



DIAS RUIVO
Curtumes e produtos industriais Lda

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO
Mestrado em Engenharia Química
RAMO OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA QUÍMICA



Couro pergaminho e couro transparente: Desenvolvimento de processo

Ana Catarina de Vasconcelos Mota Gomes

Julho de 2013

Orientador: Eng. Alfredo Crispim

AGRADECIMENTOS

Esta tese não seria possível sem a total disponibilidade de todos os funcionários da empresa Dias Ruivo. No entanto, o meu especial agradecimento vai para o Engenheiro Nuno Sousa que, em todos os passos, me aconselhou e apoiou. De igual forma devo de agradecer ao Engenheiro Manuel Dias que tornou esta tese possível.

De igual forma saliento o apoio quase diário do meu orientador, engenheiro Alfredo Crispim, que foi incansável.

Agradeço ao CTIC – Centro Tecnológico das Indústrias do Couro, a realização dos testes de estabilização da pele e também da avaliação da sua resistência físico-mecânica.

Gostaria também de agradecer a todos os professores que, ao longo destes cinco anos de intenso estudo, me transmitiram conhecimentos e ferramentas que permitiram abordar esta tese e serão muito úteis para o desenvolvimento da minha atividade no futuro.

Não posso esquecer de agradecer à minha família, em especial à minha mãe e ao meu pai que tornaram este ciclo de estudos possível apoiando-me ao nível financeiro e emocional. Juntamente com a minha irmã foram transmitindo sempre o otimismo necessário e aquela palavra de apoio na hora exata.

Ao Hugo, o meu namorado, que sempre achou que eu ia conseguir. Por me ouvir e por estar comigo mesmo quando eu não estava com ele.

E por fim, aos meus amigos que me apoiaram e, com curiosidade e interesse, questionaram sempre a evolução do trabalho no sentido de acompanharem a chegada ao pergaminho.

O meu sincero obrigada porque, sem todas estas pessoas, esta tese e a conclusão deste ciclo de estudos seria impossível.

Sumário

A indústria dos curtumes em Portugal é caracterizada por PME's de cariz familiar. Uma dessas empresas é a Dias Ruivo Lda. conhecida pelas suas peles de *design* inovador e pelo seu empreendedorismo.

O tema desta tese surge de uma ideia desta mesma empresa. A ideia, hoje em dia muito em moda, de regressar a produtos do passado teve a ver com o tema de desenvolvimento de couro para pergaminho. Durante o trabalho, por coincidência, um dos ensaios deu origem a alguma transparência do couro gerando assim uma outra ideia desenvolvida neste trabalho, o couro transparente.

O pergaminho foi utilizado durante bastantes séculos até à sua total substituição pelo papel. Neste trabalho desenvolveu-se um processo em que a sua preparação é semelhante ao tratamento de qualquer pele até à operação da descarna. Ou seja, a pele é depilada e descarnada. Após a descarna, a pele é submetida a uma engorda, num banho rico em cal, onde permanece durante alguns dias, no mínimo uma semana. Depois de lavada é purgada com uma enzima apropriada e lavada novamente. Seguidamente é pregada esticando até ao máximo de tensão possível. Depois de pregada, a pele é raspada pelo lado da carne, para eliminar alguns restos de matéria adiposa ou proteica que tenham ficado. É então submetida a um processo de secagem, no mínimo 2 dias, e lixada. Resulta assim uma pele com o aspeto desejado, o couro pergaminho.

Para o couro transparente os primeiros passos são semelhantes, até à etapa da engorda. Depois da engorda segue-se uma desengalagem forte, uma purga enzimática, um complemento da desengalagem e um tratamento com polifosfatos e glicerina para estabilizar e amaciar a pele. Resulta assim uma pele totalmente transparente.

Palavras-chave: pergaminho, transparência, depilação, descarna, desengalagem.

ABSTRACT

The tanning industry in Portugal is characterized by family-oriented SMEs. One of these companies is Dias Ruivo Lda known for producing leather with an innovative design as well as for its entrepreneurship.

The theme of this thesis is based on an idea of the leaders of this company, which is the fact that today it is very fashionable to return to the production processes used in the past. As a consequence, the issue of parchment preparation came up. Then during a trial some transparency coincidentally appeared in the skin, being that the other subject of this thesis.

Parchment was used for quite a few centuries until complete replacement by paper. Its preparation is similar to the treatment of any skin up to the step of defleshing. After the skin is defleshed it is swelled in a bath rich in lime where it remains for a few days, at least a week. After that, it is bated with an enzyme, washed, folded and stretched to the maximum. After being nailed, the flesh side of the skin is shaved to eliminate some parts that may remain. Then it dries for at least two days. After that it is sanded down thoroughly. As a result the desired appearance of the skin was achieved.

To obtain transparent leather, the first steps are similar up to the stage of the lime swelling. After that comes a strong deliming. Then the skin is bated and another deliming follows this step. Afterwards the skin is stabilized with polyphosphates and with glycerine. The result obtained is a completely transparent skin.

Keywords: parchment, transparency, depilation, defleshing, deliming.

ÍNDICE

1.Introdução	1
1.1. A indústria de curtumes	1
1.2. A Dias Ruivo	1
1.3. Objetivos e Organização da dissertação.....	3
2.Estado da arte	5
2.1. Estrutura da pele	5
2.1.1. Epiderme	6
2.1.2. Derme	6
2.1.3. Hipoderme.....	7
2.1.4. A pele de cabra	7
2.2.1.Fase da Ribeira	7
2.2.2.Fase do Curtume.....	8
2.3.3.1. Divisão e Rebaixamento.....	9
2.3 Curtume e impacto ambiental	11
2.4. Redução do impacto ambiental.....	12
2.5. Pergaminho	15
2.5.1.Processo	15
2.6. Couro Transparente	18
3. Trabalho experimental.....	19
3.1 Pergaminho	19
3.1.1 Primeiro ensaio.....	19
3.1.2 Segundo ensaio.....	21

3.1.3. Terceiro ensaio.....	21
3.2 Pele transparente	24
3.2.1. Ensaio no ISEP.....	24
3.2.2. Replicação do melhor resultado	29
3.3. Replicação dos melhores resultados	30
4. Resultados e discussão.....	32
4.1. Pergaminho	32
4.1.1. Primeiro ensaio.....	32
4.1.2. Segundo ensaio.....	36
4.1.3. Terceiro ensaio.....	37
4.1.3.2. Ensaio com agente de curtume	40
4.1.4. Quarto ensaio- Replicação dos melhores resultados.....	41
4.2. Pele transparente	43
4.2.1. Ensaio no ISEP.....	43
4.2.2 Replicação do melhor resultado	46
4.3. Replicação dos melhores ensaios	48
5. Conclusões e Sugestões para trabalhos futuros.....	51
Bibliografia	53
Anexo A: fichas dos produtos	i
Anexo A.1.: Busan 30 WB	i
Anexo A.2. Fluidol 4RF	ii
Anexo A.3. Corilene HLG	iii
Anexo A.4: Indical MST	iv

Anexo A.5: Indital MO/T	v
Anexo A.6: Basozym S20	v
Anexo A.7: Basozym 1000.....	vi
Anexo A.8: Feliderm MPP	vi
Anexo A.9: Granofin F-90	vii

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Exemplos de peles acabadas (Ruivo)	2
Figura 2.1: Representação da estrutura da pele (BASF).....	5
Figura 2.2: Pele em <i>wet-blue</i> (Bramerl nternational).....	9
Figura 2.3: diagrama do processo de curtume	11
Figura 2.5.: Raspagem de uma pele. (UP, 2008)	16
Figura 2.6: Exemplo de um pergaminho antigo.....	17
Figura 4.1: Pele salgada no momento de receção.	32
Figura 4.2: Pele molhada.....	33
Figura 4.3: Descarna manual de uma pele.	34
Figura 4.5: Pele a ser raspada.....	35
Figura 4.4: Pele pregada.	35
Figura 4.6: Resultado do primeiro ensaio.....	36
Figura 4.7: Resultado do segundo ensaio.....	37
Figura 4.8: Transparência da pele.	38
Figura 4.9: Resultado do ensaio com 0,5% de gordura.....	39
Figura 4.10: Resultado do ensaio com 1% de gordura.....	39
Figura 4.11: Pele estabilizada com um agente livre de Crómio.....	40
Figura 4.13: Resultado da replicação do ensaio com polifosfatos.....	42
Figura 4.14.: Pele piquelada pele método tradicional.....	43
Figura 4.15: Resultado do segundo ensaio.....	44
Figura 4.16: Resultado do terceiro ensaio,.....	45
Figura 4.17: Resultado do quarto ensaio.	46

Figura 4.18: Resultado da replicação do quarto ensaio.	47
Figura A.1: Características do Busan 30WB	i
Figura A.2: Características do Fluidol 4RF	ii
Figura A.3: Características Corilene HLG	iv
Figura A.4: Características do Granofin F-90	vii

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Processo de depilação de pele de cabra com destruição do pelo.	19
Tabela 3.2: Processo para a desencalagem e purga	21
Tabela 3.3: Estabilização com polifosfatos.	22
Tabela 3.4: Estabilização com um agente de curtume.	23
Tabela 3.5: Purga com uma enzima que tem actividade a um pH de 12.	23
Tabela 3.6: Desencalagem e purga.	24
Tabela 3.7: Primeiro ensaio.	25
Tabela 3.8: Segundo ensaio.	26
Tabela 3.9 : Terceiro ensaio.	26
Tabela 3.10: Quarto ensaio.	28
Tabela 3.11: replicação do quarto ensaio com algumas modificações.	29
Tabela 3.12: Depilação com destruição de pelo com ação enzimática.	30
Tabela A.1: Propriedades do Feliderm MPP	vi

1. INTRODUÇÃO

No âmbito do Mestrado em Engenharia Química - Otimização Energética na Indústria Química, foi proposto como tema para trabalho de tese o desenvolvimento de couro pergaminho na empresa Dias Ruivo Curtumes e Produtos Industriais e Lda.

O tema despertou interesse pelo facto de estar relacionado com uma indústria milenar que envolve um processo algo complexo e no qual se propõe a redescoberta, à luz da tecnologia atual, de um produto antigo, o pergaminho.

1.1. A INDÚSTRIA DE CURTUMES

A história da indústria de curtumes, onde quer que esta se encontre localizada, está e estará sempre ligada à história da humanidade. Desde sempre os homens, mesmo os primitivos, utilizavam as peles como agasalhos (CTIC & APIC, 2002).

