

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO**

MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

RAMO OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA QUÍMICA

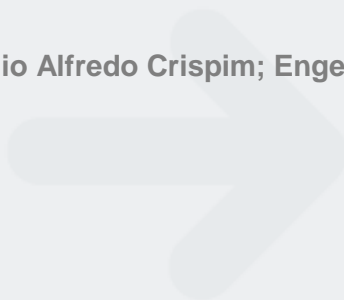


# Indústria de Curtumes: Energia e Desenvolvimento

Maria João Manso Machado

Setembro 2012

Orientação: Doutor António Alfredo Crispim; Engenheiro Nuno Sousa





## Agradecimentos

Terminada esta etapa, é chegada a altura de prestar alguns agradecimentos. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à empresa Dias Ruivo – Curtumes e Produtos Industriais pela oportunidade que me deu de ter um primeiro contacto com a indústria, ao permitir a realização desta tese. Seguidamente, é também de valorizar e agradecer o esforço do ISEP em criar aos seus alunos a possibilidade de contactar com outra realidade que não a puramente académica.

É igualmente fundamental, agradecer ao meu orientador na empresa Engenheiro Nuno Sousa que me acompanhou durante todo o processo, possibilitando a aprendizagem de uma área até então desconhecida. Ainda na empresa, é de salientar todo o apoio prestado, bem como todo o conhecimento partilhado, destacando algumas pessoas, o Sr. Alcides, o encarregado Jorge, os administrativos e como não poderia deixar de ser os gerentes que comigo partilharam a história da empresa e a beleza dos curtumes, ficando o meu especial agradecimento ao Engenheiro Manuel Dias, à D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> da Conceição Dias e ainda à D<sup>a</sup> Emília Dias.

Ao Doutor Alfredo Crispim um profundo agradecimento, pela boa disposição, partilha de conhecimento, acompanhamento e principalmente pelo apoio prestado ao longo desta jornada.

À minha família agradeço toda a paciência, carinho e apoio incondicional que sempre me prestaram, não só nesta etapa que agora termina, mas ao longo da vida.

Ainda, não menos importante, agradeço a todos os meus amigos, em particular à Ana Filipa Silva, minha companheira de “luta”, toda a diversão e momentos de pura insanidade que partilhamos, formando assim memórias que já mais esquecerei.

E para finalizar, fica um beijo muito especial para o Valter por todo o companheirismo, carinho e apoio ao longo desta etapa, tão exigente.



## Resumo

Este trabalho, numa fase inicial, teve como pilar fundamental, a optimização energética de uma indústria de curtumes, mais concretamente da empresa Dias Ruivo. Pretendia-se avaliar todos os gastos de energia apresentados pela empresa, com o intuito de verificar se haveria possibilidade de diminuir a factura da electricidade e os custos associados, mantendo a qualidade dos produtos finais. Ainda se pretendia averiguar a viabilidade de reutilização de alguns desperdícios permitindo diminuir a quantidade de energia necessária para o aquecimento de algumas correntes de água. Por último, após os dados recolhidos, sugeriram-se medidas de melhoria, que possibilitariam que a empresa utilizasse os seus recursos de forma optimizada, não apresentando assim gastos desnecessários.

Começando pela análise da factura de electricidade, verificou-se que nos anos de 2010 e 2011, a empresa apresentou um consumo de energia de 120 e 128 tep/ano, respectivamente. Determinaram-se igualmente os respectivos indicadores constatando-se que o valor médio para a intensidade carbónica foi de 900 e 1148 kg CO<sub>2</sub>/tep e para o consumo específico obteve-se 0,131 e 0,152 kgep/ft<sup>2</sup>, respectivamente.

Numa segunda fase, tendo em conta a constante aposta da empresa na inovação de artigos em couro e o facto de estar envolvida num projecto mobilizador de ciência e tecnologia com esse fim, o trabalho incidiu no desenvolvimento de um produto inovador designado por *floater* que deve ser macio e mais leve que os produtos normais.

Com base na aplicação de proteases apropriadas, desenvolveu-se um produto que, ainda na fase de ensaios de bancada e piloto, satisfaz no que respeita à macieza e leveza, sendo que se conseguiu um valor de 67 g/ft<sup>2</sup> contra um valor de 75g/ft<sup>2</sup> do padrão.

**Palavras-chave:** utilização racional de energia, utilidades, optimização, floater, baixa densidade.



## Abstract

This work, initially, had as cornerstone, the energy optimization of a tanning industry, more particularly the Dias Ruivo. The aim was to assess all energy expenditures submitted by the company in order to ascertain whether there was possibility of reducing electricity bills and associated costs while maintaining quality of final products. Although it was intended to investigate the feasibility of reusing waste allowing some decrease the amount of energy required for heating some water currents. Finally, after the data collected were suggested improvement measures that would allow the company to use its resources optimally, thus presenting no unnecessary spending.

Starting with the analysis of the electricity bill, it was found that in the years 2010 and 2011, the company presented a power consumption of 123 and 133 tep/year, respectively. It was also determined the indicators noting that the mean value for the carbon intensity was 757 and 1033 kg CO<sub>2</sub>/tep and the specific fuel consumption obtained was 0,152 and 0,178 kgep/ft<sup>2</sup>, respectively.

After the energy optimization, taking into account the company's constant commitment to innovation in leather goods and the fact of being involved in a project that mobilizes science and technology to this end, the work focused on developing an innovative product called *floater* that should be soft and lighter than the normal products on the market.

Based on the application of suitable proteases, has developed a product which, even at the stage of pilot tests satisfies with regard to softness and lightness, offering the value of 67 g/ft<sup>2</sup> against a value of 75 g/ft<sup>2</sup> pattern.

**Key-words:** rational use of energy, utilities, optimization, floater, low density.



## Índice

Capítulo 1 . Enquadramento do trabalho.....	1
1.1. A Empresa: Dias Ruivo – Curtumes e Produtos Industriais .....	2
1.2. Estrutura da dissertação .....	4
Capítulo 2 . Introdução.....	5
2.1. Sector Energético .....	5
2.2. Indústria dos curtumes .....	12
2.2.1. A indústria de curtumes nacional.....	14
2.2.2. O processo produtivo da indústria de curtumes.....	16
2.2.3. Conservação da pele .....	21
2.3.3.1.Conservação das peles – preparação .....	23
2.2.3. O impacto ambiental da indústria de curtumes.....	26
2.2.4. Inovação tecnológica na indústria de curtumes.....	27
Capítulo 3 . Avaliação Energética .....	31
3.1. Processo Produtivo Dias Ruivo .....	31
3.2. Enquadramento da empresa .....	35
3.3. Caracterização do consumo energético da empresa .....	35
3.4. Avaliação dos principais indicadores energéticos.....	37
3.5. Energia eléctrica .....	41
3.5.1. Levantamento energético.....	41
3.5.2. Iluminação.....	43
3.6. Análise e Caracterização das Utilidades .....	45
3.6.1. Análise do ar comprimido .....	45
3.6.2. Análise do aquecimento de águas.....	47
3.7. Enquadramento Legal.....	49
3.8. Conclusões e sugestões .....	52
Capítulo 4 . Curtumes – Desenvolvimento do <i>float</i> er .....	53
4.1. A química da pele e o <i>float</i> er .....	53

4.1.1. O que é a pele?.....	53
4.1.2. Qualidade das peles .....	55
4.1.3. Defeitos nas peles do animal vivo .....	55
4.1.4. Química da pele.....	56
4.1.5. O floater .....	57
4.2. Descrição e discussão do trabalho efectuado para o desenvolvimento do floater .....	58
4.3. Conclusões e sugestões .....	78
Capítulo 5. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros .....	79
Capítulo 6. Bibliografia .....	81
Anexos .....	87
Anexo A. Levantamento Energético ano 2010.....	89
Anexo B. Levantamento Energético ano 2011 .....	97
Anexo C. Listagem completa dos equipamentos .....	105
Anexo D. Distribuição e contabilização das lâmpadas existentes na empresa.....	109
Anexo E. Análise da factura da electricidade.....	111
Anexo F. Consumos energéticos das caldeiras.....	113
Anexo G. Fichas técnicas das enzimas .....	115
Anexo H. Ensaios realizados para o desenvolvimento do floater .....	129

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.1.</b> Empresa Dias Ruivo .....	3
<b>Figura 2.1.</b> Mapa do interreg do programa RENOVARÉ <sup>[2]</sup> .....	6
<b>Figura 2.2.</b> Distribuição das reservas de petróleo do mundo <sup>[3]</sup> .....	7
<b>Figura 2.3.</b> Produção de energia TWh no país a partir de fontes renováveis <sup>[5]</sup> .....	8
<b>Figura 2.4.</b> Consumos de energia nos curtumes entre 2002 - 2004 (excepto energia eléctrica) <sup>[2]</sup> .....	9
<b>Figura 2.5.</b> Evolução do consumo de Fuel-óleo e gás natural entre 2002 - 2004 <sup>[2]</sup> .....	10
<b>Figura 2.6.</b> Distribuição das formas de energia consumidas na indústria de curtumes em 2004 <sup>[2]</sup> .....	10
<b>Figura 2.7.</b> Ciclo de gestão de energia eficaz .....	11
<b>Figura 2.8.</b> Situação em Marrocos, cidade Fez – secção de curtumes <sup>[10]</sup> .....	14
<b>Figura 2.9.</b> Distribuição Sectorial em 1992 <sup>[12]</sup> .....	15
<b>Figura 2.10.</b> Distribuição Sectorial em 2002 <sup>[12]</sup> .....	16
<b>Figura 2.11.</b> Diagrama resumo da fase de ribeira .....	17
<b>Figura 2.12.</b> Diagrama resumo da fase de curtume .....	19
<b>Figura 2.13.</b> Diagrama resumo da fase de pós-curtume e acabamentos .....	20
<b>Figura 2.14.</b> Vários tipos de métodos de conservação das peles <sup>[13]</sup> .....	22
<b>Figura 2.15.</b> Carga poluente da indústria de curtumes.....	26
<b>Figura 3.1.</b> Diagrama de blocos do processo de fabrico da empresa Dias Ruivo.....	32
<b>Figura 3.2.</b> Estrutura do consumo energético da empresa para o ano de 2011 .....	36
<b>Figura 3.3.</b> Diagrama anual da Empresa .....	37
<b>Figura 3.4.</b> Consumos energéticos VS Produção .....	38
<b>Figura 3.5.</b> Consumo Específico Anual da empresa .....	39
<b>Figura 3.6.</b> Intensidade Carbónica VS Produção .....	40
<b>Figura 3.7.</b> Distribuição dos custos de cada fonte de energia .....	44
<b>Figura 3.8.</b> Linha de ar comprimido da empresa.....	46
<b>Figura 3.9.</b> Fluxograma resumo da utilização de cada caldeira .....	47
<b>Figura 4.1.</b> Esquema das zonas de uma pele fresca <sup>[13]</sup> .....	54
<b>Figura 4.2.</b> Repartição dos tipos de fibras presentes na pele <sup>[13]</sup> .....	56



## Índice de tabelas:

<b>Tabela 2.1.</b> Evolução da quantidade de couros vendida, apresentada em € <sup>[7]</sup> .....	13
<b>Tabela 3.1.</b> Comparação dos consumos energéticos da empresa Dias Ruivo nos anos 2010 e 2011 .....	41
<b>Tabela 3.2.</b> Listagem dos equipamentos e respectivas potências instaladas .....	42
<b>Tabela 3.3.</b> Custos associados à iluminação .....	44
<b>Tabela 4.1.</b> Algoritmo base dos ensaios preliminares – enzima TRIPSOL TS .....	59
<b>Tabela 4.2.</b> Algoritmo base dos ensaios preliminares – enzima DEFAT 80-PA.....	60
<b>Tabela 4.3.</b> Resumo dos ensaios realizados na Dias Ruivo com as enzimas TRIPSOL TS e DEFAT 80-PA .....	63
<b>Tabela 4.4.</b> Resumo dos ensaios realizados no CIETI com as enzimas TRIPSOL TS e DEFAT 80-PA .....	64
<b>Tabela 4.5.</b> Algoritmo seguido para as enzimas NOVOBATE WB, NOVOCOR ABL e AX ...	65
<b>Tabela 4.6.</b> Resumo dos ensaios realizados no CIETI com as enzimas NOVOBATE WB, NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX .....	67
<b>Tabela 4.7.</b> Condições dos ensaios com NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX .....	68
<b>Tabela 4.8.</b> Resumo dos ensaios com 5,0% de NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX.....	69
<b>Tabela 4.9.</b> Resumo da repetição dos ensaios com 5,0% de NOVOCOR ABL e AX .....	70
<b>Tabela 4.10.</b> Algoritmo seguido para o 1º ensaio do novo lote da enzima NOVOCOR AX (pH=4,0).....	71
<b>Tabela 4.11.</b> Algoritmo seguido para o 2º ensaio do novo lote da enzima NOVOCOR AX (pH=6,0).....	72
<b>Tabela 4.12.</b> Resultados dos ensaios efectuados com 4,2% de NOVOCOR AX e diferentes gamas de pH.....	74
<b>Tabela 4.13.</b> Resultados dos testes físico-mecânicos do CTIC.....	76
<b>Tabela 4.14.</b> Valores de referência para os testes físico-mecânicos realizados <sup>[37]</sup> .....	77
<b>Tabela A.1.</b> Consumos energéticos globais da Empresa .....	89
<b>Tabela A.2.</b> Dados de apoio ao diagrama de carga anual da Empresa.....	90
<b>Tabela A.3.</b> Resumo dos produtos acabados e sua contabilização.....	91
<b>Tabela A.4.</b> Dados de apoio à determinação dos consumos da Empresa.....	92
<b>Tabela A.5.</b> Valores do consumo específico determinado.....	93
<b>Tabela A.6.</b> Dados de apoio à determinação da intensidade carbónica .....	95
<b>Tabela A.7.</b> Dados de apoio à representação Intensidade Carbónica VS produção .....	96
<b>Tabela B.1.</b> Consumos energéticos globais da Empresa (energia primária) .....	97
<b>Tabela B.2.</b> Dados de apoio ao diagrama de carga anual da Empresa.....	98

