁰C/ min.

AMOSTRA	PERDA DE MASSA TOTAL (%)
ABOVA	91,1
ACAPA	92,0
PBOVA	95,8
PCAPA	88,6

É importante observar que ao compararmos as perdas de massa total das amostras analisadas à razão de aquecimento de 10⁰C min⁻¹, pode-se perceber que para as amostras ABOVA e ACAPA, ocorreu uma perda de massa total de 91 e 92,0%, respectivamente, demonstrando ser um material que se decompõe mais lentamente, enquanto que para as amostras PBOVA e PCAPA, as perdas de massa total foram de 95,8 e 88,6%, observa-se que para a amostra PBOVA a perda de massa foi mais lenta que a PCAPA, provavelmente devido as características do próprio material é que ocorra essa diferença, a amostra PCAPA apresenta-se menos estável termicamente quando comparada as demais amostras (ABOVA, ACAPA e PBOVA). Essa perda de massa de todas as amostras analisadas inicialmente ocorreram devido a grande quantidade de água utilizada em todo o processo do couro, em seguida ocorreu a decomposição térmica do material, já que na transformação da pele para couro são utilizados uma grande quantidade de produtos químicos.

4.2.2 Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC)

As Figuras 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8, apresentam as curvas de DSC das amostras ACAPA, ABOVA, PCAPA e PBOVA em atmosfera dinâmica de N₂, numa faixa de temperatura entre a ambiente a 1000°C, sob razão de aquecimento de 10°C min⁻¹.

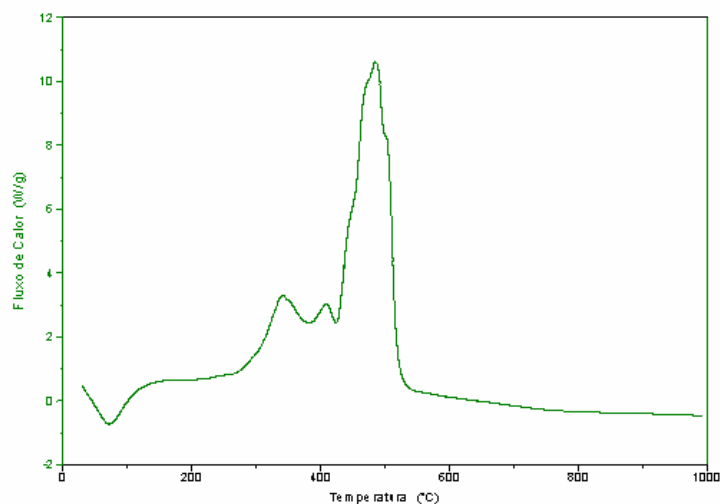


Figura 4.5 - Curva DSC da amostra ACAPA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio numa faixa de temperatura entre a ambiente e 1000°C.

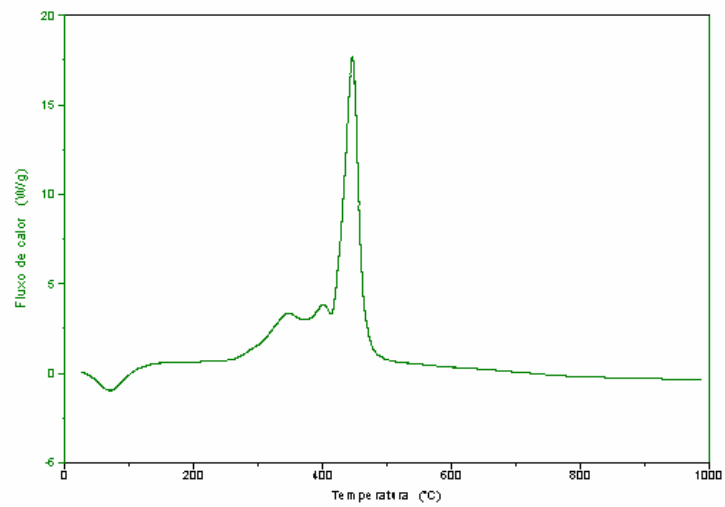


Figura 4.6 - Curva DSC da amostra ABOVA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio numa faixa de temperatura entre a ambiente e 1000°C.