Ao longo dos séculos esta atividade foi sofrendo inovações, beneficiando do espírito inventivo dos mais diversos povos e civilizações que sempre reconheceram as características únicas da pele para as mais diversas aplicações e a trabalharam para satisfazer as suas necessidades (CTIC & APIC, 2002).

Em Portugal a indústria é caracterizada por PMEs, pequenas e médias empresas, concentrando-se na região de Alcanena. Pelos dados de 2002 o principal destino é o sector nacional de calçado, cerca de 77% (CTIC & APIC, 2002).

1.2. A DIAS RUIVO

A qualidade e a aposta em novos produtos como forma de reconhecimento dos mercados internacionais é o lema da empresa Dias Ruivo, Curtumes e Produtos Industriais, Lda. Esta empresa sediada em Avintes, Vila Nova de Gaia, tem o seu registo mais antigo no ano de 1936. Aquando do início da atividade os fulões ainda eram movimentados à mão. No ano de 1945, a 2ª geração assumiu a gestão da empresa e deu início à industrialização e modernização da mesma. Salienta-se o facto de a empresa ter tido sempre um cunho muito familiar, conferindo-lhe uma cultura e raízes muito próprias.

A empresa produz artigos destinados ao calçado, marroquinaria e estofos de mobiliário. Tendo como objetivo o aumento da competitividade a empresa cria artigos inovadores e com *designs* criativos, como pode ser visto na figura seguinte.



FIGURA 1.1: EXEMPLOS DE PELES ACABADAS (RUIVO)

A empresa dedica-se essencialmente à fase de pós-curtume e acabamento das peles recebidas, já curtidas..

A Dias Ruivo tem vindo a explorar os mercados Europeus e Asiáticos apostando na participação em feiras entre as quais se destacam as feiras de Paris, Bolonha, Florença e Hong Kong.

No seguimento do empreendedorismo desta empresa surge o tema desta tese. A ideia é retroceder no tempo para a utilização de couro como material de escrita, o pergaminho.

Esta ideia corresponde a uma oportunidade de negócio uma vez que poucas ou nenhuma empresa a nível mundial o fazem. Sendo essa uma nova aposta de oferta da empresa Dias Ruivo.

O pergaminho foi usado a partir do século II a.C. até cerca do século XVII d.C. sendo por essa época substituído pelo papel (Jehan, Giles, & Yseult, 2003).

1.3. OBJETIVOS E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Os grandes objetivos desta tese/dissertação foram em primeiro lugar a pesquisa do pergaminho, suas raízes, utilização e processo de fabrico, e em segundo lugar o desenvolvimento do processo de fabrico à luz da tecnologia atual. Entretanto, no decorrer do trabalho, como consequência dos desenvolvimentos em curso, surgiu a ideia de desenvolver um couro transparente.

A dissertação está organizada em cinco capítulos.

No capítulo 1, Introdução, apresenta-se o tema, refere-se brevemente a indústria de curtumes, apresenta-se a empresa e os objetivos do trabalho.

No capítulo 2, Estado da Arte, descreve-se o processo de fabrico da indústria de curtumes e seu impacto ambiental, e apresenta-se a pesquisa efetuada sobre o pergaminho e couro transparente.

No capítulo 3, Trabalho Experimental, apresenta-se o trabalho experimental realizado com a descrição dos diferentes ensaios efetuados.

No capítulo 4, Resultados e Discussão, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com incidência nos pressupostos base que levaram às diferentes alterações efetuadas de ensaios para ensaio.

O capítulo 5 refere-se às considerações finais face aos resultados obtidos, bem como sugere propostas para trabalhos futuros.

2. ESTADO DA ARTE

O processo de curtume utilizado atualmente pode-se dividir em três fases: ribeira, curtume, pós-curtume e acabamento. Uma vez que em Portugal o tipo de pele mais curtida é a de bovino, é esse processo que vai ser explicado mais à frente. Uma adequada compreensão da estrutura da pele é extremamente importante para o tema desenvolvido nesta tese.

2.1. ESTRUTURA DA PELE

A pele de um animal é dividida em três partes: a epiderme, camada exterior, a derme, camada intermédia e a hipoderme, camada interior. Cada uma delas tem uma função e constituição química própria. Na figura seguinte pode-se observar uma representação da estrutura da pele.

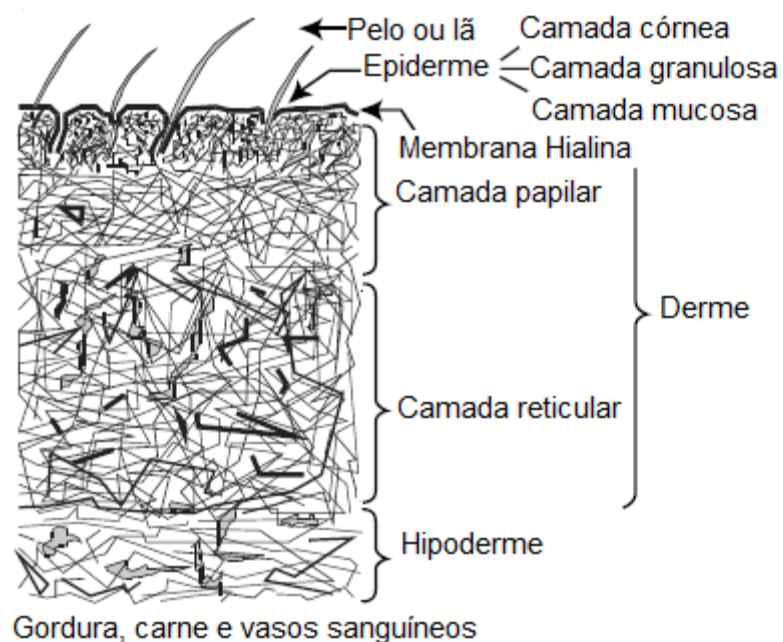


FIGURA 2.1: REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA PELE (BASf)

2.1.1. EPIDERME

A epiderme representa cerca de 1% da espessura da pele em bruto. É uma camada fina e estratificada. É nesta camada que estão os pelos (Adzet, 1985). É formada por células de queratina. Estas células são sensíveis a ataques bacteriológicos ou enzimáticos. Isto ocorre na depilação com intervenção de enzimas. Estas células também desintegram facilmente com reagentes alcalinos como a cal e principalmente o sulfureto, estes dois utilizados na depilação (Sherphouse, 1983).

2.1.2. DERME

A derme representa cerca de 85% da espessura da pele em bruto. Está separada da epiderme pela membrana hialina. Esta membrana é ondulada, transparente e ponteadada pelos orifícios dos folículos dos pelos. É a esta membrana que se dá o nome de flor no couro acabado (Adzet, 1985). É a camada de maior interesse para o curtume (BASF), uma vez que após a eliminação da epiderme e da hipoderme, é a parte que resta para curtir. Consiste numa rede de fibras de colagénio muito entrelaçada e unida e é a parte mais forte da pele (Sherphouse, 1983). Divide-se em duas camadas: a reticular e a papilar.

2.1.2.1 CAMADA PAPILAR

A camada papilar é a camada superior da derme que se estende desde a membrana hialina até à base dos folículos dos pelos. Apesar desta camada ser muito forte no local de contacto com os pelos tem uma resistência muito débil. Esta camada é a que condiciona o aspeto do couro acabado (Adzet, 1985).

2.1.2.2. CAMADA RETICULAR

A camada reticular estende-se desde a base dos folículos até à hipoderme. Tem o seu nome por causa do seu aspeto tipo rede, sendo formada por fibras grossas e fortes que se cruzam e fazem um ângulo de aproximadamente 45° em relação à superfície da pele. À medida que envelhecem estas fibras tendem a ter uma orientação que as torna quase paralelas à superfície da pele.

2.1.3. HIPODERME

A hipoderme é um conjunto de tecido adiposo que está imediatamente antes da carne. As fibras estão entrelaçadas com um ângulo mais horizontal. Esta camada é a responsável pelo isolamento térmico e pela proteção contra choques externos, e funciona também como reservatório energético (Souza, 2010). Representa cerca de 15% da espessura da pele em bruto e é removida na fase da ribeira com a operação mecânica da descarna (BASF).

No entanto, tudo isto depende de animal para animal. Por exemplo a ovelha tem cerca de 25% do seu peso em gordura. Até no mesmo tipo de animal isto pode variar (Sherphouse, 1983).

2.1.4. A PELE DE CABRA

No caso da pele de cabra, utilizada neste trabalho, assemelha-se, quando fresca, tanto à pele de bovino como à de ovino. Este tipo de pele tem como especial característica o facto de a epiderme ser muito fina. A camada papilar representa mais de metade da derme. Tal como na pele de bovino, o pelo cresce reto. Na pele de ovino os feixes das fibras são do mesmo tamanho e têm o mesmo ângulo, mas são muito mais compactos. Por esta razão, e juntando o facto da camada reticular ter uma estrutura muito compacta e que é atravessada por muitas fibras elásticas, esta pele é muito dura e resistente ao uso (Adzet, 1985).

2.2. PREPARAÇÃO DO COURO

2.2.1. FASE DA RIBEIRA

A fase da ribeira é onde a pele é submetida a uma série de processos físico-químicos e operações mecânicas com o objetivo de a preparar para o curtume. Os principais processos são o molho, o caleiro, a descarna mecânica, a desencalagem e a purga ou confitagem.

2.2.1.1 MOLHO

O propósito do molho é hidratar a pele e remover a sujidade, as proteínas solúveis e os agentes de cura. (BASF)

2.2.1.2. CALEIRO

No caleiro procede-se à remoção do pelo, lâ e epiderme (BASF), ou seja, à depilação da pele. Outros efeitos obtidos são a flexibilização da textura das fibras de colagénio e a saponificação parcial da gordura natural (BASF).

2.2.1.3. DESCARNA

Na descarna são retirados os tecidos adiposos da pele e o material subcutâneo remanescente. O resíduo resultante é sólido e designado por raspa em tripa. (INETI, 2000). Atualmente é feita com auxílio de maquinaria específica.

2.2.1.4. DESENCALAGEM

A desencalagem destina-se à remoção da cal depositada mecanicamente e ligada quimicamente por conversão em sais facilmente solúveis (BASF). Nesta fase, a pele deve ser neutralizada até um pH por volta dos 8,0 sendo este valor necessário para o processo seguinte, a purga.