<b>Tabela B.3.</b> Resumo dos produtos acabados e sua contabilização.....	99
<b>Tabela B.4.</b> Dados de apoio à determinação dos consumos da Empresa.....	100
<b>Tabela B.5.</b> Valores do consumo específico determinado.....	101
<b>Tabela B.6.</b> Dados de apoio à determinação da intensidade carbónica .....	103
<b>Tabela B.7.</b> Dados de apoio à representação Intensidade Carbónica VS produção .....	104
<b>Tabela C.1.</b> Listagem completa dos equipamentos e respectiva numeração .....	105
<b>Tabela D.1.</b> Contabilização da iluminação de cada piso da empresa.....	109
<b>Tabela E.1.</b> Tipo de tarifário adoptado pela empresa Dias Ruivo .....	111
<b>Tabela E.2.</b> Ciclo horário da tarifa tetra-horária <sup>[44]</sup> .....	111
<b>Tabela E.3.</b> Custo horário da energia eléctrica em cada período trimestral 2011 <sup>[45]</sup> .....	112
<b>Tabela E.4.</b> Custo da energia eléctrica, gás natural e GPL para 2011 .....	112
<b>Tabela F.1.</b> Registo dos consumos de energia e água para as caldeiras.....	113
<b>Tabela G.1.</b> Resumo das avaliações das peles referentes aos ensaios com todas as enzimas, antes de amaciar .....	130
<b>Tabela G.2.</b> Resumo das avaliações das peles referentes aos ensaios com todas as enzimas, após amaciar .....	131
<b>Tabela G.3.</b> Resumo de todos dos ensaios realizados .....	133

## Nomenclatura

$A_{final}$  – Área final da pele em wet-blue após o processo de tratamento ( $ft^2$ )

$A_{inicial}$  – Área inicial da pele em wet-blue antes do processo de tratamento ( $ft^2$ )

$c_p$  – Capacidade calorífica média ( $kJ/kg\ K$ )

$e$  – Energia térmica posta em jogo ( $kcal$ )

$E_{final}$  – Espessura final da pele após o processo de tratamento ( $mm$ )

$E_{inicial}$  – Espessura inicial da pele em wet-blue antes do processo de tratamento ( $mm$ )

$e_{TOTAL}$  – Energia térmica total posta em jogo em cada semana ( $kcal/semana$ )

$H_{final}$  – Humidade da pele em wet-blue após o processo de tratamento (%)

$H_{inicial}$  – Humidade da pele em wet-blue antes do processo de tratamento (%)

$m$  – Caudal mássico de água ( $kg/s$ )

$m_{final}$  – Massa final da pele após o processo de tratamento ( $g$ )

$m_{inicial}$  – Massa inicial da pele em wet-blue antes do processo de tratamento ( $g$ )

$t$  – Tempo necessário para que o volume de água pretendido entre na caldeira ( $min$ )

$T_{entrada}$  – Temperatura da água à entrada da caldeira ( $^{\circ}C$ )

$T_{saída}$  – Temperatura da água à saída da caldeira ( $^{\circ}C$ )

$v$  – Caudal volumétrico ( $m^3/s$ )

$V$  – Volume de água ( $m^3$ )

$\Delta_{área}$  – Variação da área da pele em cada processo, em percentagem

$\Delta_{massa}$  – Variação de massa das peles em cada processo, em percentagem

$\Delta T$  – Variação de temperatura da corrente de água em circulação na caldeira

$\rho$  – Massa volúmica ( $kg/m^3$ )



## Lista de siglas:

<b>ADENE</b>	Agência para a Energia
<b>ARCE</b>	Acordo da Racionalização dos Consumos de Energia
<b>CAE</b>	Classificação Portuguesa de Actividades Económicas
<b>CIE</b>	Consumidora Intensiva de Energia
<b>CTIC</b>	Centro Tecnológico das Indústrias do Couro
<b>ENE</b>	Estratégia Nacional para a Energia
<b>GERIC</b>	Grupo Europeo de Institutos de Investigación del Cuero
<b>GPL</b>	Gás de petróleo liquefeito
<b>PNAC</b>	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
<b>PREn</b>	Plano de Racionalização do Consumo de Energia
<b>SGCIE</b>	Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia



## Capítulo 1 . Enquadramento do trabalho

Na última década, tem-se verificado uma tendência crescente de consciencialização para os problemas ambientais e energéticos, havendo conseqüentemente um aumento da implementação de medidas preventivas e correctivas em todos os ramos da actividade industrial. Assim, os referidos parâmetros começam a ser encarados com a seriedade necessária, permitindo colmatar algumas falhas existentes, ou pelo menos, minimizar os seus efeitos.

Iniciando este trabalho com uma leve abordagem energética, sabe-se que actualmente tem aumentado a preocupação com o uso racional da energia, o que obriga as empresas que pretendem continuar competitivas a utilizar de forma optimizada a energia, em particular as utilidades industriais como a água, a energia eléctrica, a energia térmica e o ar comprimido. Assim, facilmente se compreende a importância e utilidade da realização de um estudo energético numa empresa com o fim de avaliar o uso da energia de forma a melhorar a performance energética da empresa com apresentação de sugestões de melhoria. É precisamente neste ponto que se foca a primeira parte deste trabalho.

Para ser possível situar este projecto no âmbito empresarial, torna-se essencial identificar a indústria que lhe serviu de base, a indústria dos curtumes, na qual se produz couro a partir de pele animal. Esta é uma matéria-prima natural e renovável, sendo a esmagadora maioria das vezes obtida como subproduto da indústria da carne. Tendo apenas esta perspectiva como base, a indústria dos curtumes presta um serviço importante à sociedade pelo facto de dar um destino a um produto que de outra forma seria um resíduo. Mas, como não poderia deixar de ser, toda a acção apresenta vantagens e desvantagens, como vantagens tal como foi referido, é possível utilizar num produto que seria um resíduo e transformá-lo num produto de elevado valor. Por outro lado, esta indústria apresenta sempre gastos muito elevados para minimizar o seu impacto ambiental, já que os efluentes líquidos e os resíduos sólidos são um factor muito relevante. Só para dar uma ideia da dimensão destes resíduos, sabe-se que 1000kg de pele em bruto dão origem apenas a 200kg de couro, sendo os restantes 800kg resíduos. Como tal, estes são os pontos que necessitam de maior supervisão. É no entanto de referir que nesta indústria, como em tantas outras, também será necessária preocupação e algum investimento para controlar as emissões geradas durante o processamento das peles.

Para fazer frente a esta situação foi necessário investir em sistemas de tratamento e gestão dos resíduos gerados, o que levou a um aumento dos custos de produção e consequentemente do preço do produto final, levando a uma menor competitividade [1].

Este produto final tem as mais variadas aplicações, seja no sector do mobiliário, têxtil ou até mesmo do calçado, sendo por isso mesmo, muito versátil. Compreende-se então, que o aumento do preço final só poderá originar uma de duas situações, a substituição do produto por um outro que permitirá o mesmo leque de aplicabilidade associando-lhe um custo inferior, ou então a obtenção de produto com uma qualidade inferior que lhe permitirá continuar no mercado e fazer frente aos seus concorrentes.

É com este dilema que todas as empresas de curtumes se têm vindo a deparar, dia após dia, apostando cada vez mais na diversificação dos seus produtos, e na produção de artigos com diferentes preços, e consequentemente diferentes graus de qualidade, numa tentativa de conseguir obter o maior leque possível de clientes.

O que vem introduzir a segunda vertente deste projecto, que respeita ao desenvolvimento de um novo produto, designado por *floater*. Este apresenta características em tudo semelhantes às do couro comum, com a benesse de apresentar uma densidade substancialmente inferior, isto é permite obter um produto leve, macio e resistente. A importância deste desenvolvimento prende-se essencialmente com a questão de permitir ampliar o seu uso, dado que se conseguirá produtos com a mesma durabilidade, resistência, aspecto e tacto mas muito mais leves. Algo que é cada vez mais solicitado pelas diversas empresas a nível mundial.

### **1.1. A Empresa: Dias Ruivo – Curtumes e Produtos Industriais**

A empresa que permitiu o desenvolvimento deste trabalho, e que forneceu todos os dados necessários, foi a Dias Ruivo – Curtumes e Produtos Industriais, presente na figura 1.1..



Figura 1.1. Empresa Dias Ruivo

A actividade da Dias Ruivo remonta ao ano de 1936, altura em que o funcionamento dos fulões era manual. Mais tarde, em 1945, a nova geração da família assumiu a gestão da empresa e deu início à industrialização e modernização da mesma. Salienta-se o facto da empresa ter tido sempre um cunho muito familiar, conferindo-lhe uma cultura e raízes muito próprias.

De momento, a Unidade localiza-se em Avintes, Vila Nova de Gaia, e tem apostado no aumento da sua competitividade, apresentando produtos cada vez mais inovadores e extravagantes. Esta dedica-se essencialmente à fase de acabamento das peles recebidas, após curtume, conseguindo então apresentar *designs* únicos e criativos.

A empresa já passou por algumas alterações a nível de funcionamento, dado que até há uns anos atrás, laborava de forma contínua, isto é 24h por dia, mas dada a situação mais complicada que os mercados atravessam houve forçosamente uma diminuição das encomendas, e conseqüentemente esse funcionamento passou a ser de apenas 8h diárias, sendo que durante os meses de Agosto e de Dezembro, a empresa fecha para férias.

A empresa tem, ao longo dos anos, dado provas da sua qualidade e excelência sendo por isso mesmo reconhecida mundialmente, participando em feiras um pouco por todo o mundo, destacando-se países como França (Paris), Itália, África (Marrocos) e até mesmo os Estados Unidos.

## 1.2. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos que permitem uma melhor compreensão do trabalho desenvolvido.

No capítulo 1, pretende-se apresentar um breve enquadramento do trabalho, referindo-se os objectivos e utilidade do mesmo e ainda uma breve caracterização da empresa e do produto final que apresenta, bem como os seus objectivos de produção.

O capítulo 2 consiste numa introdução mais aprofundada de cada uma dos temas visados, a energia e os curtumes, apresentando de forma abrangente os avanços e modificações que as duas áreas foram sofrendo ao longo dos anos.

No capítulo 3 apresenta-se uma avaliação energética da empresa. Efectuada com base nas limitações existentes e que sugere algumas medidas de melhoria.

Relativamente ao capítulo 4, é descrito o desenvolvimento de um novo produto, macio e leve, designado por *floater*, que é no momento uma aposta da empresa face às tendências do mercado.

Por último, mas não menos importante, encontram-se no capítulo 5 as conclusões deste trabalho e ainda algumas sugestões de estudos para trabalhos futuros.

## Capítulo 2 . Introdução

Neste capítulo será abordado o sector energético, revelando a sua evolução ao longo do tempo como consequência da preocupação racional da redução de desperdícios.

Seguidamente aborda-se o sector dos curtumes tendo em conta a sua evolução tecnológica, e por conseguinte, o impacto que esta teve na qualidade do produto final e no seu preço. Apresentam-se por isso mesmo, não só inovações tecnológicas mas também processuais, que possibilitam o aparecimento de novos produtos.

### 2.1. Sector Energético

Uma questão que tem estado cada vez mais na ribalta é a dos consumos energéticos deste tipo de indústria e os desperdícios que poderão eventualmente ser reduzidos se houver um maior controlo energético da Unidade.

É no alinhamento da crescente consciencialização energética que surge o projecto RENOVARE, que pretende reforçar a coesão económica e social dos países membros da União Europeia, e tem como participantes grupos de Centros Tecnológicos de Espanha e Portugal. De forma um pouco mais generalista, este projecto tem como intuito, incentivar a aplicação de acções que permitam aumentar a eficiência energética das empresas, levando assim à diminuição dos consumos e custos energéticos, bem como à redução de emissão de gases de efeito de estufa [2].

O referido projecto aplica-se apenas às regiões apresentadas no mapa da figura 2.1., sendo certo que se surtir o efeito pretendido nestas zonas, terá todas as condições para se tornar mais abrangente e ser aplicado/implementado nas diversas empresas existentes.



Figura 2.1. Mapa do interreg do programa RENOVARRE [2]

Para alcançar este objectivo, o projecto RENOVARRE desenvolveu um Guia de Boas Práticas de Medidas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis, com o qual se pretende incentivar as empresas a aumentar a sua eficiência energética, mediante um estudo onde se identifiquem e se implementem os melhoramentos necessários. Para este projecto ter mais impacto seleccionaram-se alguns tipos de indústrias, dos quais se destaca a indústria dos curtumes.

### **2.1.1. Panorama Energético Mundial**

A recessão económica que afecta o mundo, bem como a crescente perda de competitividade das empresas, aliadas à necessidade de criação de práticas industriais amigas do ambiente que permitam não só uma diminuição das emissões poluentes, mas também uma diminuição do consumo de combustíveis fósseis, juntamente com a alta dos preços do petróleo veio colocar na ordem do dia a questão da energia e da sua influência directa no desempenho da economia.

Assim, surgiu a necessidade de reduzir a dependência energética nos países que registam altos valores, e viu-se aumentada a preocupação geral com a contaminação ambiental.

Sabe-se que a nível mundial, tanto o consumo energético como as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes deste consumo apresentam uma tendência crescente no tempo, com um aumento de 22,6% e de 20,9%, respectivamente em 1990 e 2003.

Por outro lado, as reservas de petróleo apresentam uma tendência decrescente, diminuindo neste mesmo período aproximadamente 35%. No presente momento, estima-se que a distribuição dessas mesmas reservas se assemelhe à presente na figura 2.2..

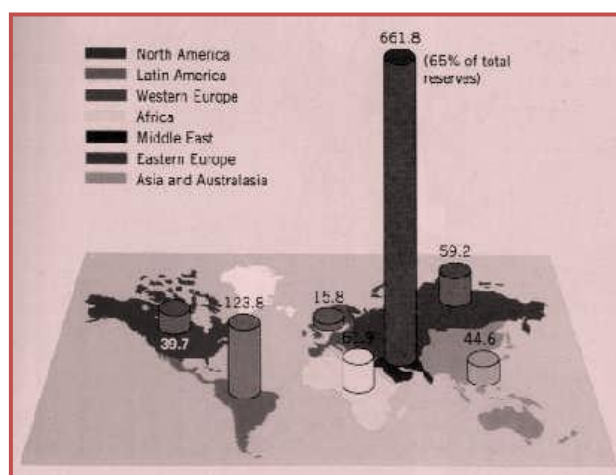


Figura 2.2. Distribuição das reservas de petróleo do mundo <sup>[3]</sup>

No panorama energético mundial, a União Europeia assume um papel de destaque, já que faz parte do grupo dos grandes consumidores de energia, aparecendo logo após os Estados Unidos da América. É ainda um grande consumidor de petróleo, e sabe-se que quase 40% da sua energia provém do petróleo, apresentando uma elevada dependência energética.