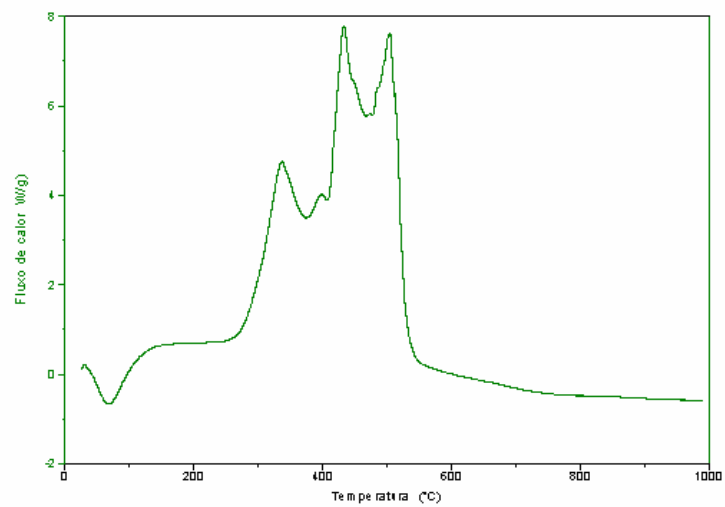


Figura 4.7 - Curva DSC da amostra PCAPA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio numa faixa de temperatura entre a ambiente e 1000°C.

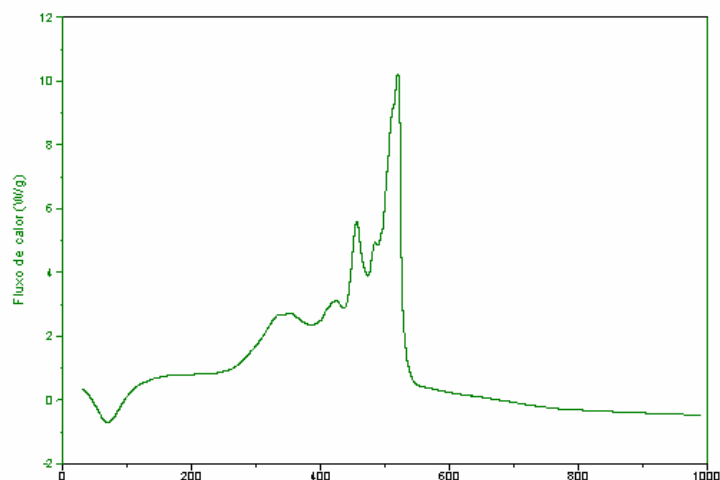


Figura 4.8 - Curva DSC da amostra PBOVA, em atmosfera dinâmica de nitrogênio numa faixa de temperatura entre a ambiente e 1000°C.

De acordo com a Figura 4.5 (para a amostra ACAPA), observa-se uma transição endotérmica com máximo em 72°C, característica de entalpia de desidratação, seguida por três transições exotérmicas, características de reações de decomposição térmica constituinte do material do qual é composto, nas temperaturas de 340°, 409° e 484°C.

Na Figura 4.6 (da amostra ABOVA) observa-se uma transição endotérmica com máximo em 71°C, característica de entalpia de desidratação, seguida pelas transições exotérmicas nas temperaturas de 343, 400 e 446°C, características de reações de decomposição.

De acordo com a Figura 4.7 (PCAPA), observa-se que há uma transição endotérmica com máximo em 69°C, devido à entalpia de desidratação, seguida pelas transições exotérmicas decorrentes da reação de decomposição térmica, com máximo nas temperaturas de 335, 395, 432 e 505°C.