2.2.1.5. PURGA OU CONFITAGEM

A purga ou confitagem é realizada no mesmo banho que a desencalagem e o propósito é conferir macieza à pele, sendo que se usa enzimas e agentes amaciadores para obter este efeito (INETI, 2000). A pele, a partir deste momento, é designada pele em tripa.

2.2.2.FASE DO CURTUME

É nesta fase que se dá o curtume propriamente dito (INETI, 2000) em que as peles são tratadas de modo a ficarem termicamente estáveis e resistentes à putrefação. Nesta fase dão-se os seguintes processos: piquelagem, curtume e escorrimento.

2.2.2.1.PIQUELAGEM

A piquelagem tem como objetivo a acidificação das peles para um certo pH antes do curtume propriamente dito. Também se utiliza para preservação da pele(BASF).

2.2.2.2. CURTUME

O curtume é o processo principal desta fase. Existem três tipos principais de curtume: vegetal, mineral e sintético. O tipo de curtume mais utilizado é o mineral com a utilização de sais de crómio, caso em que as peles são designadas por *wet-blue*. O objetivo é estabilizar a pele impedindo a sua putrefação (BASF). Este tratamento confere à pele as propriedades adequadas para a sua posterior utilização (INETI, 2000).

2.2.2.3. ESCORRIMENTO

Nesta operação, como o nome indica, a água é escorrida da pele por ação mecânica.

A figura seguinte é uma imagem típica de uma pele curtida com crómio, ou seja pele em *wet-blue*.



FIGURA 2.2: PELE EM WET-BLUE (BRAMER INTERNATIONAL).

2.2.3. FASE DE PÓS-CURTUME E ACABAMENTO

Esta fase do processo tem como objetivo conferir propriedades finais ao couro como cor, macieza, textura, etc. E consiste nos seguintes processos e operações: divisão e rebaixamento, tinturaria, alisamento e secagem, operações mecânicas finais e acabamento.

2.3.3.1. DIVISÃO E REBAIXAMENTO

Esta fase tem como objetivo conferir à pele a espessura adequada. Na divisão é retirada a camada interior da pele. No rebaixamento faz-se o acerto final da espessura da pele.

2.3.3.2. TINTURARIA

Na tinturaria incluem-se o recurtume, o tingimento e o desengorduramento. Esta fase ocorre em meio húmido. Agentes como sais minerais, extratos vegetais, resinas, entre outros, são usados para o recurtume em que se processa o complemento do curtume; corantes são usados para o tingimento das peles e, por último, a gordura é usada para engordurar a pele.

2.3.3.3. ALISAMENTO E SECAGEM

Nesta etapa as peles são alisadas para eliminar as rugas e são secas em secadores de vácuo para eliminar a humidade. Após estes tratamentos a pele é designada por pele em *crust*.

2.3.3.4. OPERAÇÕES MECÂNICAS FINAIS

Nas operações mecânicas finais estão incluídos os seguintes tratamentos: Amaciamento, Aparação, Lixagem e Prensagem. Esta série de tratamentos, tal como o próprio nome indica, é de natureza mecânica e tem como objetivo conferir propriedades finais ao couro, eliminando ou minimizando defeitos associados.

2.3.3.5. ACABAMENTO

No acabamento utilizam-se agentes de superfícies usuais, como por exemplo, tintas à base de resinas, óleos e ceras. Esta operação tem como objetivo conferir características finais ao produto em termos de aparência, como a cor superficial, a macieza, o brilho ou lustro, textura, entre outros. Após esta etapa obtém-se o couro acabado.

2.3.3.6. CLASSIFICAÇÃO E MEDIÇÃO

Na classificação e medição as peles são classificadas e medidas para posteriormente serem comercializadas.

Na figura seguinte encontram-se o diagrama do processo de curtume.

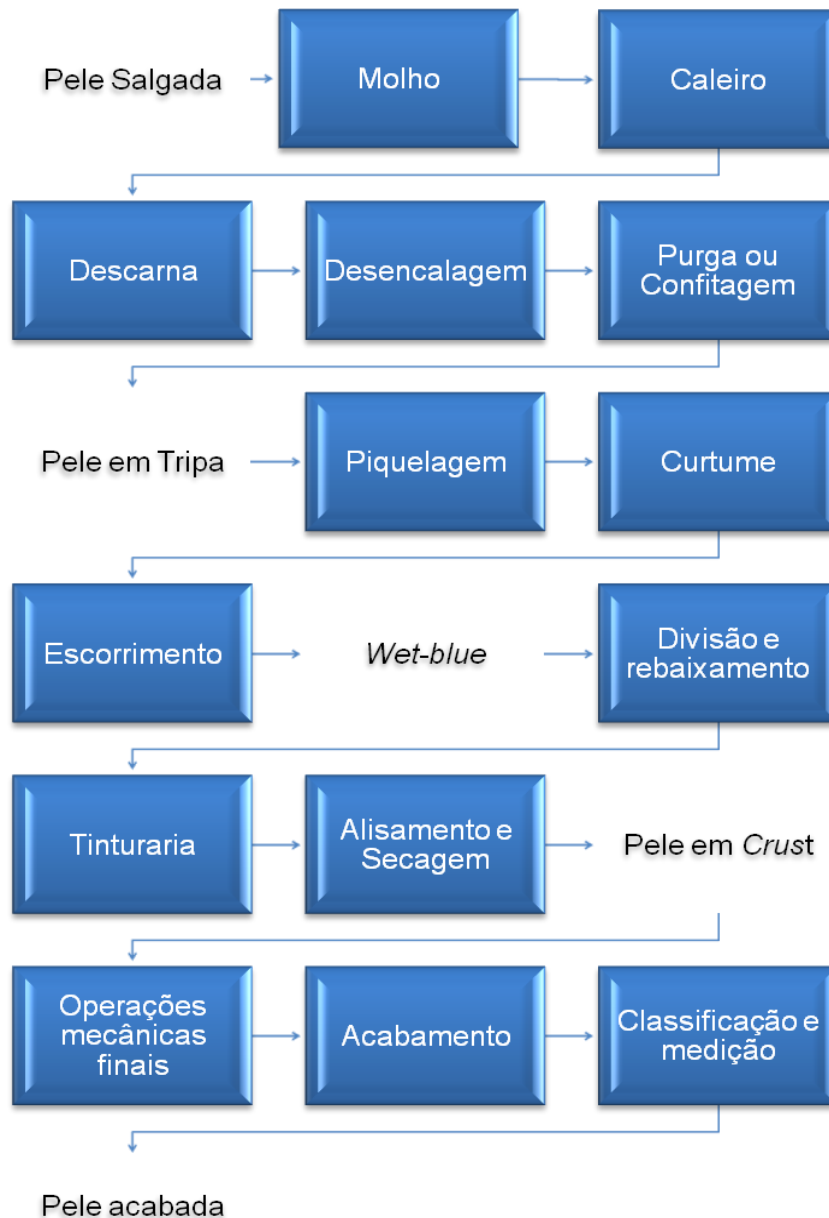


FIGURA 2.3: DIAGRAMA DO PROCESSO DE CURTUME

2.3 CURTUME E IMPACTO AMBIENTAL

Um dos principais problemas da indústria dos curtumes é o seu impacto ambiental. O processamento de uma tonelada de pele salgada produz em média 200 a 250 kg de pele acabada e cerca de 600kg de resíduos sólidos (Ganem, 2007).

Por outro lado, tem um elevado consumo de água, que se situa entre os 24-48 m³ por tonelada de pele salgada (INETI, 2000). Estas águas, depois de utilizadas no processo, passam a águas residuais que têm que ser tratadas numa ETAR. Ainda

existem os resíduos gasosos provenientes, por exemplo, dos vapores dos solventes. Assim podemos classificar os resíduos desta indústria da seguinte forma (INETI, 2000):

- Resíduos sólidos sem crómio;
- Resíduos sólidos com crómio;
- Lamas;
- Resíduos líquidos de desengorduramento com solventes;
- Licores de curtume esgotados;
- Resíduos de acabamentos.

De igual forma, por tonelada de pele salgada consome-se energia na ordem de 2600 a 11700 kWh dependendo do tipo de empresa e de medidas que já tenham sido implementadas na área de redução de resíduos, entre outros fatores (Ogata, Oliveira, & Araújo).

Na figura seguinte encontra-se o resumo dos *inputs* e *outputs* do processo de curtume.

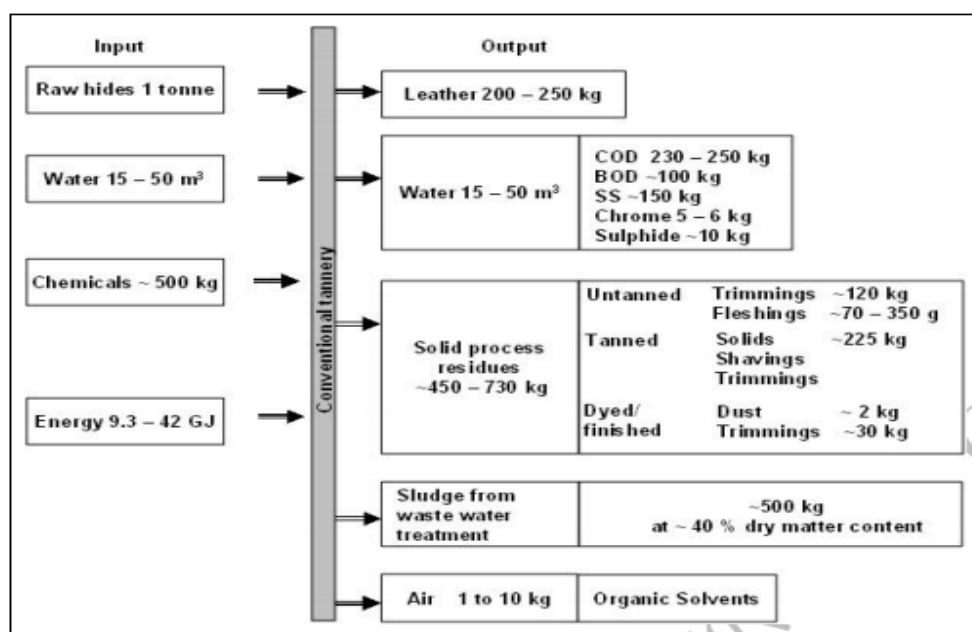


Figura 2.4 : Inputs e Outputs do processo de Curtume (Comissão Europeia, 2011)