Razão pela qual a União Europeia foi pioneira no trabalho para uma eficiente utilização energética, conseguindo manter reduções sustentadas de crescimento do consumo energético e das emissões de CO<sub>2</sub> relativamente a outros países industrializados.

Muito embora tenha conseguido alguns progressos energéticos, salienta-se que a capacidade de poupança energética anual aferida para a União Europeia ronda os 20% da energia consumida, o que indica que ainda é necessário um maior trabalho e empenho para o aumento dessa poupança.

### 2.1.2. Panorama Energético em Portugal

No ano de 2003, o consumo total de energia primária apresentou um aumento de cerca de 46% desde o ano de 1990. De notar que no referido ano, Portugal apresentava uma dependência energética dos combustíveis fósseis, mais concretamente do petróleo, igual a 75% [4].

Segundo estudos realizados, no âmbito do melhoramento energético e da optimização dos recursos, verificou-se que Portugal integra os dez países com maior dependência energética. Apresentando-se em terceiro lugar neste grupo, durante os anos de 2003-2004, com um valor de dependência energética de 96,3% e 94,9%, respectivamente.

Houve no entanto, tentativas de incorporar as energias renováveis no panorama de produção nacional, sendo precisamente isso que a figura 2.3. apresenta.

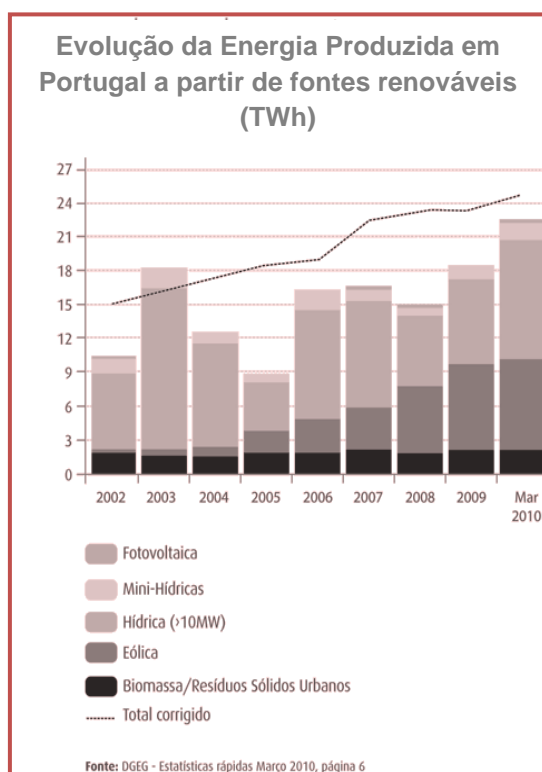


Figura 2.3. Produção de energia TWh no país a partir de fontes renováveis [5]

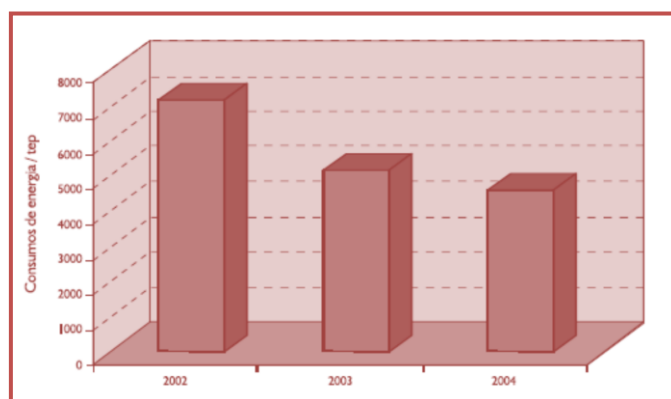
É pelo facto dos dados anteriormente apresentados serem alarmantes, que se dá especial ênfase à extrema necessidade de se realizarem trabalhos no sentido de aumentar a

eficiência energética do País e a utilização de sistemas baseados em fontes de energia renováveis, o que permitirá uma poupança de energia, e conseqüentemente dos seus custos fomentando assim a competitividade das indústrias.

### **2.1.3. Panorama Energético na Indústria dos Curtumes**

Qualquer indústria, independentemente da sua área de actividade, tem associados elevados gastos energéticos. Como tal, a indústria dos curtumes não é excepção e por isso mesmo, apresenta consumos de energia consideráveis.

Com base em estatísticas disponíveis sobre esta indústria, encontra-se na figura 2.4. a variação dos consumos energéticos até ao ano de 2004.



**Figura 2.4.** Consumos de energia nos curtumes entre 2002 - 2004 (excepto energia eléctrica) <sup>[2]</sup>

Tal como se pode verificar pela análise da figura 2.4., os consumos energéticos na indústria dos curtumes vêm apresentando uma tendência decrescente entre os anos de 2002 e 2004, o que se poderá dever à diminuição das unidades industriais em funcionamento e não propriamente a uma utilização mais racional da energia.

Dado que estes dados são referentes a consumos de energia excepto energia eléctrica, será conveniente averiguar a variação do consumo de gás natural e do fuel-óleo, estando esta presente na figura 2.5..

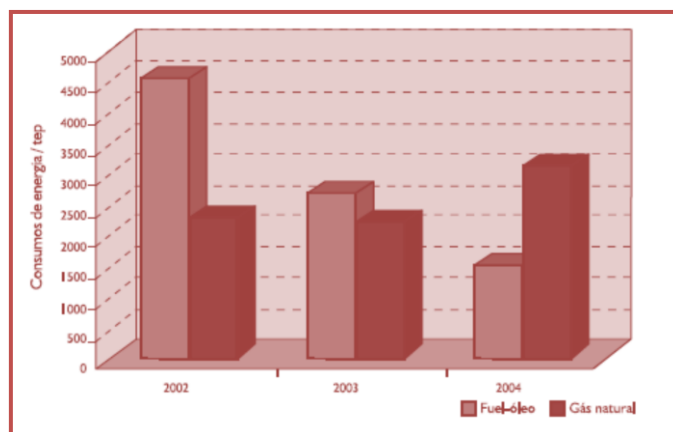


Figura 2.5. Evolução do consumo de Fuel-óleo e gás natural entre 2002 - 2004 [2]

Após a análise da figura 2.5. é possível constatar que há uma tendência para a substituição do fuel-óleo por gás natural. O que é compreensível dado que o gás natural permite obter resultados muito semelhantes ao fuel-óleo a nível de queima, tornando-a no entanto mais limpa, já que não origina resíduos de inqueimados.

Por último, mas não menos importante, apresenta-se na figura 2.6. a distribuição das formas de energia consumidas na indústria de curtumes no ano de 2004, excepto da energia eléctrica.

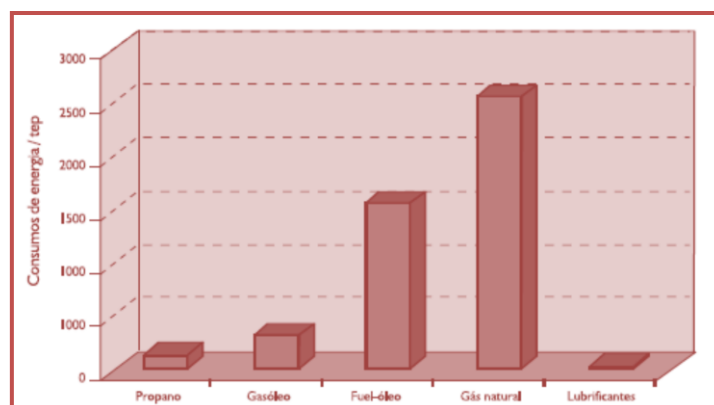


Figura 2.6. Distribuição das formas de energia consumidas na indústria de curtumes em 2004 [2]

É de salientar que neste tipo de indústria a componente de energia térmica se sobrepõe à componente eléctrica, cerca de duas a quatro vezes. Normalmente, a energia eléctrica consumida serve de base aos equipamentos e aos escritórios, enquanto o fuel-óleo e o gás natural são consumidos nos geradores de calor e caldeiras, que se apresentam como equipamentos essenciais e com consumos consideráveis de energia, dependendo estes últimos da produção que se pretende como é óbvio [2].

Tal como foi abordado neste capítulo, sabe-se que há várias formas de energia que são utilizadas neste tipo de indústria, sendo distribuídas pelos mais diversos equipamentos. Esta é a razão pela qual as empresas têm todo o interesse em realizar um levantamento energético, para averiguar se haverá forma de tornar o uso da energia mais rentável, de o otimizar.

Será então útil perceber de que forma é que esse levantamento será realizado. As auditorias energéticas, bem como os levantamentos, têm por base um ciclo de gestão de energia, que se quer eficaz. É esse ciclo, que se pretende resumir na figura 2.7..



Figura 2.7 Ciclo de gestão de energia eficaz

Inicialmente, para o estudo dos consumos energéticos de uma determinada empresa, será necessário realizar uma auditoria à mesma. Será nesta fase que se justificará uma análise cuidada de quais os equipamentos consumidores de energia e ainda os seus rendimentos. Após esta etapa haverá necessidade de implementar um sistema de contabilidade energética, que consiste no preenchimento de mapas de energia eléctrica e térmica. É no

seguimento desta etapa, que surgem os indicadores energéticos, que não são mais do que ferramentas que permitem monitorizar as variações e desvios na eficiência energética da empresa, exemplos destes indicadores são o consumo específico e a intensidade carbónica. Estes últimos serão abordados em capítulos posteriores.

Quando já se possui dados suficientes sobre as necessidades energéticas da empresa, torna-se necessário determinar a sua capacidade de produção energética, com o intuito de comparar os valores e verificar se há possibilidade de diminuir as necessidades energéticas da mesma, ou até mesmo tornar-se mais auto-suficiente no que respeita à sua produção energética [6].

Após proceder ao levantamento energético, e havendo determinado os respectivos indicadores energéticos, será necessário verificar em que patamar se encontra a referida empresa, no que respeita aos seus valores de consumos de energia. Tendo o valor dos consumos apresentados pela empresa, aplicar-se-á um conjunto de regras estabelecidas pelo Governo, que terão que ser ajustadas mediante os seus consumos.

## **2.2. Indústria dos curtumes**

A actividade do curtume, remonta à pré-história, altura em que os nossos antepassados começaram a usar a pele dos animais como agasalho. É certo, que não tinham a técnica aperfeiçoada, provavelmente permitiriam apenas que a pele desidratasse recorrendo a algum tipo de sal, mas o que é facto é que começaram a desenvolver uma actividade que tem vindo a ganhar uma importância extrema para a humanidade.

A nível global, sabe-se que no Egipto antigo foram encontrados pedaços de couro curtido com cerca de três mil anos Antes de Cristo. Também na China, esta actividade, na altura rudimentar, remonta a uma fase muito anterior à Era Cristã. Existem ainda registos, que referem que, tanto babilónios como hebreus, usaram processos de curtimenta, bem como os antigos gregos.

É ainda de salientar que os tão conhecidos pergaminhos utilizados na escrita dos povos passados eram igualmente produzidos a partir de peles de ovelha, cabra ou bezerro.

Compreende-se por isso mesmo, que à medida que o mundo foi evoluindo e crescendo, também os animais se foram multiplicando, e as técnicas foram aperfeiçoadas e estudadas em pormenor, permitindo que esta arte ancestral se tornasse uma actividade tão respeitada

e complexa em todo o mundo. Muito embora a sua origem seja remota, a produção de couros tem presenciado muitas mudanças no que diz respeito a inovações nos processos.

Assim, à medida que aumenta mundialmente a produção de couros, verifica-se um deslocamento da base de produção dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento de forma quase irreversível. Este deslocamento poderá estar relacionado com a disponibilidade de matéria-prima, mercado, custos de produção ou até mesmo com o facto do rigor da legislação existente nesses países não ser tão elevado, no que respeita ao controlo da poluição ambiental. Na tabela 2.1., encontra-se a evolução desta indústria a nível mundial, apresentando-se os biliões de euros associados à sua venda.

**Tabela 2.1.** Evolução da quantidade de couros vendida, apresentada em € <sup>[7]</sup>

Ano	Biliões de US\$	Biliões €
1972	4,0	2,9
1985	16,3	12,2
1992	41,5	30,9
2000	60,0	44,7

Tal como se pode verificar após a análise da tabela 2.1., houve um crescimento muito significativo entre os anos 1972 e 2000, que se estima que tenha rondado uma variação de 4,4 milhões para os 5,8 milhões de toneladas [8].

Alargando a visão da actividade dos curtumes a todo o mundo, constata-se que de facto esta está presente até mesmo nos países mais recônditos, estando todos eles em diferentes pontos de desenvolvimento.

Nos países mais desenvolvidos a preocupação com as questões ambientais tem sido uma constante sendo que o impacto ambiental da indústria está resolvido, existindo já estações de tratamento que se encarregam dos resíduos gerados nas diversas empresas deste tipo de indústria.

Nos países em desenvolvimento, sabe-se que como há um controlo ambiental menos apertado, acontecem situações muito preocupantes. Em muitas indústrias, os efluentes provenientes da fase de curtume, são na maioria das vezes despejados directamente na rede de esgotos, sem haver qualquer tipo de tratamento para a neutralizar, sendo apenas levados a cabo alguns tratamentos para anular a emissão de odores [9].

No entanto, independentemente do país em questão, surgem maiores preocupações com o ambiente, havendo cada vez mais organismos responsáveis pelo controlo da poluição obrigando estas indústrias a terem práticas ambientais melhor implementadas, evitando assim que nos deparemos com a situação existente em Marrocos, presente na figura 2.8..



Figura 2.8. Situação em Marrocos, cidade Fez – secção de curtumes <sup>[10]</sup>

### 2.2.1. A indústria de curtumes nacional

No início da década de 50, havia no País essencialmente quatro núcleos indústrias de funcionamento: Porto, Alcanena, Guimarães e Lisboa sendo estes responsáveis por mais de 90% da produção de curtumes com a maior concentração no Porto. Ao longo dos anos, esta distribuição tem vindo a modificar-se com a perda de peso de todos os núcleos em favor de Alcanena [11].