Já para a amostra PBOVA (Figura 4.8) observa-se uma transição endotérmica referente à entalpia de desidratação, com máximo em 70°C,

seguida pelas transições exotérmicas nas temperaturas de 334, 419, 455, 483 e 520°C, características das reações de decomposição térmica.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na caracterização química e caracterização térmica das aparas e pó de couros curtidos ao cromo (III) ao longo deste estudo, nos permite chegar as seguintes conclusões:

Caracterização química

- Os teores de óxido de cromo (III), ACAPA (3,5%), ABOVA (3,6%), pH ACAPA (3,5), ABOVA (3,5) e Cifra Diferencial para as amostras ACAPA(0,3) e ABOVA (0,6) analisadas, estão dentro dos parâmetros especificados pela ABNT 13525 – 1995, tendo em vista que o controle desse parâmetro é de fundamental importância devido às operações posteriores que precisam de um couro que tenha as quantidades necessárias de produtos para que não danifique o produto final.

Caracterização térmica

Termogravimetria

Através da Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) e Termogravimetria (TG), verificou-se que em relação às aparas a amostra ACAPA apresentou 5 (cinco) etapas de decomposição térmica, com perdas de massa de (32, 24,4, 21,0, 9,3 e 5,3%). É um material que se decompõe lentamente, ABOVA com 4(quatro) etapas de perda de massa (31,0, 29,7, 22,8 e 7,6%). Para as amostras em forma de pó temos 5 (cinco) etapas de decomposição para PCAPA, com perdas de massa de (31,1, 20,7 15,3, 14,1 e 7,4%) e PBOVA apresenta 4 (quatro) etapas de decomposição com perdas de massa (35,0, 30,0, 24,5 e 6,4%).

Observa-se que ao compararmos as perdas de massa total das amostras analisadas à razão de aquecimento de $10^{\circ}\text{C min}^{-1}$, pode-se perceber

que para as amostras ABOVA e ACAPA, ocorreu uma perda de massa total de 91 e 92,0%, respectivamente, demonstrando ser um material que se decompõe mais lentamente, enquanto que para as amostras PBOVA e PCAPA, as perdas de massa total foram de 95,8 e 88,6%, para a amostra PBOVA a perda de massa foi mais lenta que PCAPA, provavelmente devido as características do próprio material é que ocorra essa diferença, a amostra PCAPA apresenta-se menos estável termicamente quando comparada as demais amostras (ABOVA, ACAPA e PBOVA). Previamente pode-se dizer que, estas perdas de massa pode ser atribuída à temperatura de decomposição dos materiais constituintes dessas amostras, pois são materiais que são submetidos a uma série de processos durante a sua transformação de pele para couro.

- Em relação à análise térmica foi observado que os resíduos em forma de aparas de couro perdem mais massa total em torno de (92%) do que aqueles em forma de pó, que se aproximam em (90%), demonstrando que a forma granulométrica influi quando o mesmo é submetido a uma determinada temperatura.
- Os resultados obtidos nesta primeira avaliação preliminar indicam a possibilidade de incorporar os resíduos de aparas e pó de couros originados do processamento de couros em outros tipos de materiais, conferindo a este resíduo uma alternativa viável de descarte.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento deste trabalho atendeu aos objetivos que foram propostos, mas em consequência do estudo realizado, são sugeridos os seguintes temas para trabalhos futuros:

- ✓ Realização de estudos da viabilidade econômica e ambientalmente correta de resíduos curtidos ao cromo (III), como reaproveitamento através da incorporação em outros materiais, além do cerâmico;
- ✓ Estudo cinético da decomposição térmica dos resíduos de couros trivalentes;
- ✓ Estudo de morfologia e análises de infravermelho e difração de raios-x.

REFERÊNCIAS

ADZET, J.M.A., BONET, J.B.R. Química, teneria de teneria. Barcelona: Romanyá Vall, 1985,696p.

ALMEIDA, Humberto M. de. Mineração e meio ambiente na Constituição Federal. São Paulo, 1999.