2.4. REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

Para minimizar o impacto ambiental da indústria de curtumes é importante tentar cumprir as MTDs (Melhores Técnicas Disponíveis). Estas técnicas podem não só

melhorar o impacto ambiental, mas também melhorar a produtividade e a competitividade das empresas de curtumes e resumem-se nos seguintes pontos (Comissão Europeia, 2011):

1. Implementar e aderir ao EMS (Environmental Management System);
2. Minimizar o consumo de água;
3. Reduzir a carga poluente nas águas residuais antes do tratamento dos efluentes;
4. Evitar a emissão de pesticidas para as águas residuais processando somente couros ou peles que não tenham sido tratados com estes materiais;
5. Minimizar o impacto ambiental das emissões de biocidas tradicionais escolhendo antes biocidas com o menor impacto ambiental e toxicológico;
6. Reduzir o teor de crómio nas descargas de águas residuais;
7. Reduzir as emissões para a água através do tratamento nas águas residuais compreendendo uma combinação adequada entre tratamento mecânico, físico-químico e biológico;
8. Reduzir a concentração de sólidos nas águas residuais usando pós-purificação por sedimentação;
9. Reduzir a geração de odores de amoníaco a partir de processamento através da substituição parcial ou completa dos sais de amónia na desengalagem;
10. Reduzir a emissão de odores nas etapas do processo e tratamento de efluentes através da redução de amónia e sulfureto de hidrogénio pela lavagem e/ou bio filtração do ar extraído;
11. Impedir a produção de odores da decomposição de couros ou peles usando a cura e armazenamento concebido para evitar a decomposição e para proceder a rigorosos controlos de *stock*;
12. Reduzir a emissão de cheiros dos resíduos, utilizando procedimentos de manuseamento e armazenamento destinados a reduzir a decomposição de resíduos;
13. Reduzir a emissão de odores de efluentes na fase da ribeira controlando o pH seguido de tratamentos para remover o conteúdo de sulfureto;
14. Reduzir a emissão para o ar de compostos orgânicos voláteis halogenados substituindo estes compostos por compostos com substâncias que não sejam halogenadas;
15. Reduzir a emissão para o ar de compostos orgânicos voláteis (COV) provenientes da fase do acabamento;

16. Reduzir as emissões de partículas para o ar da fase do acabamento seco utilizando um sistema de ventilação e de extração equipada com filtros de saco ou lavadores húmidos;
17. Efetuar o controlo de emissões e/ou outros parâmetros relevantes do processo, numa base regular;
18. Limitar as quantidades de resíduos enviados para eliminação por maximização da proporção de resíduos dos processos;
19. Limitar as quantidades de resíduos enviados para eliminação por tratamento de resíduos, reutilizando ou reciclando;
20. Reduzir o consumo de produtos químicos e reduzir a quantidade de resíduos de couro contendo crómio;
21. Reduzir a quantidade de crómio em resíduos enviados para eliminação;
22. Reduzir a concentração de sólidos nas águas residuais e o teor de água nas lamas usando desidratação de lamas;
23. Reduzir a energia consumida na secagem;
24. Para processos húmidos utilizar flutuadores curtos.

2.5. PERGAMINHO

O pergaminho é um material de escrita resultante do tratamento da pele de certos animais, como o carneiro, a cabra e a vitela. O aparecimento deste material está relacionado com a necessidade de encontrar um suporte de escrita que apresentasse a capacidade de reter e perpetuar documentos de elevado valor histórico (UP, 2008).

No século II a.C., uma biblioteca foi construída em Pérgamo, na Ásia Menor, daí o nome pergaminho (Jehan, Giles, & Yseult, 2003), sendo aí que se instalou a primeira biblioteca com documentos em pergaminho a substituir o papiro.

A sua preparação é bastante semelhante à do couro até estar descarnado. As operações que transformam uma pele animal num suporte de escrita podem ser sumariamente divididas em: depilação e descarna, diminuição de espessura e polimento (UP, 2008). A grande diferença é que a pele não tem a necessidade de ser curtida. O processo acaba com a pele em tripa.

2.5.1. PROCESSO

Segundo dizem, os primeiros documentos sobre o processo de fabricação do pergaminho datam do primeiro século a.C.

Após a morte do animal, a pele era arrancada e lavada em água corrente muito fria, para retirar as maiores sujidades e o sangue. Seguia-se-lhe então uma segunda fase, a depilação, na qual a pele era submetida a um processo de maceração em água e cal durante vários dias. Esta operação era realizada em fossas onde se colocavam 20 a 30 peles de cada vez, as quais eram remexidas diariamente. A cal adicionada neste processo saponificava as gorduras, permitindo a sua dissolução na água que, posteriormente, carbonatava e branqueava o pergaminho, conferindo-lhe um pH ideal e protetor (UP, 2008).

Terminada esta fase, as peles eram novamente passadas por água e, por fim, esticadas em caixilhos de madeira, circulares ou retangulares. A tensão aplicada deveria ser distribuída homoganeamente, esticando a pele, sem a rasgar. Assim esticada, a pele era desbastada com um cutelo côncavo que era utilizado para raspar as impurezas da pele pelo lado dos pelos e polida com pedra-pomes e um pouco de água pelo verso. Na figura seguinte pode-se observar este processo (UP, 2008).



FIGURA 2.5.: RASPAGEM DE UMA PELE. (UP, 2008)

Depois de convenientemente raspada e polida, a pele, ainda húmida, era lentamente esticada, até se obter a espessura de folha desejada. Nesta fase de tensão-desidratação, ocorria uma completa reorganização da estrutura fibrosa da derme, orientando-se as fibras de colagénio numa estrutura laminar fixa. De uma pele mole produzia-se então uma estrutura com a resistência e elasticidade necessárias para formar uma folha (UP, 2008). Quando o pergaminho se destinava ao fabrico de livros, ambos os lados seriam utilizados para escrever, pelo que era costume polir o reverso do pergaminho com a ajuda de carbonato de cálcio em pó. Deste modo, os poros que antes continham a raiz dos pelos do animal eram preenchidos tornando-se a sua superfície mais homogénea e impermeável, permitindo uma boa fixação da tinta. Para dar um aspeto mais brilhante pode-se incluir um polimento final com clara de ovo e óleo de linhaça (UP, 2008).

Na figura seguinte pode-se ver um pergaminho acabado.



FIGURA 2.6: EXEMPLO DE UM PERGAMINHO ANTIGO

2.6. COURO TRANSPARENTE

A tecnologia associada ao couro transparente é desconhecida. Por isso, tudo que foi feito para esta tese está associado ao conhecimento empírico e ao método da tentativa erro.

Associou-se que uma desengalagem forte podia eliminar toda a cal presente na pele. Dessa forma a pele deixava de estar preenchida e poderia aparecer alguma transparência. Este foi o ponto de partida para o trabalho a realizar relativo a este tema.

3. TRABALHO EXPERIMENTAL

Neste capítulo vai ser explicado o procedimento experimental relativo ao trabalho desenvolvido na preparação da pele de pergaminho e na preparação da pele transparente.

3.1 PERGAMINHO

3.1.1 PRIMEIRO ENSAIO

A pele selecionada para a preparação do pergaminho foi a de caprino, uma vez que a literatura sugeria que seria uma das mais utilizadas no passado.

Tendo em conta que a preparação do pergaminho é muito semelhante à preparação de qualquer outra pele até à etapa da desencalagem, começou-se por preparar a pele até essa fase por um processo padrão de depilação da pele com destruição do pelo, com a única diferença de fazer um tratamento químico, “engorda”, posterior ao caleiro com hidróxido de cálcio.

A Tabela 3.1. descreve o processo utilizado com a descrição das operações, produtos, respetivas percentagens utilizadas (calculadas sobre a massa da pele em bruto), tempo, temperatura e velocidade.

TABELA 3.1: PROCESSO DE DEPILAÇÃO DE PELE DE CABRA COM DESTRUÇÃO DO PELO.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)
Molho	500	Água	23		
Rodar				15	4
Despejar banho					
Remolho	500	Água			
	0,5	Carbonato de Sódio			
	0,25	Fluidol 4RF			
	0,1	Busan 30WB			
Rodar			23	15	4
Parar			23	45	
Rodar até fazer 24 horas de molho (10' cada 2 horas)					4

Despejar o banho			
Caleiro	500	Água	
	2,5	Indical MST	
	4	Sulfureto de Sódio	
	4	Hidróxido de Cálcio	
Rodar		28	30 4
Parar		28	30
	4	Sulfureto de Sódio	
	4	Hidróxido de Cálcio	
Rodar		28	30 4
Parar		28	30
	2	Sulfureto de Sódio	
	8	Hidróxido de Cálcio	
Rodar		28	30 4
Parar		28	30
Rodar até fazer 24 horas de caleiro (10' cada 2 horas)			4
Despejar o banho			
Lavagem	500	Água	23
Rodar			10 4
Retirar a pele e avaliar a depilação			
Engorda	500	Água	
	15	Hidróxido de Cálcio	
Rodar 10'			
cada 4			
horas			8 dias
Lavagem	500	Água	23
Rodar			10 24

A primeira operação é o molho onde a pele salgada vai ser, como o próprio nome indica, molhada. Esta operação é rápida e tem apenas como principal objetivo eliminar alguma sujidade.

O remolho é a continuação do molho e o objetivo principal é rehidratar a pele, além de continuar a eliminar sujidade.

A operação seguinte é o caleiro, que tem como função a eliminação e destruição do pelo, além de promover um relaxamento da estrutura fibrilar.

Segue-se uma operação mecânica, a descarna. A descarna foi realizada manualmente, uma vez que não existia maquinaria apropriada.

Este processo foi comum a todas as peles. Todas elas sofreram também uma engorda. Começou-se por fazer uma engorda de dois dias e não a que está apresentada na tabela anterior. Após a engorda a pele foi lavada e então pregada. Depois de pregada, a pele foi raspada com um cutelo côncavo e deixada a secar.

3.1.2 SEGUNDO ENSAIO

O segundo ensaio foi realizado com a pele do ensaio anterior. Esta voltou a ser molhada e de seguida colocada num banho estático com excesso de cal durante 15 dias. O banho era apenas agitado duas vezes por dia. Depois repetiu-se o procedimento de lavar, pregar, raspar e deixar a secar.

3.1.3. TERCEIRO ENSAIO

Tentou-se então, e devido aos resultados obtidos no primeiro ensaio, melhorar a estabilização da pele. Foram depiladas três peles com base no processo descrito na tabela anterior, seguido de um processo de desencalagem e purga. Na tabela seguinte, está descrito o processo para a desencalagem e purga.