Esta modificação deve-se essencialmente a quatro grandes mudanças estruturais. A primeira, nos anos 60, prende-se com a evolução tecnológica que, de uma forma geral, marcou a passagem da curtimenta vegetal para a mineral, permitindo a obtenção de um couro com melhores características. A segunda, em meados da década de 70, prende-se com o aumento da procura induzido pelo aumento das exportações de calçado e que

promove um crescimento da indústria na região de Alcanena. A terceira decorreu no final da década de 80 e início da de 90, e teve por base o esgotamento da fase de crescimento, já que se verificou uma intensificação da concorrência internacional proveniente dos novos países industrializados [11].

A quarta começa no final da década de 90, tendo por base a forte concorrência dos países orientais, e gera uma redução substancial das unidades industriais, nomeadamente na região do Porto e Guimarães.

Mais recentemente, com base em informação da APIC, pode dizer-se que apenas existem cerca de 90 unidades industriais em Alcanena, onde se encontra a maior concentração geográfica do país, e 8 unidades no resto do país. No que respeita a dimensão empresarial, sabe-se que apresenta uma grande diversidade, das micro às grandes empresas, apresentando-se com maior peso as PME's – pequenas e médias empresas.

Assim, estima-se que esta indústria gera um volume de negócios anual de 242 milhões de euros, empregando cerca de 3000 trabalhadores directa e 2648 indirectamente, produzindo anualmente cerca de 183 milhões de  $\text{ft}^2$  de peles acabadas (dados de 2002).

Relativamente à obtenção de matéria-prima, sabe-se que esta é essencialmente obtida recorrendo aos mercados internacionais, fruto dos baixos níveis de abate. Então, e muito embora actualmente esta relação já seja mais bivalente, ainda se mantém a tendência de utilização do couro para calçado. Nas figuras 2.9. e 2.10. apresenta-se a evolução da distribuição sectorial do couro acabado em Portugal, nos anos 1992 e 2002, respectivamente [12].

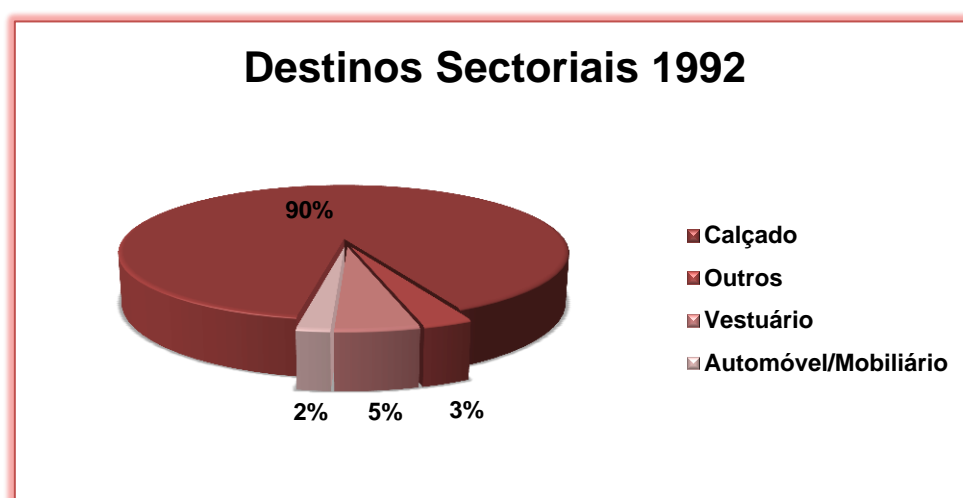


Figura 2.9. Distribuição Sectorial em 1992 [12]

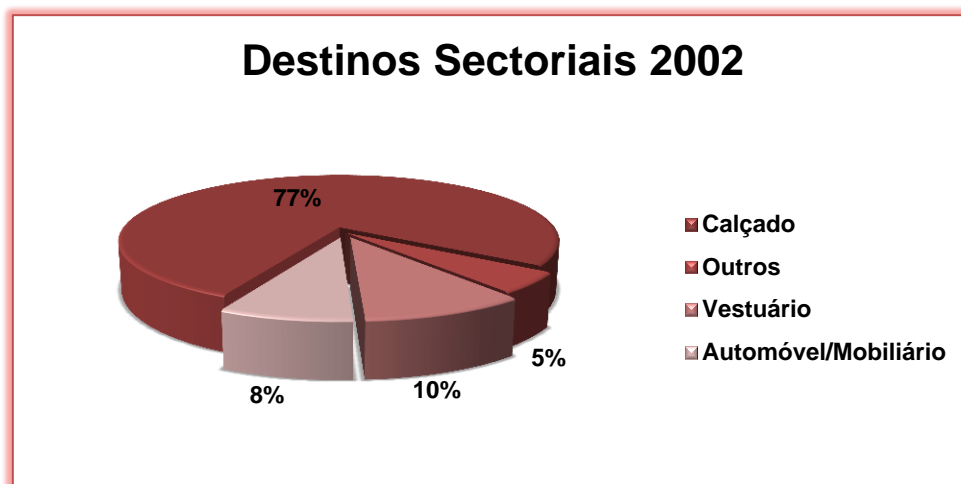


Figura 2.10. Distribuição Sectorial em 2002 <sup>[12]</sup>

Tal como se pode verificar pela análise das figuras 2.9. e 2.10., o sector que continua a ser detentor da maior parcela é o do calçado, no entanto os sectores automóvel e de vestuário, começam também a ganhar terreno, apresentando um aumento considerável no período considerado, o que denota que a indústria também se vai adaptando às exigências do mercado.

### 2.2.2. O processo produtivo da indústria de curtumes

A base do processo produtivo da indústria dos curtumes, é normalmente comum a todas as empresas existentes, podendo haver pequenas alterações. Sabe-se que o processo é dividido essencialmente em três fases:

- Fase de Ribeira
- Fase de Curtume
- Fase de Pós-curtume e Acabamentos

Após a recolha das peles dos animais nos matadouros, para as conservar, procede-se à salga das mesmas, para seguidamente serem transportadas para as diferentes empresas

sendo posteriormente processadas. Precisamente pelo facto das peles se encontrarem na forma salgada, quando são recepcionadas designam-se *wet-salted*.

- **Fase de Ribeira:**

Começa-se então o processamento das peles, após a sua recepção como *wet-salted*, dando início à fase de ribeira. Na figura 2.11., encontra-se um diagrama resumo das etapas desta fase, para ser mais fácil dar seguimento à sua explicação.



Figura 2.11. Diagrama resumo da fase de ribeira

Começando pela **etapa de molho**, esta consiste na inversão do processo de salinização, dissolvendo o sal e re-hidratando a pele. Para acelerar o processo, utilizam-se agentes molhantes, emulsionantes e enzimas em meio aquoso [1].

Segue-se a **etapa de caleiro**, que serve para remover o pêlo – processo denominado de *descabela* ou *depilação* – das peles, o qual é pulverizado e dissolvido num banho de sulfureto de sódio e cal. Estes agentes químicos, têm funções diferentes na remoção de pêlo, já que o sulfureto actua sobre a queratina do pêlo e da camada epidérmica promovendo a sua degradação química, destruindo assim as pontes de enxofre que estabilizam a proteína. Simultaneamente, dá-se a abertura da estrutura fibrosa – designando-se por *relaxamento alcalino* – para facilitar o acesso dos reagentes de curtimenta numa fase posterior. De notar que nesta etapa é também possível utilizar reagentes auxiliares, como é o caso das aminas e da soda [1].

A **etapa** central é a de **descarnagem, aparação e divisão**. É nesta fase que as peles sofrem uma série de operações mecânicas que têm por objectivo remover as partes que não são aproveitáveis [1].

Na descarnagem, são retirados os tecidos adiposos da pele e a matéria subcutânea remanescente, resultando um resíduo sólido – denominado *carnez* ou *tripa*. Pode ainda realizar-se a aparação, que consiste no corte manual das zonas laterais da pele. Já na etapa de divisão, tal como o nome sugere, a pele é separada em duas camadas, uma interior denominada *crute* com menos valor, e outra exterior que constitui a camada principal, que continua na linha de produção. A divisão da pele nesta fase, denominada *divisão em tripa*, é uma operação tecnicamente difícil de realizar, sendo por isso frequentemente operada numa fase posterior do processo, após o curtume. De notar que a maior vantagem da realização da divisão nesta fase, é a obtenção de menor quantidade de resíduos curtidos. Nesta etapa é ainda possível decidir se se vão processar os crutes ou não, para obtenção de pele de menor quantidade [1].

De seguida, encontra-se a **etapa de desengorduramento e confitagem**.

Na desengorduramento, como o nome sugere, realiza-se a neutralização da cal presente na pele, sendo feita de forma gradual e doseada, utilizando para isso, sais de amónio e por vezes ácidos orgânicos fracos. Assim, é possível remover parte substancial dos agentes alcalinos retidos na pele sem que ocorra a perda da estrutura relaxada adquirida na calagem. Na etapa seguinte, a confitagem, que é normalmente realizada no mesmo equipamento, tem por objectivo conferir maciez à pele por acção de amaciadores e enzimas. Nesta fase a pele denomina-se *pele em tripa* [1].

Por último, mas não menos importante, surge a **etapa de desengorduramento**. Esta operação é usualmente realizada no tratamento de peles de suíno, ovino e caprino, sendo omissa quando se pretende tratar peles de bovino. Para se conseguir realizar esta operação, será necessário recorrer a solventes orgânicos ou desengorduramento aquoso. No caso do desengorduramento orgânico, será necessário considerar a geração de resíduos de solventes orgânicos, que constituem o único resíduo considerado perigoso na indústria dos curtumes [1].

- **Fase de Curtume:**

Após a fase da ribeira, segue-se a fase de curtume que é constituída por três etapas fundamentais, tal como se apresenta no diagrama da figura 2.12..

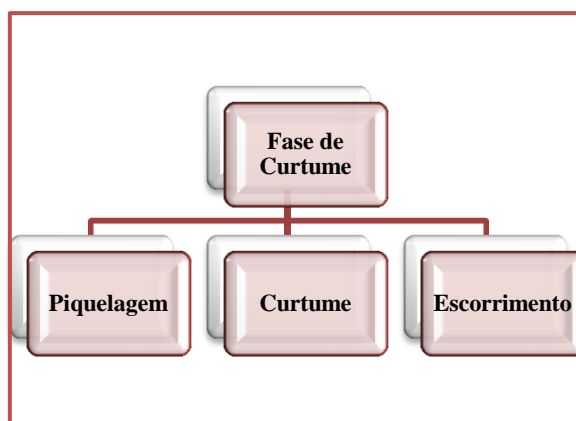


Figura 2.12. Diagrama resumo da fase de curtume

A primeira **etapa piquelagem**, precede o curtume e destina-se a criar as condições físico-químicas para uma eficiente difusão do agente curtiente na pele, evitando a sua imobilização precoce por precipitação. Nesta etapa, utilizam-se um banho com cloreto de sódio, contendo ácidos como o fórmico e o sulfúrico. Esta operação pode estar integrada na operação de curtume. A **etapa de curtume** é a central em todo o processo de curtimenta, em que o reagente curtiente, vulgarmente o crómio adicionado como sulfato básico de crómio, reage com o colagénio da pele, fixando-se na forma de um complexo com os grupos carboxílicos terminais das cadeias de aminoácidos. Esta reacção confere à pele um carácter imputrescível e as propriedades adequadas à posterior utilização. Este processo realiza-se em *fulões*, durante várias horas. São adicionados agentes basificantes lentos, como é o caso do MgO e dolomite, permitindo assim, controlar o pH em limites tais (3 – 4) que permitam maximizar o rendimento da operação, sem que ocorra a precipitação do crómio como hidróxido. Os agentes alternativos ao crómio podem ser igualmente minerais, ou até mesmo baseados em glutaraldeídos e taninos sintéticos. Nesta fase, as peles curtidas ao crómio apresentam uma tonalidade azul, que lhes atribui o nome *wet-blue*, já no caso de outros agentes minerais alternativos, a designação é *wet-white* [1].

Segue-se a **etapa de escurimento**, onde as peles são escuridas recorrendo a máquinas de rolos com feltros para o efeito [1].

- **Fase de Pós-curtume e acabamentos:**

A última fase de processamento de peles antes da obtenção do couro como produto final, é a de pós-curtume e acabamentos. Esta é constituída por seis etapas que de forma sequencial permitem o processamento e diferenciamento das peles, resultando assim várias opções de escolha.

Para resumir esta sequência, apresenta-se o diagrama desta fase na figura 2.13..

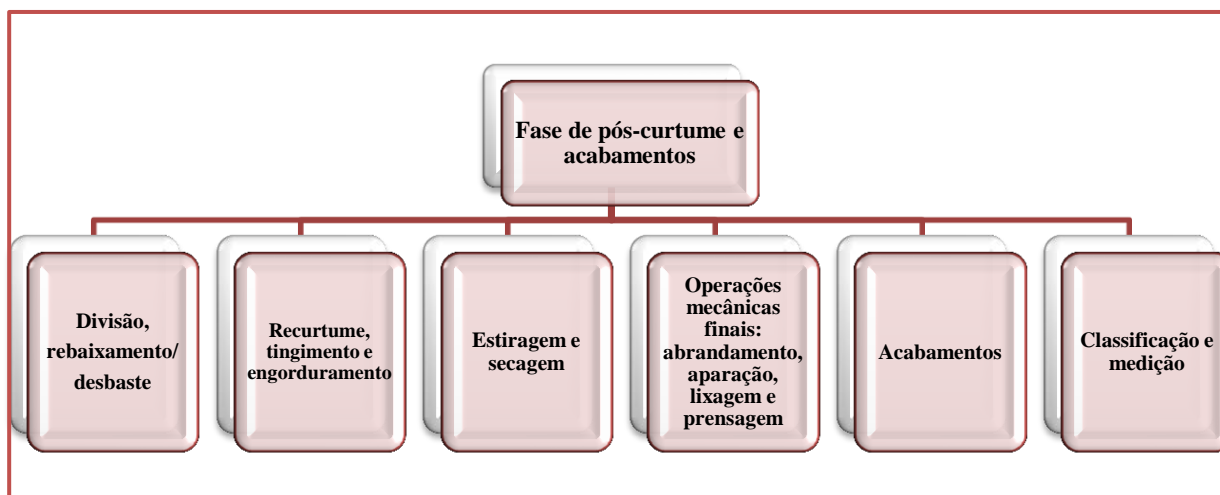


Figura 2.13. Diagrama resumo da fase de pós-curtume e acabamentos

A primeira **etapa** desta fase é a **divisão e rebaixamento/desbaste** que tal como todas as suas subseqüentes, é uma operação que tem por finalidade conferir ao couro a espessura pretendida [1].