ANUSZ, L. A arte de curtir. Estância Velha. ABQTIC, 1995,100p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004^a) NBBR 10.007: resíduos sólidos – Classificação – Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 11057-1999 - Determinação do pH e Cifra Diferencial (couro).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 11054 -1999 - Determinação do Teor de Oxido de Cromo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 13525-1995 – Parâmetros para análise de couros curtidos ao cromo (III)

BRITO, A.L.F. Técnicas e tecnologia para fabricação do couro. 1^a edição. Campina Grande, UFPB/CCT/DEQ,1988,129P.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução Nº 357, 58 -59, 17 de Março de 2005.

COSTA, M.A.S.M. Remoção Eletroquímica do Cr III proveniente do processo de tanagem para reuso. Dissertação de mestrado pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, 2005, 69p.

CLAAS, I.C. MAIA, R.A.M., Manual Básico de Resíduos Industriais de Curtume, SENAI – Porto Alegre – RS. 644 p, 1994.

FUJIKAWA, E. S. Incorporação do resíduo “serragem cromada” em materiais de construção civil. Tese de Mestrado em Engenharia Industrial pela Faculdade de Engenharia da UNESP, campus de Bauru – SP, 2002, 93p.

HOINACKI, E. Peles e Couros: Origens, defeitos e industrialização. 2^a edição. Porto Alegre, 1989. 319p.

HOINACKI, E.; MOREIRA, M. V.; KIEFER, C.G. Manual Básico de Processamento do Couro, Porto Alegre, SENAI/RS, 1994. 402p.

JOST, P.T. Tratamento de Efluentes de Curtumes, Departamento de Assistência à Média e Pequena Indústria, Ed. da CNI, Rio de Janeiro, 1989.

KOPEZINSKI, Isaac. Mineração Meio Ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2000.

MDICE - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO. Fórum de Competitividade – Diálogo para o Desenvolvimento. <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sdp/proAcao/forCompetitividade/doClnstalacoes/sumarioexeccouro.pdf>, disponível em 25/11/2006.

MORAIS, C.R.S., Síntese, caracterização e estudo cinético da decomposição térmica de Complexos de íons lantanídeos (III) com dicetonas e ligantes mistos. Tese de Doutorado em Química Fundamental pela Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2002.

NUSSBAUM, D. F. O efeito dos sais de cromo (III) de basicidade diferente. Revista do Couro, Estância Velha, nº. 154, p.62-66, MAR/ABR. 2002.

PACHECO, José Wagner Faria, Curtumes, (Série) P+L. São Paulo, 2005. 76p.

ROPKE, Claudia R.V. y Mauch Palmeira, E.: "*Competitividade das exportações brasileiras de couro*" en Observatorio de la Economía Latino americana, Número 71, 2006. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/>

SELBACH, P. Descarte e biodegradação de lodos de curtume no solo. Revista do Couro. Novo Hamburgo. 1991. p. 51 -60.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICA. Couro e calçados. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt2781.pdf?PHPSESSID=2005b39a939ebdbf6b25725ff014bf33>
Acesso em: 09 abr. 2007.

SOUZA, A.L.; GOMES Souza, C.E; MIRANDA, I.C; DUTRA, F.J.C; ALMEIDA, V.C. *Avaliação da incorporação de aparas de couros curtido ao cromo em argila*. In: 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Junho de 2007. Anais, Salvador, 2007.

WENDLANDT, W.M., Thermal Analysis, John Wiley and Sons, N.Y.,(1986).

VIEIRA, M.F.A.; COSTA, M.A.S.M.; BRITO, A.L.F.; GOLDFARB, J.; CAMPOS, A.M.B.; SANTOS, D.L. e BASTOS, S.A., Curtimento ao Cromo com Separação por Membranas de Ultrafiltração, Revista do Couro, Ano XXV, Nº 147, Mar/Abr 2001, págs. 38-43.