TABELA 3.2: PROCESSO PARA A DESENCALAGEM E PURGA

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)
Desencalagem	50	Água	35	60	4

	3	Sulfato de Amónio			
	0,5	Bissulfito de Sódio			
	0,2	Ácido Fórmico			
Avaliar o pH que deve ser +/- 8 e o corte tem de estar incolor a fenolftaleína Caso não, adicionar mais 0,1 %acido fórmico e 2% de Sulfato de Amónio					
Despejar banho					
Purga	100	Água	35	60	4
	0,5	Enzima			
Despejar banho e lavar bem com água fria					

Após estas operações tentou-se promover a estabilização da pele. Para isso, seguiu-se dois caminhos distintos: um com um tratamento à base de polifosfatos e um outro com um agente de curtume *wet-white*.

3.1.3.1. ENSAIO COM POLIFOSFATOS

Na tabela seguinte está o procedimento para a utilização dos polifosfatos.

TABELA 3.3:ESTABILIZAÇÃO COM POLIFOSFATOS.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)
Estabilização	100	Água	35	120	4
	3	Feliderm MPP			
	1	Formiato de sódio			
	0,5/1	Corilene HLG			
Medir pH					
Lavar e Despejar o banho					

O Feliderm MPP é um polifosfato. O Corilene HLG é uma gordura e usa-se entre 0,5 e 1% e tem a função de amaciar a pele. Uma vez que se tratou duas peles com polifosfatos, numa das peles utilizou-se 0,5% e noutra 1%.

3.1.3.2. ENSAIO COM AGENTE DE CURTUME

Na tabela seguinte está presente o procedimento para a utilização de um agente de curtume *wet-white*.

TABELA 3.4: ESTABILIZAÇÃO COM UM AGENTE DE CURTUME.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)
Estabilização	100	Água	40	120	4
	8	Granofin F90			
	1	Formiato de sódio			
	1	Corilene HLG			
Medir pH 5min após					
Rodar 10 min a cada 4 horas deixando toda a noite					
No dia seguinte rodar 2h a 40°C					
Medir pH					
Lavar bem e despejar o banho					

O Granofin F90 é um agente de curtume isento de cromo que não necessita de piquelagem prévia. O pH final deve estar perto de 5.

Após estes tratamentos, as peles foram pregadas, raspadas no lado da carne, o carnaz, e deixadas a secar. Depois de secas foram lixadas também no lado do carnaz.

3.1.4. Quarto ensaio - Replicação dos melhores resultados.

O quarto ensaio consistiu na replicação dos melhores resultados: a pele tratada com cal e a estabilizada com polifosfatos.

Os passos até à engorda foram os mesmos, sendo a engorda de 8 dias e com utilização de uma maior quantidade de cal, 15%.

Após a engorda lavar bem com água a 33°C.

De seguida fazer uma purga com uma enzima que tenha actividade a um pH de 12. Trabalhou-se com uma enzima de depilação. Na tabela seguinte pode-se ver as quantidades utilizadas neste processo.

TABELA 3.5: PURGA COM UMA ENZIMA QUE TEM ACTIVIDADE A UM PH DE 12.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)
----------	---	---------	------------------	-------------	------------------

Purga	100	Água	33	60	4
	0,5	Enzima (Basozym S20)			
Avaliar a suavidade e, se ainda não estiver como o pretendido, deixar rodar mais tempo e eventualmente acrescentar mais enzima.					
Lavar com água fria e Despejar o banho					

O tratamento com polifosfatos foi semelhante ao anteriormente efetuado, com a única diferença de se ter utilizado na desengalagem um novo agente desengalante além dos agentes inicialmente utilizados.

TABELA 3.6: DESENCALAGEM E PURGA.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)
Desengalagem	50	Água	33	60	4
	2	Indital MO/T			
	2	Sulfato de Amónio			
	0,5	Bissulfito de Sódio			
	0,1	Ácido Fórmico			
Avaliar o pH que deve ser +/- 8 e o corte tem de estar incolor a fenolftaleína Caso não, adicionar mais 0,1 %acido fórmico e 2% de Sulfato de Amónio					
Despejar banho					
Purga	100	Água	32	60	4
	1	Enzima (Basozym 1000)			
Avaliar a suavidade e, se ainda não estiver como o pretendido, deixar rodar mais tempo e eventualmente acrescentar mais enzima.					
Despejar o banho e lavar com água fria					

Depois disto segue-se o protocolo da tabela 3.1.3.1.

3.2 PELE TRANSPARENTE

3.2.1. ENSAIOS NO ISEP

Numa fase inicial, decidiu-se fazer quatro ensaios exploratórios no ISEP partindo de pele em tripa. O primeiro, uma piquelagem normal, descreve-se na tabela em baixo.

TABELA 3.7: PRIMEIRO ENSAIO.

<i>Operação</i>	<i>%</i>	<i>Produto</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Tempo (min)</i>
Lavar	300	Água	33	10
Despejar banho				
Desencalagem	50	Água	33	30
	2	Sulfato de Amónio		
	0,5	Bissulfito de Sódio		
	0,3	Ácido acético		
Purga	100	Água	32	45
Despejar banho				
Lavar	300	Água	25	10
Despejar banho				
Piquelar	200	Água	25	15
	15	Cloreto de sódio		
O banho tem de estar a $\text{pH} > 6$, Se não estiver, acrescentar cloreto de sódio e esperar mais 15 min.				
	0,6	Ácido fórmico (1:10)		15
	1	Ácido sulfúrico (1:10)		
	2	Corilene HLG		60

No segundo ensaio a desencalagem foi mais forte e a piquelagem não foi feita da maneira tradicional com sal (cloreto de sódio).

TABELA 3.8: SEGUNDO ENSAIO.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)
Lavar	300	Água	35	10
Despejar banho				
Desencalagem	100	Água	35	60
	2,5	Sulfato de Amónio		
	0,5	Bissulfito de Sódio		
	2	Indital MO/T		
	0,3	Ácido acético (1:10)		
Purga	0,5	Protabate P	35	45
Despejar banho				
Lavar	300	Água	25	10
Despejar banho				
Piquelar	200	Água	25	90
	0,5	Ácido acético (1:10)		
	2	Feliderm MPP		
	2	Corilene HLG		
Despejar banho				
Lavar	300	Água	amb	10
Despejar banho				

No terceiro ensaio a desencalagem foi feita em duas vezes. Utilizou-se o glicerol e uma resina acrílica para o curtume da pele.

TABELA 3.9 : TERCEIRO ENSAIO.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)
Lavar	300	Água	35	10
Despejar banho				

Desencalagem	100	Água	35	60
	2,5	Sulfato de Amónio		
	0,5	Bissulfito de Sódio		
	0,3	Ácido acético (1:10)		
Purga	0,5	Protabate P	35	45
Despejar banho				
Lavar	300	Água	25	10
Despejar banho				
2ª desencalagem	100	Água	25	60
	0,5	Ácido acético (1:10)		
	3	Indital MO/T		
Despejar banho				
Piquelar	100	Água	25	60
	0,5	Ácido acético (1:10)		
	2	Feliderm MPP		
	2	Corilene HLG		
	6	Glicerol		60
	4	Fortan 970		
Depois dos 60min deixar repousar até ao dia seguinte.				
No dia seguinte deixar rodar mais 60min				
Despejar banho				
Lavar	300	Água	amb	10
Despejar banho				

Entre o terceiro e o quarto ensaio, como única diferença, não foi utilizada a resina para a tentativa de curtume.

TABELA 3.10: QUARTO ENSAIO.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)
Lavar	300	Água	35	10
Despejar banho				
Desencalagem	100	Água	35	60
	2,5	Sulfato de Amónio		
	0,5	Bissulfito de Sódio		
	0,3	Ácido acético (1:10)		
Purga	0,5	Protabate P	35	45
Despejar banho				
Lavar	300	Água	25	10
Despejar banho				
2ª desencalagem	100	Água	25	60
	0,5	Ácido acético (1:10)		
	3	Indital MO/T		
Despejar banho				
Piquelar	100	Água	25	60
	0,5	Ácido acético (1:10)		
	2	Feliderm MPP		
	2	Corilene HLG		
	6	Glicerol		60
Depois dos 60min deixar repousar até ao dia seguinte.				
No dia seguinte deixar rodar mais 60min				

Despejar banho				
Lavar	300	Água	Amb	10
Despejar banho				

3.2.2. REPLICAÇÃO DO MELHOR RESULTADO

Neste ensaio replicou-se o ensaio número quatro realizado no ISEP. No entanto, alguns pontos foram modificados, ou para melhorar ou porque os reagentes não estavam disponíveis na empresa. Na tabela seguinte encontra-se o procedimento para a replicação do ensaio.

TABELA 3.11: REPLICAÇÃO DO QUARTO ENSAIO COM ALGUMAS MODIFICAÇÕES.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)
Lavar 3x	300	Água	33	10
Despejar banho				
Desencalagem	50	Água	33	30
	3	Indital MO/T		
	3	Sulfato de Amónio		
	0,5	Bissulfito de Sódio		
	0,25	Ácido láctico		
Ver pH				
	0,25	Ácido láctico	33	15
Ver pH e deixar rodar até completar 90 min de desencalagem pH tem de ser aproximadamente 8.				
Purga	0,5	Basozym S1000	35	120
	50	Água		
Despejar banho				
Lavar	300	Água	25	10
Despejar banho				
2ª desencalagem	50	Água	25	120

	0,25	Ácido lático		
	2	Indital MO/T		
Rodar 30 min e ver pH				
Despejar banho				
Piquelar	100	Água	25	30
	3	Feliderm MPP		
	3	Corilene HLG		
	6	Glicerol		120
Depois dos 60min deixar repousar ate ao dia seguinte.				
No dia seguinte deixar rodar mais 60min				
Despejar banho				
Lavar	300	Água	amb	10
Despejar banho				

3.3. REPLICAÇÃO DOS MELHORES RESULTADOS

Com o intuito de replicar os melhores resultados, quer para o pergaminho quer para o couro transparente, o processo de depilação foi mudado com o objetivo de eliminar problemas de raiz de pelo ainda visível em certas zonas da pele, utilizando-se enzimas. O processo utilizado está descrito na tabela abaixo.

TABELA 3.12: DEPILAÇÃO COM DESTRUÇÃO DE PELO COM AÇÃO ENZIMÁTICA.