Na divisão, é retirada a camada inferior da pele, podendo esta operação ser realizada em alternativa sobre as peles em tripa. No rebaixamento, faz-se o acerto final da espessura da pele por desbaste da parte interior, recorrendo a sistemas de lâminas helicoidais [1].

Estes processos são realizados de forma mecanizada, resultando quantidades importantes de resíduos curtidos de divisão e rebaixamento, denominados em linguagem comum por *raspas azuis* [1].

Segue-se a **etapa de recurtume, tingimento e engorduramento**, que constitui a única etapa húmida da fase de pós-curtume, onde se processa o complemento do curtume utilizando o mesmo ou outros agentes curtientes. É também nesta etapa, que as peles são tingidas com anilinas ou outros corantes, e engorduradas com óleos vegetais, animais ou minerais [1].

Na **etapa de estiragem e secagem**, as peles são estiradas para eliminação de rugas e secas em máquinas de vácuo seguidas de uma secagem natural ao ar. Resulta nesta fase uma pele quase acabada denominada *crust* [1].

A **etapa de operações mecânicas: abrandamento, aparação, lixagem e prensagem**, destina-se a conferir as propriedades finais à pele e a eliminar defeitos ainda existentes. Quanto a resíduos, destacam-se as *aparas azuis* produzidas na aparação e as *poeiras* resultantes da lixagem [1].

A **etapa de acabamentos**, é a que permite conferir determinadas características à pele que estipulam a sua aparência final, de acordo com a utilização, como seja o caso da cor superficial, maciez, brilho, entre outras. Para o efeito, utilizam-se agentes de superfície usuais – tintas e graxas à base de resinas, pigmentos, caseínas, ceras – cujos desperdícios constituem resíduos do processo (mas não têm a mesma relevância que outros anteriormente referidos, já que se consideram quantidades pouco significativas) [1].

A última **etapa** de todo o processo é a **classificação e medição**, onde as peles são classificadas e medidas para serem comercializadas [1].

### **2.2.3. Conservação da pele**

Sendo a pele uma substância orgânica, no seu estado natural, e devido à contaminação produzida pelos germes do ambiente, os insectos e os resíduos que existem nos solos dos matadouros, sofre uma degradação cuja intensidade depende da temperatura ambiente, grau e tipo de contaminação bacteriana e do tempo que está submetida a estes factores.

Na degradação de uma pele podem destacar-se e distinguir-se dois aspectos:

- ✓ A autólise produzida pelas próprias enzimas que contêm as células da pele;
- ✓ A putrefacção provocada pelo crescimento bacteriano.

Estes processos de ataque bacteriano e autólise têm início a partir do momento em que se procede à esfola do animal, sendo ainda passível de sofrer estes ataques durante a fase inicial de conservação.

Sabe-se ainda, que as peles obtidas nos meses de verão apresentam mais defeitos que as obtidas nos meses de inverno, o que seria de esperar dado que as temperaturas mais elevadas favorecem o desenvolvimento das bactérias [13].

São conhecidas várias formas de conservar as peles, encontrando-se na figura 2.14. um resumo das mesmas.

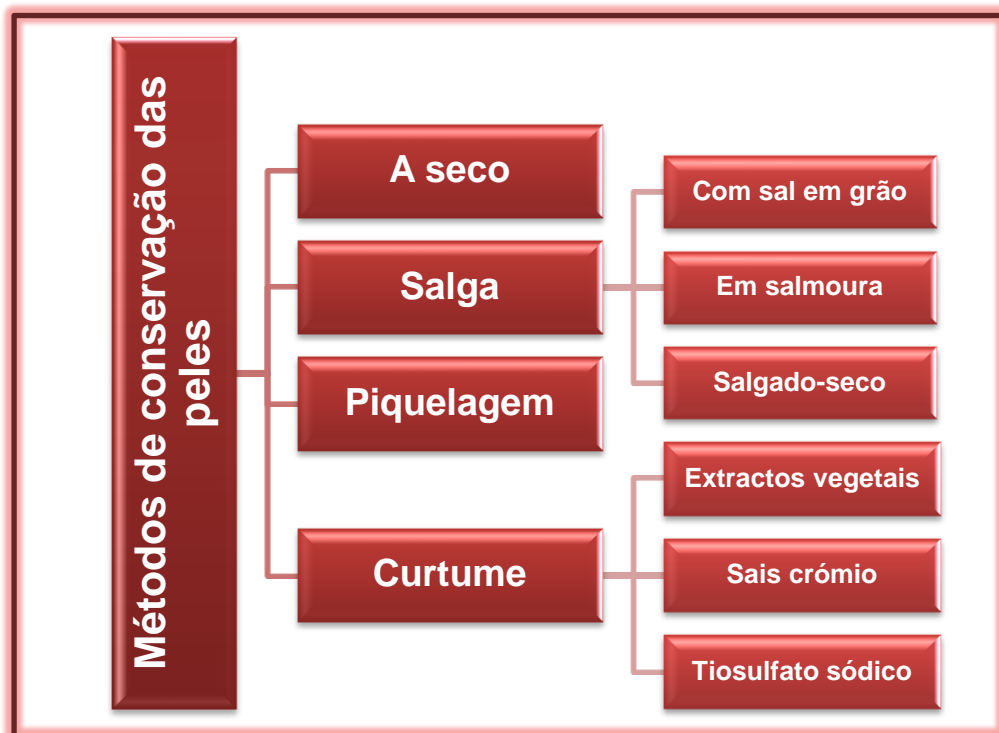


Figura 2.14. Vários tipos de métodos de conservação das peles [13]

A escolha do método de conservação das peles, depende essencialmente das condições climáticas, da existência de sal em abundância e do seu preço e de questões que alteram consoante o local, o animal e o produto desejado.

### **2.3.3.1. Conservação das peles – preparação**

Como se compreende, para se conseguir uma pele de qualidade, é necessário que durante a esfolação do animal e as etapas iniciais esta não fique contaminada, ou caso não seja possível evitar pelo menos reduzir a sua extensão. Para isso, é recomendável que as peles sejam colocadas em cestos ou recipientes adequados de forma a não entrarem em contacto com o solo.

Já na secção de conservação, as peles são estendidas numa plataforma com o lado da carne para cima de forma a ser possível recortá-la. É nesta fase, que todas as partes que não servem directamente para a obtenção de couro são retiradas, assim como o máximo de gordura existente, que esteja agregada à pele. Salienta-se que é de extrema importância que esta etapa seja conseguida muito próximo da perfeição, já que se se mantiverem na pele, estas substâncias impedem o sal de penetrar na pele em profundidade podendo assim originar focos infecciosos que danificarão toda a peça.

Actualmente é muito comum, realizar a etapa de descarna na pele verde, pois embora seja um processo mais complicado a nível técnico, é muito eficiente no combate ao ataque de contaminações. Outra acção muito relevante, é um banho com água fria e isenta de bactérias, devendo-se escorrer as peles antes de começar a conservação propriamente dita. Este último passo, permite reduzir alguma sujidade que a pele apresente e eliminar resíduos e restos soltos que se depositaram sobre a mesma.

Antes ainda da conservação, e após estes passos iniciais, são então eliminadas todas as partes de pele que circundam os orifícios que não servem para comercialização, sendo elas: a cabeça (orifício dos olhos, orelhas, nariz e boca), as patas (dianteiras e traseiras) e ainda a cauda [13].

Após estas etapas segue-se então a escolha do método de conservação, explicando-se cada um deles seguidamente.

### **Conservação por secagem:**

Este tipo de conservação consiste na preservação da pele pela diminuição da humidade, evaporando a maior parte do conteúdo de água que esta possui, diminuindo assim a putrefacção da pele por acção do desenvolvimento dos microorganismos.

Considera-se que quando a pele apresenta uma percentagem de água inferior a 15%, se encontra protegida do crescimento dos germes e conseqüentemente protegida da putrefacção.

Selecciona-se esta forma de conservação essencialmente em países em que o sal apresenta preços demasiado elevados ou ainda, em países que apresentem uma atmosfera amena, humidade relativa do ar baixa e ventos moderados a fortes [13].

### **Conservação por salga:**

Outra forma de conservação das peles, a mais comum, é utilizar sal nas suas diversas formas, sendo o principal componente o cloreto de sódio, que é também muito utilizado na conservação de alimentos.

Este método inibe a acção autolítica das enzimas da pele, provavelmente por efeito salino, e para além disso consegue ainda evitar o desenvolvimento das bactérias responsáveis pela putrefacção. Recorrendo à salga das peles, elas mantêm-se em boas condições durante 2-3 anos, não sendo no entanto, recomendável alargar tanto o período de conservação [13].

A quantidade de sal a adicionar varia consoante o animal em questão, a espessura e o tamanho da sua pele e ainda o tipo de sal.

Quando o número de peles disponíveis é considerável, podem-se empilhar as peles, não entrando em contacto com o lado interno da pele seguinte. É comum enrolar ligeiramente as extremidades da pele, para que não diminua o sal da pele favorecendo uma maior absorção do sal pela pele. Quando se coloca a última pele, espalha-se uma capa grossa de sal na sua superfície superior, completando a pilha de peles.

O processo de absorção do sal e diminuição da humidade, continua por tempo indefinido, com uma velocidade de absorção progressivamente menor. Na prática, considera-se que este processo está completo após um período de 30 dias a partir do momento em que se acaba a pilha de peles.

Embora este método seja amplamente utilizado, é necessário ter em conta determinadas condições de forma a otimizar e garantir a qualidade do processo. Um factor relevante a ter em conta neste método, é a presença de tecido adiposo nas peles, já que a absorção do sal é realizada pelo lado de carne, e assim sendo, a presença de tecido adiposo pode colocar em causa todo o processo.

Outro parâmetro importante é a quantidade de sal, que é suposto seja superior a 25% e inferior a 50% do peso da pele em bruto [13].

#### **Conservação por piquelagem:**

Um processo de conservação muito normal na indústria das peles, é o sistema de piquelagem, muito utilizado em peles ovinas. Muitas peles pequenas são importadas, conservadas por este método. Este sistema de preservação das peles, é também utilizado no caso das peles bovinas quando é suposto estas viajarem de um país para outro, embora seja uma actividade muito pouco relevante, sendo utilizado este método após todo o tratamento da fase de ribeira [13].

Esta operação de piquelagem, consiste essencialmente em tratar as peles com uma solução de cloreto de sódio à qual normalmente se acrescenta ácido sulfúrico. Quando o sal e o ácido atravessam a pele, estas são escorridas e secam, procurando manter e temperatura relativamente baixa e eliminar as correntes de ar, com o objectivo de evitar uma secagem parcial [13].

#### **Conservação por curtume:**

A última forma de conservação de peles que se irá abordar, será o curtume. Os sistemas de conservação por esse método exigem que as peles tenham previamente sido sujeitas à fase de ribeira – mais concretamente, molho, descabelamento, caleiro, descarnagem,

desencalagem, purga e desgorduramento – e ainda ao curtume com extractos vegetais, com sais de crómio ou até mesmo com enxofre (tiosulfato sódico) sempre precedido da piquelagem adequada [13].

### 2.2.3. O impacto ambiental da indústria de curtumes

O processo produtivo descrito anteriormente gera uma carga poluente elevada, quer ao nível de efluentes líquidos quer ao nível de resíduos sólidos, e ainda considerável em termos de efluentes gasosos. Alguns dos contaminantes são considerados muito tóxicos como é o caso do sulfureto e do crómio, este último só é utilizado na indústria de curtumes no estado trivalente, sendo a sua toxicidade conhecida apenas no estado hexavalente.

Na figura 2.15. mostra-se a carga poluente – efluentes e resíduos sólidos – correspondente ao processo produtivo descrito [14].

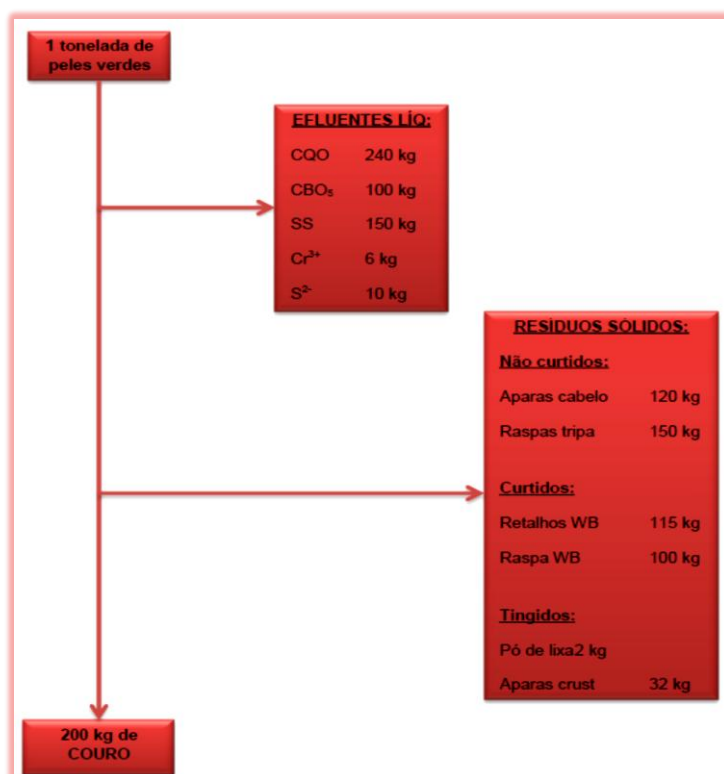


Figura 2.15. Carga poluente da indústria de curtumes

Tal como se pode verificar após a análise da figura 2.15., a carga poluente dos efluentes líquidos é muito elevada, correspondendo à expectativa natural da análise da descrição do processo produtivo, como exemplo, a consideração das três fases de fabrico seguintes aponta para os resultados apresentados:

- ✓ Molho: devido à eliminação do sal utilizado na conservação e de toda a sujidade apresentada pela pele em bruto;
- ✓ Caleiro: processo onde a epiderme e o pêlo são eliminados, através da utilização do sulfureto de sódio;
- ✓ Piquelagem e curtume: dada a utilização de cloreto de sódio e crómio.

Ao se referir que a Indústria de Curtumes contribui bastante para a poluição do meio ambiente, convém salientar que esta indústria trabalha já com um subproduto dos matadouros, transferindo assim para si este problema.

O tratamento e o controlo da poluição proveniente das descargas de resíduos industriais estão cada vez mais presentes na política industrial, uma vez que se assiste a uma crescente preocupação com o impacte ambiental.