Operação	%	Produto	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Velocidade (rpm)
Caleiro	500	Água			
	0,4	Mazyme SDL			
	0,4	Defat 50			
Rodar			28	30	4

	0,4	Riberzyme MPX			
	3	Indical MST			
Rodar			28	30	4
Parar			28	30	
	5	Sulfureto de Sódio			
	5	Hidróxido de Cálcio			
Rodar			28	30	4
Parar			28	30	
	2,5	Sulfureto de Sódio			
	2,5	Hidróxido de Cálcio			
Rodar			28	30	4
Parar			28	30	
	2,5	Sulfureto de Sódio			
	2	Hidróxido de Cálcio (cal viva)			
Rodar			28	30	4
Parar			28	30	
Rodar até fazer 24 horas de caleiro (10' cada 2 horas)					4
Despejar o banho					
Lavagem	500	Água	25		
Rodar				10	4
Retirar a pele e avaliar a depilação					

Após a depilação, as peles foram descarnadas manualmente. Depois da descarnagem as peles foram para a engorda durante 10 dias. Foi então seguido o protocolo para o pergaminho apresentado na tabela 3.5.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos. Escolheu-se como matéria-prima a pele de cabra pelo facto de ser a mais utilizada. As peles foram recebidas salgadas conforme apresentado na figura seguinte.



FIGURA 4.1: PELE SALGADA NO MOMENTO DE RECEÇÃO.

4.1. PERGAMINHO

4.1.1. PRIMEIRO ENSAIO

A primeira fase corresponde ao molho e à depilação. Optou-se por uma depilação com destruição do pelo de acordo com método convencionalmente utilizado. Na primeira etapa, o molho, a pele é lavada para eliminação de alguma sujidade. Na figura seguinte pode ver-se a pele no momento imediatamente após o molho.



FIGURA 4.2: PELE MOLHADA.

Segue-se o remolho que, como o próprio nome indica, é um novo molho. Aqui são utilizados alguns produtos químicos, como um bactericida, o carbonato de sódio, e o Fluidol 4RF que é um agente molhante.

Seguiu-se a depilação com destruição de pelo e um período de engorda de dois dias em cal. Foi feita uma depilação comum com sulfureto de sódio e cal apagada (hidróxido de sódio). É necessário especial cuidado quando se utiliza sulfureto de sódio uma vez que este liberta vapores tóxicos. Foi usado o Indical MST como auxiliar nesta fase funcionando como agente anti ruga. No final da depilação (caleiro) a pele foi descarnada manualmente como se pode ver na figura seguinte. Esta operação tem de ser feita com muito cuidado para não danificar a pele. Como pode ser visto na figura, a descarna faz-se sempre com a pele ou com o lado da cabeça presa. Nunca do centro para as pontas, já que danifica a pele e pode rasgar.



FIGURA 4.3: DESCARNA MANUAL DE UMA PELE.

Segue-se a engorda, processo que consiste em colocar a pele num banho saturado de cal. Neste banho, a alcalinidade e os íons cálcio vão promover um inchamento da pele. Manteve-se a pele durante 2 dias rodando 10 minutos cada duas horas.

Após estes dois dias, a pele foi lavada muito bem e pregada. Depois de pregada foi raspada com um cutelo côncavo, uma espécie de faca em meia-lua. Nas figuras pode-se ver a pele pregada e a pele a ser raspada.



FIGURA 4.5: PELE A SER RASPADA.



FIGURA 4.4: PELE PREGADA.

Após raspada, a pele ficou a secar. O resultado não foi o esperado uma vez que a pele ficou muito dura e amarelada. A coloração resultante pode ser vista na figura seguinte.



FIGURA 4.6: RESULTADO DO PRIMEIRO ENSAIO.

A partir destes resultados pensou-se em tomar dois caminhos diferentes: um em que a pele seria estabilizada e outro em que a pele estivesse mais tempo em cal como sugeria a literatura.

4.1.2. SEGUNDO ENSAIO

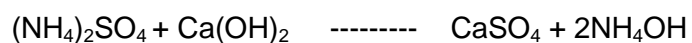
Este ensaio realizou-se com a mesma pele do primeiro ensaio uma vez que a pele seca recupera a sua estrutura inicial quando molhada. A pele ficou então 15 dias em cal sendo agitada duas vezes por dia. Foi então lavada, pregada e seca, da mesma forma que no ensaio anterior. Como resultado, obteve-se uma pele mais branca e ainda dura. No entanto, houve uma melhoria significativa entre este e o primeiro ensaio. Um dos problemas desta pele foi a elevada espessura e também a sua irregularidade, eventualmente devido à descarna manual. Na figura seguinte pode-se ver o resultado do segundo ensaio.



FIGURA 4.7: RESULTADO DO SEGUNDO ENSAIO.

4.1.3. TERCEIRO ENSAIO

Para a estabilização das peles usaram-se dois métodos: um com polifosfatos e outro com um agente de curtume para *wet-white*. A primeira parte do ensaio, para os dois métodos foi a mesma, ou seja, até à engorda o processo foi exatamente o mesmo que o usado anteriormente. A única diferença foi o facto destas peles terem sido divididas após a descarna, ao contrário das outras que apenas tinham sido descarnadas. Este processo foi feito para que as peles se tornassem mais finas visto que um dos problemas dos ensaios anteriores era a espessura das peles. Depois da engorda, a pele foi desencalada de forma a eliminar parte da cal e reduzir o pH para valores em torno de 8 preparando a pele para a purga. Na desencalagem utilizou-se o sulfato de amónio que dá origem a sulfato de cálcio de acordo com a seguinte reacção:



Usou-se também o bissulfito de sódio que, além de ser um descalcante também é um agente de branqueamento. Usou-se ainda um ácido, o ácido fórmico, como auxiliar para redução do pH. A purga foi realizada com enzimas (proteases) a um pH próximo de 8 e a uma temperatura de 35°C, condições ótimas para a enzima. Após a purga, a pele foi lavada e submetida aos tratamentos complementares.

4.1.3.1. Ensaio com polifosfatos

O polifosfato utilizado foi o Feliderm MPP. Este produto, reagindo com a pele, promove alguma estabilização e previne o inchamento da mesma. Neste ensaio foram tratadas duas peles, uma com mais gordura que a outra. Seguiu-se o mesmo procedimento de pregar, raspar, secar e lixar depois de seca. No entanto, depois de seca, notou-se um pouco de transparência como se pode ver na figura seguinte.

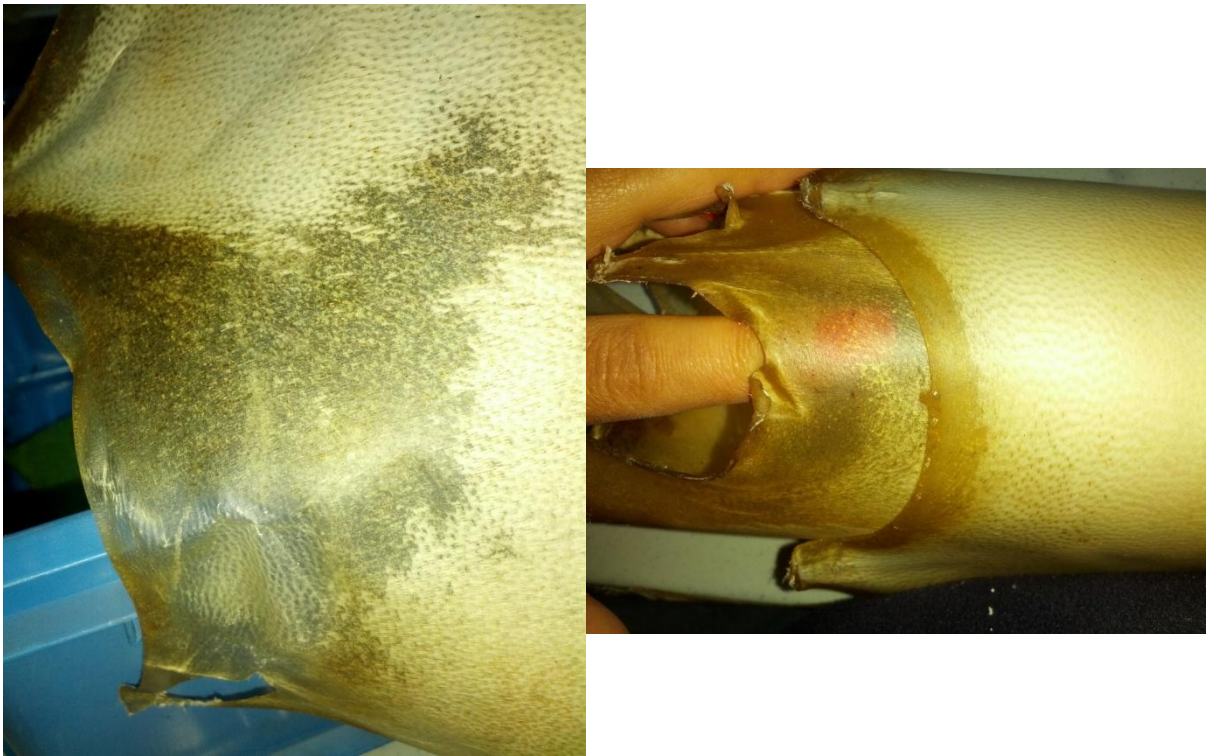


FIGURA 4.8: TRANSPARÊNCIA DA PELE.

Depois deste resultado pensou-se em acrescentar a pele transparente ao tema da tese com o intuito de avaliar esta possibilidade face à observação efetuada. Por isso, o ensaio com polifosfatos teve que ser replicado para o caso do pergaminho e para o caso do couro transparente. Os resultados obtidos para o pergaminho foram

aceitáveis, como se pode ver nas figuras seguintes, verificando-se que a pele ficou satisfatoriamente branca e com a espessura correta.



FIGURA 4.9: RESULTADO DO ENSAIO COM 0,5% DE GORDURA



FIGURA 4.10: RESULTADO DO ENSAIO COM 1% DE GORDURA

4.1.3.2. ENSAIO COM AGENTE DE CURTUME

Neste ensaio utilizou-se o Granofin F90. Este produto é um agente de curtume livre de crómio. A pele, utilizando este reagente, fica completamente estabilizada. Após este tratamento, a pele foi pregada, raspada e deixada a secar, sendo então lixada. Como resultado obteve-se uma pele branca e grossa com um aspeto semelhante ao de uma cartolina. O resultado pode ser observado na figura seguinte.



FIGURA 4.11: PELE ESTABILIZADA COM UM AGENTE LIVRE DE CRÓMIO.