Para a indústria de curtumes este problema é acentuado, dado que a necessidade de cumprimento da legislação vigente, tem provocado importantes acréscimos nos custos de produção do sector, comprometendo a sua competitividade, nomeadamente em relação aos países Asiáticos e do Médio Oriente. As medidas de carácter curativo são perfeitamente conhecidas por parte dos industriais, mas relativamente a medidas internas de prevenção ou eliminação – tecnologias mais limpas – existem situações diferentes – desconhecimento, investigação e aplicação prática.

#### **2.2.4. Inovação tecnológica na indústria de curtumes**

Nos últimos anos, tem sido feito muito trabalho de investigação dirigido para a indústria de curtumes a nível nacional e internacional com especial incidência nos problemas ambientais. São apontadas várias soluções, a vários níveis: processo produtivo, resíduos sólidos e efluentes, que, em alguns casos, estão interligadas.

Ao nível do processo produtivo, tem sido sugerida a descarna em cabelo, já em prática em alguns casos, pois permite a obtenção dum resíduo, raspa cabelo, numa forma natural, sem estar contaminado com o sulfureto de sódio [15]. Na depilação aponta-se para produtos alternativos que permitem a redução do sulfureto de sódio, como por exemplo, aminas, organo-sulfurosos, polissacarídeos, enzimas e outros; em simultâneo, toma cada vez mais forma a utilização da depilação sem destruição do pêlo que conduz à minimização da carga orgânica do efluente [16, 17, 18].

Na desencalagem, a utilização do dióxido de carbono em substituição parcial dos sais de amónio contribui para a diminuição do azoto amoniacal [19].

A utilização de agentes complexantes, basificação mais eficiente e o recurso a sistemas de reciclagem do crómio têm contribuído para minimizar o teor de crómio nos efluentes [20, 21, 22].

A procura de alternativas ao crómio, com recurso ao glutaraldeído a novos agentes reticulantes, a outros metais como o titânio e o alumínio, tem sido intensificada nos últimos anos, estando a ser praticada em alguns casos pontuais [23, 24, 25, 26].

O recurso a processos compactos de recurtume e engorduramento, e a produtos especiais de base acrílica para as mesmas fases, contribui para diminuir a carga poluente proveniente da tinturaria. A substituição de acabamentos de base solvente por acabamentos aquosos, em franco progresso nos últimos anos, diminui a contaminação atmosférica [27, 28, 29].

Ao nível dos efluentes líquidos, tem sido feito muito trabalho apontando para três direcções: tratamento final do efluente global, tratamento de efluentes parciais e reciclagem de banhos. A introdução de novas tecnologias no tratamento dos efluentes da indústria de curtumes tem sido sugerida: a electro-coagulação, a tecnologia das membranas, e novas formas de tratamento biológico aeróbio e anaeróbio [30, 31].

A reciclagem directa do banho de caleiro tem sido praticada, nomeadamente no Brasil. No entanto, este processo tem apresentado alguns problemas relacionados com o controlo dos banhos e com a qualidade do couro. A sua utilização pode ser incrementada com o avanço do processo de depilação sem destruição do pêlo. Tradicionalmente, os efluentes contendo sulfureto são previamente tratados por oxidação catalítica pelo ar, utilizando sulfato de manganês como catalisador. A possibilidade de tratar estes efluentes por digestão anaeróbia e recuperar o sulfureto foi sugerida recentemente. O recurso à ultrafiltração para purificar os banhos de caleiro é uma possibilidade que tem sido considerada. A reciclagem do banho de curtume tem vindo a ser praticada de diversas formas: directamente ou indirectamente por precipitação e redissolução do crómio. Contudo, estes sistemas têm

apresentado alguns problemas quando se pretende uma boa qualidade do couro. A recuperação do crómio por permuta iónica tem vindo a ser cada vez mais estudada de modo a obter um licor de crómio mais puro [32, 33, 34].

Os resíduos sólidos da indústria de curtumes têm sido alvo de muito trabalho e investigação, com resultados positivos em alguns casos. O pêlo proveniente da depilação tem sido estudado como fertilizante, e utilizado para a produção de energia por digestão anaeróbia. A raspa tripa tem sido estudada para obtenção de gordura e utilização como fertilizante. Os retalhos tripa têm sido estudados e utilizados para a obtenção de gelatinas e colas. A compostagem dos resíduos não curtidos tem sido estudada com resultados positivos. A digestão dos resíduos cromados, raspa e retalhos wet-blue, tem sido estudada com bons resultados. A utilização de raspa e retalhos wet-blue e vegetal na produção de aglomerados tem vindo a ser praticada. A recuperação de crómio e obtenção de energia por combustão dos resíduos curtidos como a raspa wet-blue, as aparas wet-blue, crust e acabadas, o pó da lixa tem sido alvo de intensa investigação nos últimos anos. A investigação da pirólise para obtenção de carvões activados a partir de resíduos cromados da indústria de curtumes tem sido efectuada [19, 35, 36, 37, 22, 38, 25, 17, 39, 40].



## Capítulo 3 . Avaliação Energética

### 3.1. Processo Produtivo Dias Ruivo

Dado que na Dias Ruivo, o ponto forte é a inovação e criatividade, então facilmente se compreenderá que o seu processo produtivo dê ênfase ao trabalho de tratamento e embelezamento da pele. Assim, a empresa adquire a pele após as fases de ribeira e de curtume, centrando-se na fase de pós-curtume e acabamentos.

Recebe então a pele já trabalhada, podendo apresentar três formas:

- Em cabelo, reencaminhando-as posteriormente para a Gama Própria, Indústria S.A., que as transforma em *wet-blue*;
- Em *wet-blue* ou *wet-white* (de notar que as diferentes designações da pele, se baseiam no processo de curtume e seu efeito na coloração);
- Em crust, encontrando-se pronta a pintar.

Muito embora receba as peles nas três formas, 90% das peles recepcionadas pela Dias Ruivo, encontram-se no estado de *wet-blue*, isto é, previamente curtidas ao crómio. Nesta fase as peles não possuem as propriedades necessárias à confecção dos artigos a que se destinam, uma vez que apresentam um conteúdo de água de 50 a 60%, pelo que terão de sofrer determinados processamentos para a tornar apta a ser utilizada na confecção dos artigos pretendidos.

Apresenta-se na figura 3.1., o diagrama de blocos do processo que permitirá uma melhor visualização e entendimento do processo.

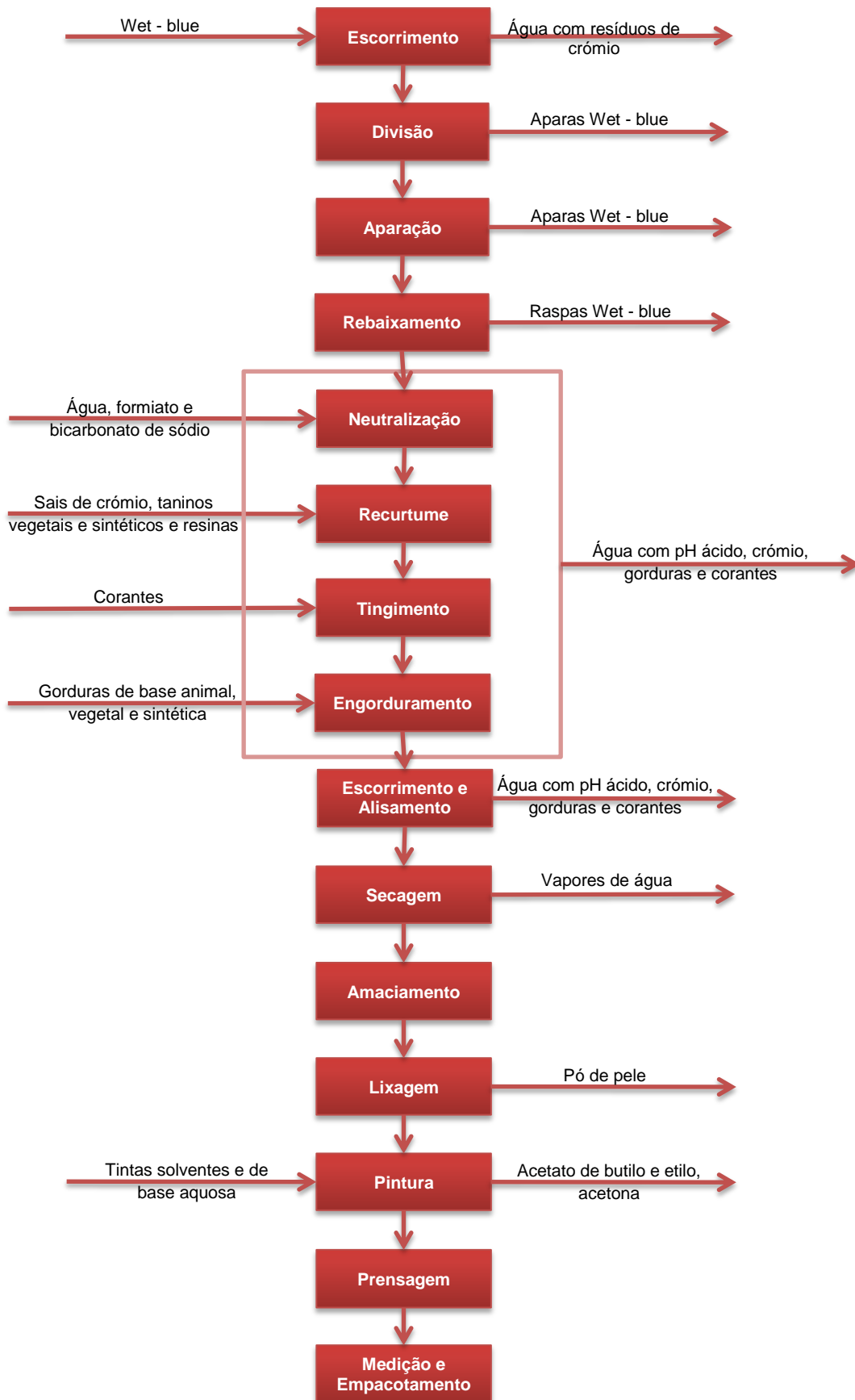


Figura 3.1. Diagrama de blocos do processo de fabrico da empresa Dias Ruivo

Dado que as operações apresentadas na figura 3.1. são muito variadas, de seguida far-se-á uma breve descrição individualizada.

Começando pelo **escorrimento**, é uma operação mecânica na qual se faz passar a pele no estado de *wet-blue* por uma prensa de rolo, tendo por objectivo remover parte da água facilitando o trabalho das fases seguintes.

Segue-se a etapa de **divisão**, na qual a pele curtida é dividida em duas folhas por acção de uma lâmina de aço. A espessura de corte da divisão pode variar entre 0,6 a 3 mm, sendo nesta fase que se separa a parte externa (*flor*) da parte interna (*crute*). A parte principal – pele – pelo facto de apresentar grandes dimensões, será ainda cortada longitudinalmente para facilitar os processos subsequentes.

Quanto à **aparação**, é uma operação que consiste numa ligeira aparação dos bordos da pele com defeito para melhorar o seu aspecto e facilitar as operações seguintes. Este é um processo que se realiza manualmente.

Logo de seguida, a pele é enviada para a secção de **rebaixamento**, onde se raspam as peles, tanto a *flor* como o *crute*, por meio de um rolo de lâminas de forma a acertar e uniformizar a espessura de acordo com a exigência/necessidade do cliente.

Para adquirir as características próprias como a textura, a cor e a aptidão para lixagem, a pele é encaminhada para um fulão (representado na figura 3.1. por um rectângulo), onde é sujeita aos seguintes tratamentos em meio aquoso: neutralização, recurtume, tingimento e engorduramento. Estes tratamentos podem ser precedidos de lavagens sendo por último efectuada uma lavagem geral.

A **neutralização** tem como objectivo a eliminação de ácido livre contido na pele. O acerto do pH pode ser feito com bicarbonato e formiato de sódio, para valores entre 4,5 e 6,0 que permitem os tratamentos posteriores.

O **recurtume** destina-se a conferir à pele a textura pretendida e características como: aptidão para a lixagem, enchimento, maciez, elasticidade, etc. No fulão adicionam-se uma série de produtos químicos que englobam sais minerais (normalmente sais de crómio), resinas acrílicas, resinas de ureia formol, taninos vegetais (como é o caso do extracto de mimosa e de quebracho), taninos sintéticos e aldeído glutárico.

O **tingimento** é efectuada no mesmo banho que o recurtume, sendo adicionados os corantes apropriados ao fulão a temperaturas elevadas, tingindo assim a pele à cor desejada. Este processo, permite não só tingir a superfície da pele como impregnar os corantes através da sua espessura, para verificar se o corante efectivamente penetrou e

impregnou bem a pele, é necessário realizar o teste do corte, que consiste em cortar um pedaço de pele após ter sido tingida, verificando se o corante a trespassou na totalidade ou não.

De seguida, surge o **engorduramento**, etapa na qual se lubrificam as fibras da pele de forma a lhes conferir resistência, maciez e maleabilidade recorrendo para isso a gorduras de base animal, vegetal e sintética. De referir que, por norma, o engorduramento com gorduras vegetais leva a uma pele mais atractiva e perfeita, porém apresenta maiores limitações no que toca à temperatura dos processos. Esta operação, por vezes, ocorre em simultâneo com a anterior.

Surge de seguida o **estiramento**, que tem por objectivo espremer e alisar as peles em simultâneo, permitindo assim, reduzir a sua humidade ao mesmo tempo que atenua as rugas e outras irregularidades.

Quanto à **secagem**, é uma etapa que não necessita de grandes explicações, serve essencialmente para secar a pele, e pode ser realizada em vácuo ou numa estufa que apresenta uma temperatura um pouco acima da temperatura ambiente.

O **amaciamento**, é a operação que sucede a secagem, e consiste no batimento mecânico da pele com o objectivo de a tornar mais macia por massagem das fibras da pele.

Após ter sido amaciada, a pele é encaminhada para a **lixagem**, onde a acção mecânica de uma lixa, sobre o lado da carne, melhora a sua apresentação final.

De seguida, a pele passa pela **pintura**, onde dependendo das especificações da encomenda, poderá adquirir os mais diversos padrões e cores.

Na fase de **prensagem**, a pele sofre a aplicação de pressão, numa prensa que poderá ser de pratos ou contínua, com o objectivo de conseguir efeitos superficiais do couro, como o brilho, o tacto e a gravação.

Por último, para a pele estar pronta a ser entregue aos clientes, passa por uma fase de **medição, empacotamento e armazenagem**, onde é catalogada e armazenada consoante a sua área (normalmente em ft<sup>2</sup>).

Tal como se pode perceber, todo o processo necessita dos mais variados equipamentos, pelo que se compreende a necessidade de monitorizar os consumos de todos os equipamentos, de forma a controlar o seu uso.

### **3.2. Enquadramento da empresa**

Uma das fases deste projecto, foi a realização de um levantamento energético da empresa. Como já foi referido em capítulos anteriores, esta dedica-se ao processamento de peles, focando-se essencialmente nos processos de pós-curtume e de acabamento. Para isso, possui uma área fabril, onde são levados a cabo todos os processamentos mecânicos e químicos das mesmas. É nessa área que se torna fundamental fazer o levantamento energético, para verificar até que ponto a energia está a ser correctamente utilizada, e ainda, se será possível otimizar a sua utilização.

### **3.3. Caracterização do consumo energético da empresa**

Salienta-se que os cálculos e dados de apoio a este estudo se encontram nos Anexos A e B, para os anos de 2010 e 2011 respectivamente.

Para se caracterizar o consumo energético da empresa, foi necessário determinar qual o peso relativo de cada tipo de energia no total dos gastos energéticos. Sabe-se que os tipos de energia utilizados na Dias Ruivo são a energia eléctrica (E.E.), o gás natural (G.N.) e ainda o gás de petróleo liquefeito (designado por GPL).

Assim, apresenta-se na figura 3.2. a estrutura do consumo energético final para o ano de 2011, os dados de apoio encontram-se no Anexo B.1..

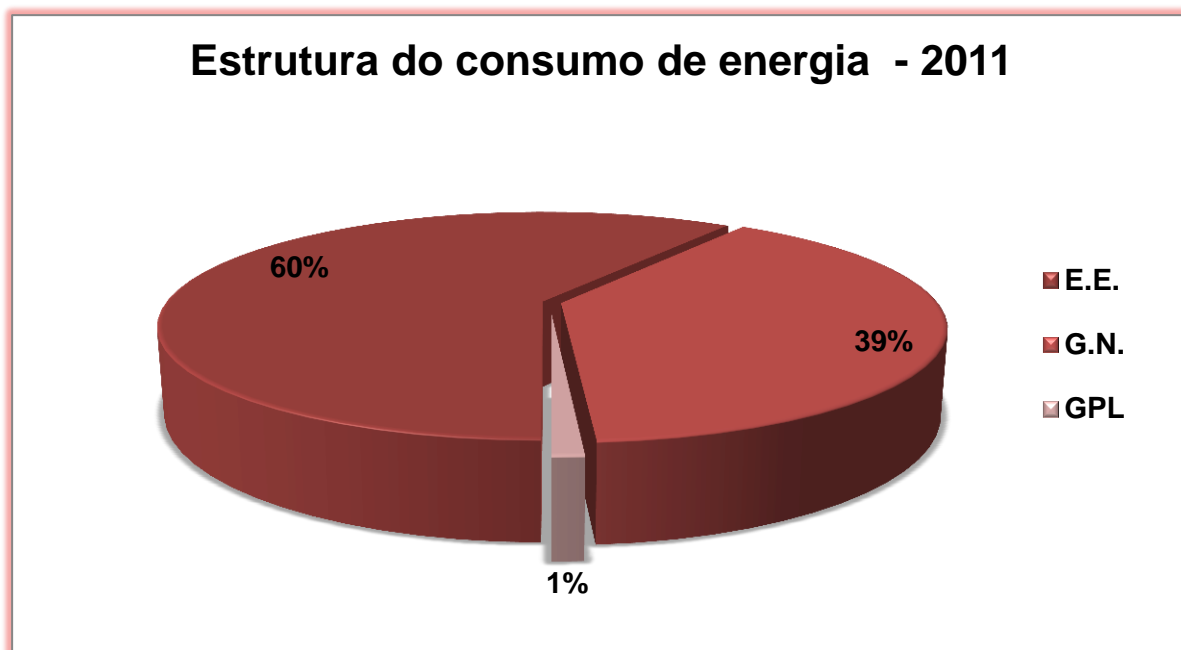


Figura 3.2. Estrutura do consumo energético da empresa para o ano de 2011

Pela análise da figura 3.2., verifica-se que a energia eléctrica apresenta maior percentagem que os restantes tipos de energia, seguido do gás natural, apresentando-se em último lugar o GPL. É de salientar que o GPL se apresenta como desprezável pois apenas é utilizado como combustível para os empilhadores funcionarem, enquanto a energia eléctrica (E.E.) e o gás natural (G.N.) são requeridos na quase totalidade dos equipamentos, aquando do seu funcionamento.

Para além do peso relativo dos diferentes tipos de combustível no consumo energético global final da empresa, também se torna importante transpor para a forma gráfica a variação de energia consumida ao longo de um ano. Encontra-se então na figura 3.3. a representação gráfica dos valores dos consumos globais da empresa, onde será possível uma análise mensal dos consumos, os respectivos dados de apoio encontram-se no Anexo B.1.

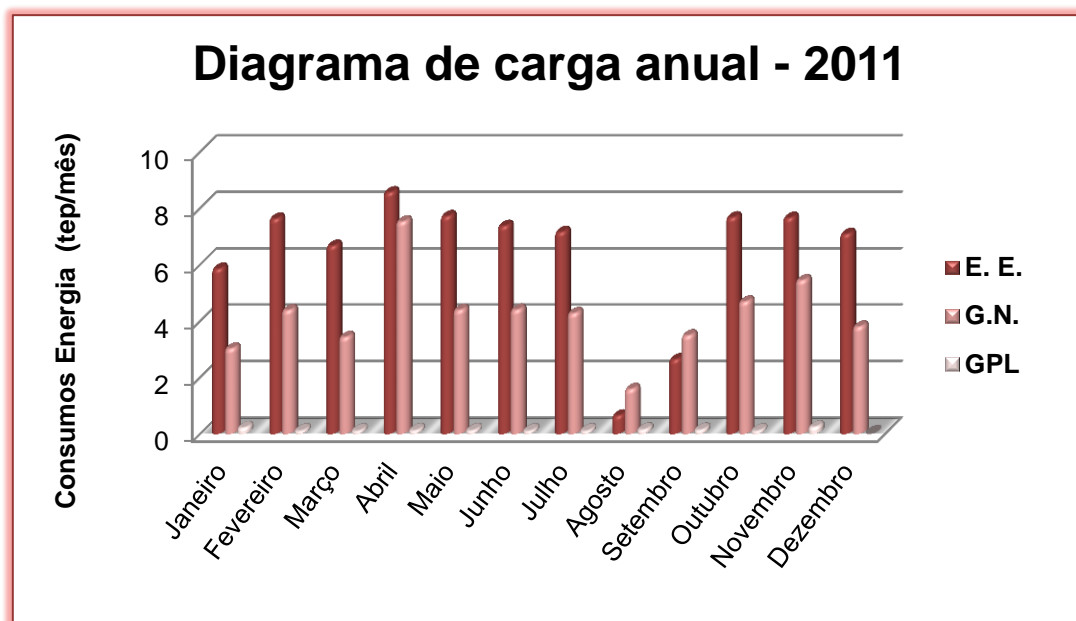


Figura 3.3. Diagrama anual da Empresa

Pela análise da figura 3.3., verifica-se que são os meses entre Fevereiro e Julho, e seguidamente os meses entre Outubro e Dezembro, que apresentam maiores consumos energéticos, todos eles ultrapassando os 6 tep/mês, o que se pode eventualmente dever ao facto dos referidos meses surgirem como meses de maior trabalho. Sabe-se que a indústria dos curtumes, mais concretamente a Dias Ruivo, produz artigos únicos que são um grande atractivo para o mundo da moda, e este sector necessita destes artigos em maior quantidade nos meses relativos à preparação das colecções Primavera – Verão e Outono – Inverno, sendo a primeira responsável pelo aumento dos consumos nos meses entre Outubro e Dezembro e a última pelos consumos dos meses entre Fevereiro e Julho.

É ainda de salientar que o consumo de energia eléctrica se destaca quando comparado com as restantes, sempre acompanhado pelo consumo de gás natural.

### **3.4. Avaliação dos principais indicadores energéticos**

Caracterizada a estrutura de consumo da empresa, foi necessário avaliar o consumo de energia em função da produção, para isso, recorrendo ao Decreto – Lei nº 71/2008, de 15

de Abril, analisaram-se os dois indicadores energéticos mais usuais, o consumo específico e a intensidade carbónica da empresa.

Para o efeito, considerou-se a produção total da empresa e os consumos de energia globais, e ainda as emissões de CO<sub>2</sub> resultantes do processo, para a determinação do consumo específico e da intensidade carbónica, respectivamente.

De forma a permitir a concepção de um Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), começou-se pela recolha de alguns elementos necessários à sua elaboração, nomeadamente, a determinação dos consumos fixos da empresa. Desta forma, apresenta-se na figura 3.4. a variação do consumo de energia com a produção, cujos dados de apoio se encontram mais detalhadamente no Anexo B.2.

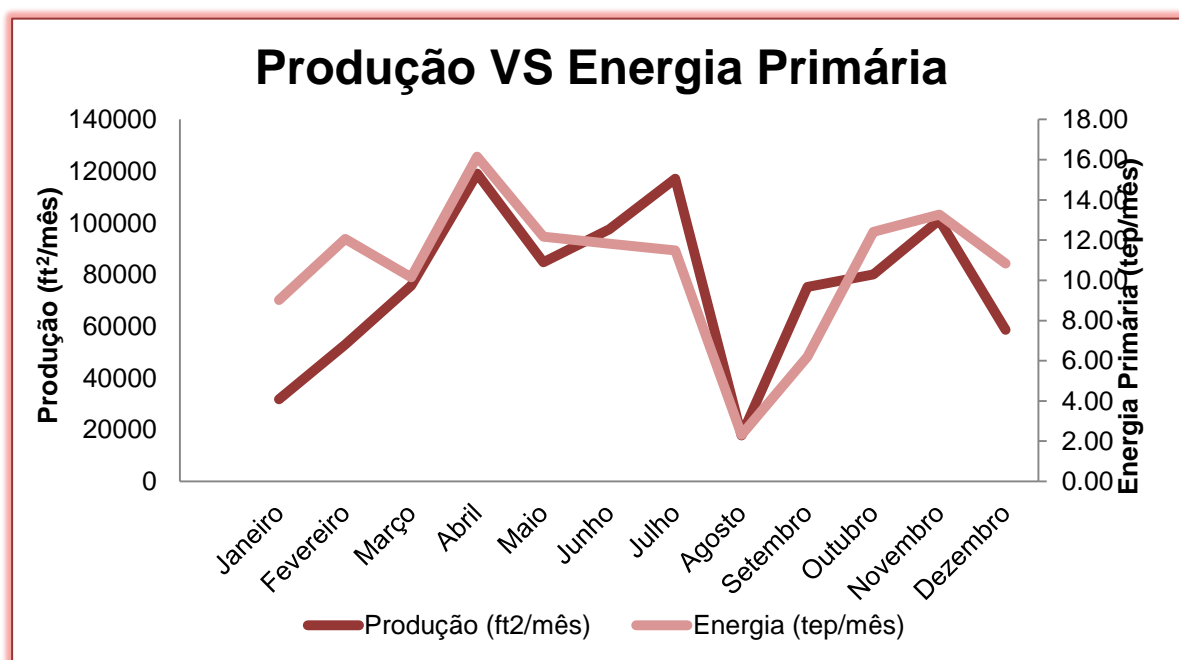


Figura 3.4. Consumos energéticos VS Produção

Recorrendo à figura 3.4., foi possível analisar a variação do consumo de energia com a variação da produção, permitindo assim verificar que como seria de esperar, nos meses de verão, mais concretamente de Julho a Setembro, a produção diminui e conseqüentemente os gastos energéticos também diminuem.

Sabe-se que no ano de 2011, a Empresa Dias Ruivo laborou 225 dias úteis, o que corresponde a um consumo energético anual de 128 tep/ano, o que corresponde a um

consumo fixo médio mensal de 11 tep. Assim, dado que a empresa apresenta um consumo energético inferior a 500 tep/ano no ano imediatamente anterior ao ano em curso, não será daqui em diante tratada como uma consumidora intensiva de energia.

Verificou-se ainda que a empresa em estudo não tem um controlo energético eficiente, uma vez que os valores dos consumos de energia em função da massa de produto processado estão muito dispersos, apresentando muitas flutuações.

Analisando os consumos energéticos e massa produzida da empresa, obteve-se o consumo específico da mesma, representado na figura 3.5., cujos dados de apoio se encontram de forma mais pormenorizada no Anexo B.2.

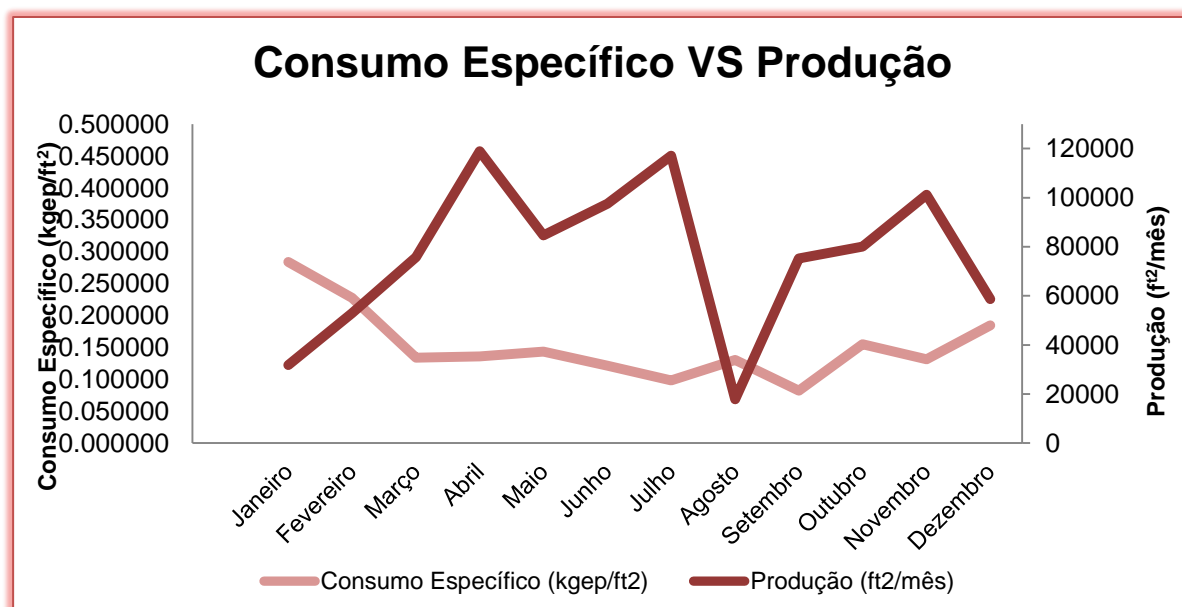


Figura 3.5. Consumo Específico Anual da empresa

Analisando a figura 3.5., o mês de Agosto é o que merece uma maior atenção, uma vez que a produção deste mês, não é suficiente para “diluir” o valor dos consumos fixos. Este facto pode eventualmente ser explicado tendo por base o funcionamento da empresa na época de férias, em que supostamente não há produção pois durante o mês de Agosto fecha, mas pode na mesma efectuar testes, amostras e até mesmo pequenas encomendas excepcionais. Qualquer uma destas acções leva a um consumo exagerado de energia já que a quantidade produzida não é suficiente para cobrir a energia envolvida no arranque,

estabilização/afinação e funcionamento do equipamento. Daí que quando a produção diminui, sejam mais notórias as ineficiências.