Como nenhum dos resultados encontrados satisfaziam completamente foi necessário, uma vez mais, arranjar alternativas. Assim sendo, escolheu-se os dois ensaios que mais satisfaziam: a pele com engorda e o método utilizando polifosfatos. O método dos polifosfatos foi também replicado à escala de bancada no ISEP fazendo uma desengalagem mais intensa, para obtenção da pele transparente.



FIGURA 4.12: RESULTADO DA REPLICAÇÃO DO DO ENSAIO SEM ESTABILIZAÇÃO.

4.1.4. QUARTO ENSAIO- REPLICAÇÃO DOS MELHORES RESULTADOS

Como já foi referido, os ensaios a repetir foram os do método com apenas a engorda de mais longa duração e o ensaio dos polifosfatos.

4.1.4.1 ENSAIO SEM ESTABILIZAÇÃO

Para o ensaio da pele sem qualquer tipo de estabilização, foi feita uma engorda de oito dias seguida de uma purga. Foi utilizado uma enzima de depilação uma vez que estas têm atividade nesse pH. Como resultado obteve-se uma pele com a espessura correta e com uma coloração quase branca. Na figura seguinte pode-se ver esse resultado.

4.1.4.2. ENSAIO COM POLIFOSFATOS

Durante a realização deste ensaio, na desengalagem o pH não descia. Deixou-se estar uma hora como o protocolo indicava, mas no final da hora tudo se mantinha constante. Acrescentou-se então mais 0,1% de ácido fórmico e 1% de sulfato de amónio. Depois disto deixou-se rodar mais 60 minutos. Como ainda não havia alterações deixou-se rodar mais uma hora. Decidiu-se então despejar o banho e fazer um novo banho de desengalagem, nas mesmas proporções que indicava o protocolo. No final de 30 minutos, o pH do banho era cerca de 8 e o corte incolor. Uma das

justificações para isto ter acontecido é que, após a engorda de 8 dias, a pele foi guardada numa barrica com cal durante os dias em que não se pode fazer o ensaio, cerca de 12 dias em cal. Junta-se a isto o facto de apenas se ter realizado uma lavagem antes de realizar a desengordadura. Depois de purgada e tratada com polifosfatos, a pele foi pregada e deixada a secar. Foi muito difícil pregar a pele uma vez que ela estava muito escorregadia e, quando se esticava facilmente rasgava. Este comportamento era diferente relativamente a todas as peles pregadas até então. Por isso, surgiu de imediato uma desconfiança que este ensaio não ia ter o resultado esperado. E isso aconteceu uma vez que depois de seca a pele ficou completamente transparente como se pode ver na figura seguinte.



FIGURA 4.13: RESULTADO DA REPLICAÇÃO DO ENSAIO COM POLIFOSFATOS.

4.2. PELE TRANSPARENTE

4.2.1. ENSAIOS NO ISEP

Nos ensaios realizados no ISEP utilizou-se a pele em tripa após a engorda na barrica com cal apagada.

4.2.1.1. PRIMEIRO ENSAIO

No primeiro ensaio tratou-se a pele até à piquelagem, processo em que se utilizou cloreto de sódio. O problema que se teve neste ensaio foi comum aos outros ensaios, sendo a dificuldade ajustar o pH final da desencalagem. Este facto deve-se certamente a um excesso de engorda da pele utilizada. Como resultado, obteve-se uma pele sem nenhum tipo de transparência. Na figura seguinte, pode-se ver o resultado deste ensaio. O pH final foi cerca de 3.



FIGURA 4.14.: PELE PIQUELADA PELE MÉTODO TRADICIONAL.

4.2.1.2. SEGUNDO ENSAIO

No segundo ensaio, a desengalagem foi mais forte do que no primeiro ensaio e não se utilizou sal, cloreto de sódio, na piquelagem. Depois do ensaio ter finalizado e ainda antes da pele estar seca podia-se ver que a pele iria ter alguma transparência. No entanto, a pele ficou mais opaca e com uma textura mais áspera que as outras peles. Na figura seguinte pode-se ver o resultado deste ensaio.



FIGURA 4.15: RESULTADO DO SEGUNDO ENSAIO.

4.2.1.3. TERCEIRO ENSAIO

No terceiro foram feitas duas desengalagens para tentar eliminar toda a cal presente na pele. Depois das desengalagens e purga, a pele foi tratada com polifosfatos e curtida com glicerol e uma resina acrílica. A pele resultante era transparente mas amarelada. Este resultado pode ser devido à curtimenta com a resina. A figura que se segue é o resultado obtido deste ensaio.



FIGURA 4.16: RESULTADO DO TERCEIRO ENSAIO,

4.2.1.4. QUARTO ENSAIO

Este ensaio é bastante semelhante ao anterior com a diferença de não se ter utilizado a resina acrílica, mas apenas estabilização e curtume com polifosfatos e glicerol. O resultado foi o mais satisfatório de todos os ensaios tendo sido a pele que ficou menos amarelada e mais transparente. A figura seguinte mostra o resultado final do quarto ensaio.



FIGURA 4.17: RESULTADO DO QUARTO ENSAIO.

Visto que dos três este era o melhor ensaio decidiu-se que este era o caminho a seguir nos próximos ensaios.

4.2.2 REPLICAÇÃO DO MELHOR RESULTADO

Como já dito anteriormente o resultado a ser replicado é o quarto dos ensaios à escala de bancada feitos no ISEP.

Ao contrário do ensaio no ISEP pensou-se em desencalar com ácido láctico, uma vez que se pensou que este reagiria melhor com a cal eliminando-a na totalidade. A primeira desencalagem correu de acordo como era esperado, em que o pH desceu e ficou em cerca de 8. No entanto, na segunda desencalagem, o pH desceu rapidamente e para um valor de cerca de 3. O valor esperado era entre 6,0 e 5,5. Como isso não aconteceu deixou-se rodar o fulão na expectativa de que o pH pudesse aumentar, o que não aconteceu. Neste momento surgiam duas alternativas: continuar o ensaio como isto não tivesse acontecido ou acabar o ensaio, tendo-se optado pela primeira. Adicionou-se então o polifosfato e a glicerina. No dia seguinte o pH tinha aumentado mas mesmo assim apenas rondava os 4. Uma grande parte da pele estava inutilizada uma vez que rasgava com facilidade, principalmente nas partes da barriga, zona onde a pele é mais frágil e na qual foram destruídos alguns pedaços de pele. Mesmo assim pôde ver-se alguma transparência ainda antes de seca. Decidiu-se portanto pregar, aproveitando o máximo de pele possível. O resultado está representado na figura seguinte.



FIGURA 4.18: RESULTADO DA REPLICAÇÃO DO QUARTO ENSAIO.

4.3. REPLICAÇÃO DOS MELHORES ENSAIOS

Para estes ensaios finais e visto que até aqui a depilação não tinha sido completa notando-se sempre vestígios de raiz de pelo na flor decidiu-se fazer uma depilação com enzimas. Utilizou-se três tipos de enzimas: lipase para desengordurar, amílase para atacar a raiz do pelo e uma protease de depilação. No entanto, o resultado não foi o esperado uma vez que as peles ainda assim tinham alguma raiz de pelo.

Após isto descarnou-se manualmente. Depois da descarna deixou-se em cal durante 10 dias. Quando se tirou as peles do fulão, verificou-se de imediato que algo não estava correto. A engorda não tinha o efeito esperado e as peles rasgavam com facilidade. No entanto, separaram-se as peles e seguiu-se o ensaio replicando para o pergaminho utilizando apenas a enzima. Quando se tirou a pele do fulão continuava a rasgar, agora com mais facilidade. Mesmo assim tentou-se pregar a pele, tarefa muito mais complicada que nos outros ensaios. Reparou-se também que a flor estava a sair. Pensou-se então que a purga teria sido demasiadamente longa. No entanto, após uma análise mais cuidadosa das peles saídas da engorda, a flor também estava a sair o que sugere que a atividade enzimática para melhorar a depilação pode ter algo a ver com este facto. Coloca-se a possibilidade da depilação ter sido demasiadamente longa ou de se ter utilizado demasiada enzima (protease).

4.4. AVALIAÇÃO DAS PELES OBTIDAS.

No sentido de avaliar as peles obtidas quanto à resistência físico-mecânica e estabilidade foram realizados testes como a resistência à tração, resistência ao rasgo e a temperatura de contração.

No que respeita à estabilidade da pele avaliou-se a temperatura de contração que para o pergaminho foi de 55°C e para o couro transparente de 50,5°C. Estes valores encontram-se abaixo da temperatura de um couro curtido *wet-white*, entre 70 e 80°C. A diferença entre o pergaminho, não curtido, e o couro transparente, tratado com glicerina, pode dever-se ao facto da cal promover alguma estabilização da pele.

No que respeita à resistência físico-mecânica foi avaliada a resistência ao rasgo e à tração. Uma vez mais, o pergaminho teve resultados melhores que o couro transparente. Na resistência ao rasgo o resultado foi de 12 N e 6 N respetivamente para o pergaminho e para o couro transparente. Na avaliação da resistência à tração, os resultados foram de 47,1 N/mm² e de 27,0 N/mm², respetivamente, sendo que no

alongamento os resultados foram de 8% e de 6,4%, respectivamente. Segundo estes resultados o couro transparente rompe com maior facilidade que o pergaminho.

Estes testes dão a indicação de que a utilização dos artigos de couro aqui desenvolvidos estará limitada função da sua aplicação.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta tese teve como objetivo o desenvolvimento de couro pergaminho e couro transparente.

O trabalho prático foi realizado na empresa Dias Ruivo Lda. com a sua contribuição a nível económico e tecnológico.

O protocolo utilizado até à etapa da engorda foi comum aos dois tipos de couro. Foi feita uma depilação tradicional com destruição do pelo, utilizando sulfureto de sódio e cal apagada (hidróxido de cálcio). O caleiro foi seguido da descarna e divisão, após o que as peles ficaram na engorda cerca de uma semana.

Para o pergaminho, na sequência do tratamento anterior, o melhor processo correspondeu a uma purga seguida de lavagem, após o que a pele foi pregada, raspada, secou ao ambiente sem exposição solar e por fim foi lixada. Noutros ensaios, tentou-se estabilizar as peles com polifosfatos e também com um agente de curtume isento de crómio não se tendo obtido resultados satisfatórios para o couro pergaminho.

Num dos ensaios com polifosfatos, para a obtenção de couro pergaminho, observou-se uma certa transparência da pele. Surgiu então a ideia de desenvolver um couro transparente.

Para o couro transparente, na sequência do tratamento até à engorda, o melhor processo correspondeu a uma desencalagem seguida de purga enzimática, lavagem, desencalagem complementar para eliminar toda a cal, estabilização com polifosfatos e glicerina, lavagem final, após o que a pele foi pregada e secou ao ambiente sem exposição solar.

Quer o couro pergaminho quer o couro transparente foram submetidos a testes de estabilização da pele e de avaliação das resistências físico-mecânicas. Como seria de esperar, os valores obtidos foram relativamente baixos tendo em conta a não existência de um curtume que estabilizasse a pele.

Como trabalho futuro sugere-se o seguinte:

- Para o couro pergaminho, a utilização do dióxido de titânio para o tornar mais branco, a realização de testes de escrita e então a aplicação de acabamentos no sentido de a melhorar;
- Para o couro transparente, estudos de estabilização da pele, estudos de processos de tingimento e amaciamento da pele face ao tipo de aplicações que se pretender.

BIBLIOGRAFIA

Adzet, J. (1985). *Química-técnica de Teneria*. Barcelona: Igualada.

BASF. *Pocket Book for the Leather Technologist*. Ludwigshafen- Germany.

BramerInternational. (s.d.). Obtido em 13 de Março de 2013, de <http://bramer.en.busytrade.com/products/info/1611850/Wet-Blue-Cattle-Hides.html>

Comissão Europeia. (2 de Julho de 2011). Obtido em 7 de Março de 2013, de http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/TAN_D2.pdf

CTIC, C. T., & APIC, A. P. (2002). *Couro de Portugal*. Alcanena- Portugal.

Ganem, R. (2007). *Curtumes: Aspetos Ambientais*. Brasília.

INETI. (2000). *Guia Técnico- Sector dos Curtumes*. Lisboa .

Jehan, Giles, & Yseult. (2003). *The History and Technology of Parchment Making*. Obtido em 13 de Março de 2013, de <http://www.sca.org.au/scribe/articles/parchment.htm>

Meunier, L., & vaney, C. (1903). *La Tannerie* . Paris: Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire.

Ogata, I., Oliveira, F., & Araújo, N. Avaliação do Impacto Ambiental Gerado pelas Indústrias de Curtume.

Ruivo, D. (s.d.). *Dias Ruivo* . Obtido em 08 de Julho de 2013, de <http://www.diasruivo.com/feiras.html>

Sherphouse, J. H. (1983). *Leather Technician's Handbook*. London: Vernon Lock.

Souza, F. (2010). *Lume- Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Obtido em 04 de Julho de 2013, de <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25867/000753815.pdf?sequence=1>

UP, O. d. (08 de 04 de 2008). *Oficina de conservação e restauro*. Obtido em 13 de Março de 2013, de http://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?P_pagina=2321

ANEXO A: FICHAS DOS PRODUTOS

ANEXO A.1.: BUSAN 30 WB

Typical product characteristics	
Active ingredient: 2-(Thiocyanomethylthio) benzothiazole	30%
Inert ingredients	70%
Appearance	White, creamy liquid
Density at 25°C (77°F)	1.11 g/cm ³
Weight per U.S. gallon	9.3 lb
Volume per pound	410 mL
Volume per kilogram	900 mL
pH (100 ppm in water)	5–6

FIGURA A.1: CARACTERÍSTICAS DO BUSAN 30WB

ANEXO A.2. FLUIDOL 4RF

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

FLUIDOL 4RF
Derivado hidrogenado ausente de nitrogênio
(Revisão 1)

O **FLUIDOL 4RF** é um derivado de síntese de elevado efeito emulsionante solubilizante dos triglicérides naturais, com amplo espectro hidratante.

O **FLUIDOL 4RF** em solução aquosa 1:10 tem um pH de $6,2 \pm 0,5$. É estável aos sais de cromo, não dá precipitado com os sais alcalinos terrosos. Confere uma tensão superficial muito baixa às soluções aquosas. Apresenta um baixo poder espumante.

O **FLUIDOL 4RF** apresenta um ótimo poder penetrante e se difunde rapidamente por todas as partes da pele

permitindo um desengraxe completo e uma embebição total da pele. Os processos de curtimento que se seguem são facilitados na difusão com economia de tempo de rotação.

As peles tratadas com **FLUIDOL 4RF** se apresentam com uma flor totalmente limpa de bulbo, clara e bem aberta. O **FLUIDOL 4RF** apresenta também uma notável capacidade hidratante da pele.

Modalidade e doses de uso:
Na caleiro: 1,2-1,4%.
Na purga: 0,3-0,4%.


KEMIA TAU®
10040 La Cassa (Torino) Italy
Tel. +39.011.9943111 r.a.
Fax +39.011.9942855
e-mail kemia.tau@kemiatau.com

FIGURA A.2: CARACTERÍSTICAS DO FLUIDOL 4RF

ANEXO A.3. CORILENE HLG

CORILENE HLG

Engrase con alta estabilidad y poder emulsionante

Características:

aspecto	:	líquido blanco fluido a viscoso
carga iónica	:	aniónico
pH (10%)	:	aprox. 7.0
estabilidad al almacenaje	:	1 año

Propiedades:

El Corilene HLG es un engrasante altamente estable. Es resistente a los electrolitos, ácidos, sales de cromo y aguas duras en las condiciones habituales de trabajo. Tiene un alto poder emulsionante sobre las mezclas de engrase inestables, por lo tanto ayuda a conseguir un engrase uniforme en todo el grosor de la piel y mejora las resistencias a la tracción y al desgarrar.

El Corilene HLG tiene una gran capacidad humectante, por lo que es especialmente útil para el remojo de pieles de estructura muy compacta como cabras y cerdos cueros secos e wet blue .

El Corilene HLG confiere una mano blanda y elástica, y sobre artículos afelpados da una felpa brillante y no grasa.

Debido a su buena capacidad de igualación, el Corilene HLG puede emplearse para todo tipo de tonos, incluidos los pastel.

Indicaciones para la aplicación:

El Corilene HLG puede ser empleado en los procesos de píquel, curtición, recurtición y engrase.

Cantidades recomendadas:

Píquel, curtido al cromo/ Remojo	0.5 -2 %
Recromado	1 - 3 %
Engrase sintético / vegetal	2 - 8 %

ANEXO A.4: INDICAL MST

Caracterização

Produto auxiliar de caleiro à base de compostos orgânicos com forte ação anti-ruga.

Aplicação

O INDICAL MST, adicionado ao caleiro, favorece a abertura das peles, permitindo a obtenção de uma flor aberta e macia com o conseqüente aumento de rendimento na metragem. Devido ao seu sensível poder redutor, melhora a ação depilante do sulfureto de sódio e da cal.

O INDICAL MST não contém sulfureto de sódio ou mercaptanos.

Pelo facto de ter uma combinação única, o INDICAL MST reduz o problema do meio ambiente, especialmente a CBO do efluente do caleiro.

O INDICAL MST penetra rapidamente entre as fibras melhorando a dispersão e a penetração da solução de desencalagem. Uma das maiores vantagens do INDICAL MST é o baixo inchamento das peles, o que faz melhorar a sua firmeza e consistência.

O uso do INDICAL MST na solução de pelagem melhora a libertação dos pelos ou lã fornecendo uma pele de excelente lisura.

Propriedades físicas

Aspetto: Líquido transparente

Matéria activa (%): $44,0 \pm 2,0$

FIGURA A.3: CARACTERÍSTICAS DO CORILENE HLG

pH (10%): $10,0 \pm 1,0$

ANEXO A.5: INDITAL MO/T

Caraterização

Mistura de ácidos e sais - ambos orgânicos e inorgânicos, em pó, que possuem a função de sequestrar e tornar solúveis sais de cálcio, magnésio e sais de ferro.

Aplicação

O INDITAL MO/T é para uso geral, porém é recomendado especialmente para peles bovinas. Ainda que contenha sais tamponantes pode ser usado com sais de amónia por uma questão de economia.

Possui uma óptima capacidade de desencalagem e também excelentes propriedades de penetração. As peles tratadas com este produto durante a fase de desencalagem possuem aparência elástica e cores claras.

O INDITAL MO/T é facilmente solúvel, qualidade bastante vantajosa quando se desencala peles grossas. Neste caso, a temperatura e um banho curto são fatores determinantes para um bom resultado.

Propriedades físicas

Aspetto : Pó branco

Matéria ativa (%) : $96,0 \pm 2,0$

pH (10%) : $1,0 \pm 0,5$

Índice de acidez : 2g = 5cc NaOH 1 N

ANEXO A.6: BASOZYM S20

Enzima de depilação

Utilizada para peles salgadas ou verdes.

Atividade enzimática de aproximadamente 2000 ULV/g.

ANEXO A.7: BASOZYM 1000

Enzima de purga

Aplicação universal para todos os tipos de matérias-primas.

Atividade enzimática de aproximadamente 1000 ULV/g

ANEXO A.8: FELIDERM MPP

Composição: polifosfato de cadeia média

As propriedades apresentam-se na tabela A.1.

TABELA A.1: PROPRIEDADES DO FELIDERM MPP

Aparência	Pó branco, higroscópico	
Especificações	pH (solução a 1% em massa)	7.2-7.9
	Conteúdo de P ₂ O ₅	62-64%
Propriedades específicas	Densidade :	aprox. 1200g/l
	Carater iónico	aniónico
Doseamento	Depende da aplicação e do efeito	

ANEXO A.9: GRANOFIN F-90

Granofin[®] F-90 Liquid

Organic tanning agent

Application	organic, metal-free, wet-white tannage and pretannage
--------------------	--

Granofin F-90 Liquid is an organic compound tanning agent, for use in the production of Easywhite tan. Leathers tanned with **Granofin F-90 Liquid** are ideally suited for the production of Eco-friendly automotive and domestic upholstery, shoe upper, sports shoe and fancy leathers. The final leathers are characteristically tight and with a extremely fine grain, with good dyeing properties.

The main characteristics are:

- produces a wet-white with a very light colour
 - gives a good tanning effect – shrinkage temperatures between 70 °C and 80 °C
 - environmental friendly
 - easy and safe process
 - consistent production
 - good penetration
 - production flexibility
-

Properties

Appearance	off-white liquid
Chemical character	organic compound
Ionic character	amphoteric
Active substance	approx. 29 %
pH of a 10 % solution	approx. 6.5
Storage stability	min. 1 year under cool and dry conditions when stored in original, sealed packaging

FIGURA A.4: CARACTERÍSTICAS DO GRANOFIN F-90