Ainda foi possível determinar o valor médio do indicador energético consumo específico que no ano de 2011 foi 0,152 kgep/ft<sup>2</sup>.

Outro indicador considerado na análise do consumo energético da empresa em estudo foi a intensidade carbónica, a sua representação encontra-se na figura 3.6. e os seus dados de apoio encontram-se mais detalhados no Anexo B.2..

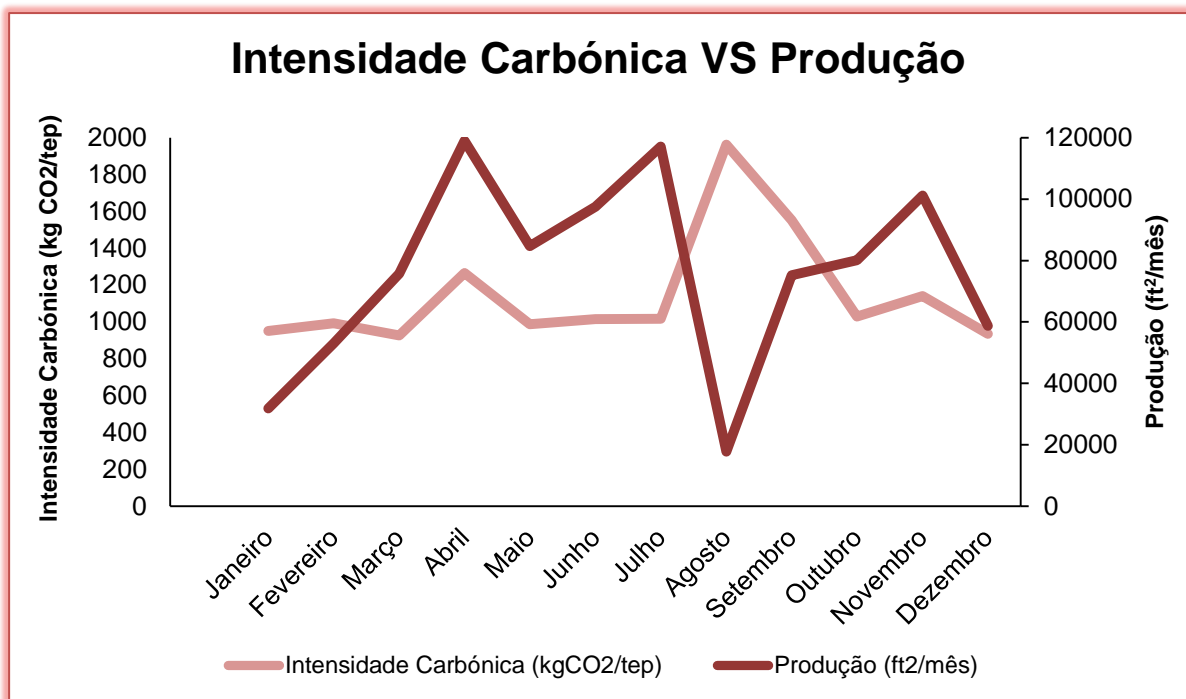


Figura 3.6. Intensidade Carbónica VS Produção

Pela análise da figura 3.6., é possível verificar que há pequenas oscilações em todos os meses, mas que o valor médio da intensidade carbónica foi de 1148 kgCO<sub>2</sub>/tep.

Para ser possível avaliar a evolução da empresa relativamente ao consumo de energia, determinaram-se os mesmos indicadores e os valores dos consumos globais de energia relativos ao ano de 2010, a referida comparação encontra-se presente na tabela 3.1..

**Tabela 3.1.** Comparação dos consumos energéticos da empresa Dias Ruivo nos anos 2010 e 2011

Ano	2010	2011
Energia Eléctrica (kWh)	392.392	355.005
Energia Eléctrica (tep)	70,05	76,30
Gás Natural (m <sup>3</sup> )	37.896	55.400
Gás Natural (tep)	28,48	50,14
GPL (kg)	1.562	1.247
GPL (tep)	1,47	1,41
Produção (ft <sup>2</sup> /ano)	991.570	911.713
Consumo Específico (kgep/ft <sup>2</sup> )	<b>0,131</b>	<b>0,152</b>
Intensidade Carbónica (kg CO <sub>2</sub> /tep)	<b>900</b>	<b>1.148</b>

Tal como se pode verificar pela análise da tabela 3.1., houve um decréscimo na produção anual da empresa, o que pode explicar a diminuição do consumo de energia eléctrica, por outro lado, os indicadores apresentam valores superiores no ano de 2011, o que leva a concluir que é de facto urgente agir por forma à empresa, de futuro, apresentar uma utilização mais racional da energia.

### 3.5. Energia eléctrica

Na Dias Ruivo, a energia eléctrica é utilizada para alimentar todos os equipamentos eléctricos, bem como a iluminação. Por isso mesmo, foi necessário realizar o levantamento energético de ambos, a fim de contabilizar os consumos de cada um deles e determinar os custos que lhes estão associados.

#### 3.5.1. Levantamento energético

Neste capítulo serão contabilizados todos os equipamentos da empresa e as suas potências, de forma a que se possa fazer uma estimativa teórica dos consumos e custos respectivos.

Começando pelos equipamentos existentes na fábrica, apresenta-se na tabela 3.2. a listagem dos mesmos e as respectivas potências instaladas. Salieta-se que o estudo que se pretendia efectuar se prendia com os consumos eléctricos individuais e global dos equipamentos, permitindo assim avaliar se seria possível detectar e/ou diminuir os desperdícios. Mas tal não foi realizado, tendo-se apenas feito o levantamento das potências instaladas de todos os equipamentos, podendo futuramente utilizar-se estes dados para determinar o consumo teórico (confirmado com medições em alguns equipamentos), sendo que será também necessário criar um sistema que permita conhecer com rigor o nº de horas de funcionamento de cada equipamento.

**Tabela 3.2.** Listagem dos equipamentos e respectivas potências instaladas

Equipamento	Potência Instalada (kW)
Nº 107 Compressor	
Nº 126 Compressor	22,0
Nº 177 Compressor	37,0
Nº 115 Caldeira	105,8
Nº 116 Caldeira	163,0
Nº 130 Caldeira	163,0
Nº 132 Caldeira	163,0
Nº 135 Caldeira	407,0
Nº 176 Infragás	29,7
Nº 185 Prensa	49,0
Nº 168 Pistola	78,0
Nº 140 Amaciamento	16,0
Nº 119 Secador *	2,5
Nº 121 Fulão	22,0
Nº 122 Fulão	30,0
Nº 178 Fulão	4,0
Nº 179 Fulão	2,2
Nº 180 Fulão	1,1
Nº 181 Fulão	0,37
Nº 182 Fulão	4,0
Nº 190 Fulão	7,46
Nº 162 Fulão de bater	22,0
Nº 163 Fulão de bater	11,19
Nº 127 Divisão	26,0
Nº 137 Rebaixamento	45,0

Nº 165	Lixador	57,0
Nº 171	Prensa	18,5

\* De notar que o secador possui 6 ventiladores com uma potência instalada de 0,55 kW, que já se encontram contabilizados neste valor

Encontra-se no Anexo C a listagem dos equipamentos original e completa, sendo de referir que alguns dos equipamentos mencionados já não se encontram em funcionamento motivo pelo qual não foram considerados na tabela 3.2..

### 3.5.2. Iluminação

A iluminação na Dias Ruivo é maioritariamente feita por lâmpadas fluorescentes, existindo no piso destinado aos escritórios algumas lâmpadas economizadoras de energia. No exterior do edifício existem lâmpadas de vapor de mercúrio, que são responsáveis por toda a iluminação exterior. De notar que se apresenta no Anexo D uma descrição mais pormenorizada da distribuição das lâmpadas pela empresa, bem como as suas características.

É apenas de salientar que, pelo facto da empresa ter quatro frentes, tem sempre luz natural que complementa a iluminação artificial dos diferentes espaços. Na área fabril, a iluminação natural consegue-se através de telhas translúcidas que permitem a passagem da luz nas alturas de maior incidência solar. Nos restantes espaços, o mesmo se verifica, com a diferença que não existem telhas translúcidas mas sim janelas amplas, que têm a mesma função.

Após este levantamento, verificou-se que a empresa possui um total de 424 lâmpadas, sendo elas fluorescentes, economizadoras ou até mesmo de vapor de mercúrio, o que juntamente com o seu tempo de funcionamento (assumiu-se um valor médio de 8h diárias) permitiu determinar os custos associados à iluminação da empresa que se apresentam na tabela 3.3. Os dados de apoio à tabela 3.3. encontram-se de uma forma mais detalhada no Anexo E.

Tabela 3.3. Custos associados à iluminação

Iluminação	Nº Lâmpadas	Energia (MWh/ano)	Custo (€/ano)
Exterior	15	3,48	1.095
Armazém	80	8,61	2.710
Piso 0 - Fábrica	143	11,83	3.723
Piso 1 - Envernizar	46	4,16	1.311
Piso 2 - Escritórios	140	4,43	1.393
<b>Total</b>	<b>424</b>	<b>32,51</b>	<b>10.232</b>

Assim, foi possível verificar a distribuição de cada parcela no total dos custos, tendo sido analisados a energia eléctrica necessária para os equipamentos funcionarem, a iluminação, o gás natural e ainda o GPL, apresentando-se na figura 3.7. a referida distribuição.

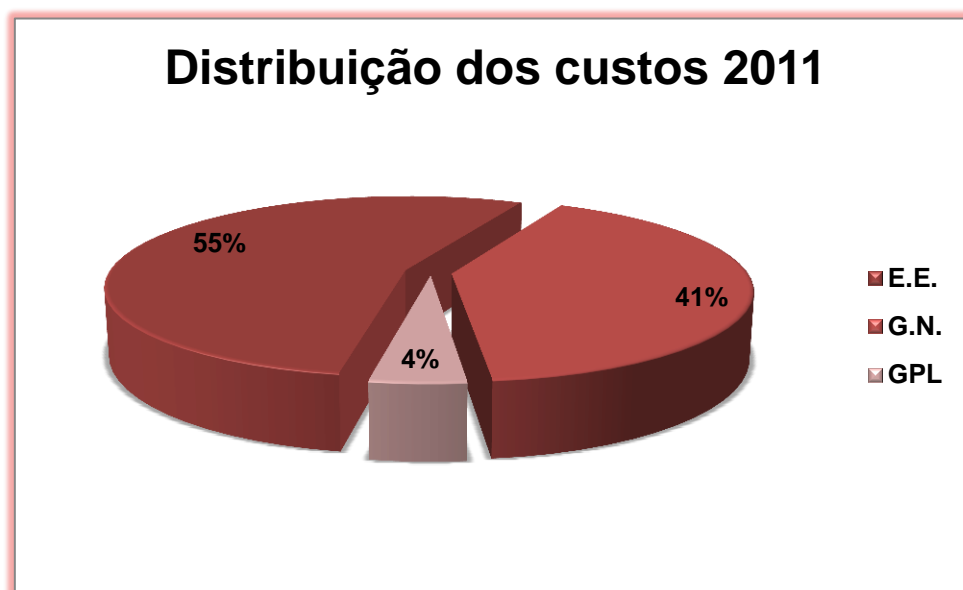


Figura 3.7. Distribuição dos custos de cada fonte de energia

Pela análise da figura 3.7. foi possível concluir que no passado ano de 2011, a maior fatia dos custos esteve associada à energia eléctrica necessária para o normal funcionamento dos equipamentos, elevador e afins, logo seguido do gás natural o que mais uma vez se atribui ao funcionamento da fábrica pois este é o combustível necessário para o funcionamento da mesma. Com uma parcela ainda significativa surge a iluminação que corresponde a 10% dos custos totais e de forma quase irrelevante apresenta-se o GPL.

Mais uma vez, dada a importância da parcela da energia eléctrica na factura global, sugere-se uma análise detalhada individual de todos os equipamentos para ser possível avaliar se haverá ou não desperdícios de energia que possam ser rectificadas para minimizar a factura da electricidade.

### **3.6. Análise e Caracterização das Utilidades**

#### **3.6.1. Análise do ar comprimido**

Relativamente à linha de ar comprimido da empresa, sabe-se que assenta essencialmente no funcionamento de três compressores que asseguram a distribuição e produção de ar comprimido necessário ao funcionamento da mesma. Assim, numa primeira fase, foi necessário verificar a sua disposição, presente na figura 3.8..

De notar apenas que, tal como se pode verificar pela análise da figura 3.8., existem três compressores sendo que apenas dois asseguram o funcionamento da empresa propriamente dito, existindo um mais pequeno (assinalado na referida figura com o número 107), que já foi muito utilizado, mas que agora serve de reserva, estando a funcionar apenas durante a hora de almoço.

Salienta-se por último que não se realizou um estudo muito intensivo da linha de ar comprimido pelo facto de se ter decidido que este trabalho se ia subdividir em duas partes, uma inicial onde seria efectuado um levantamento energético da empresa, e uma segunda fase em que se trabalharam as peles com o objectivo de desenvolver um produto inovador.

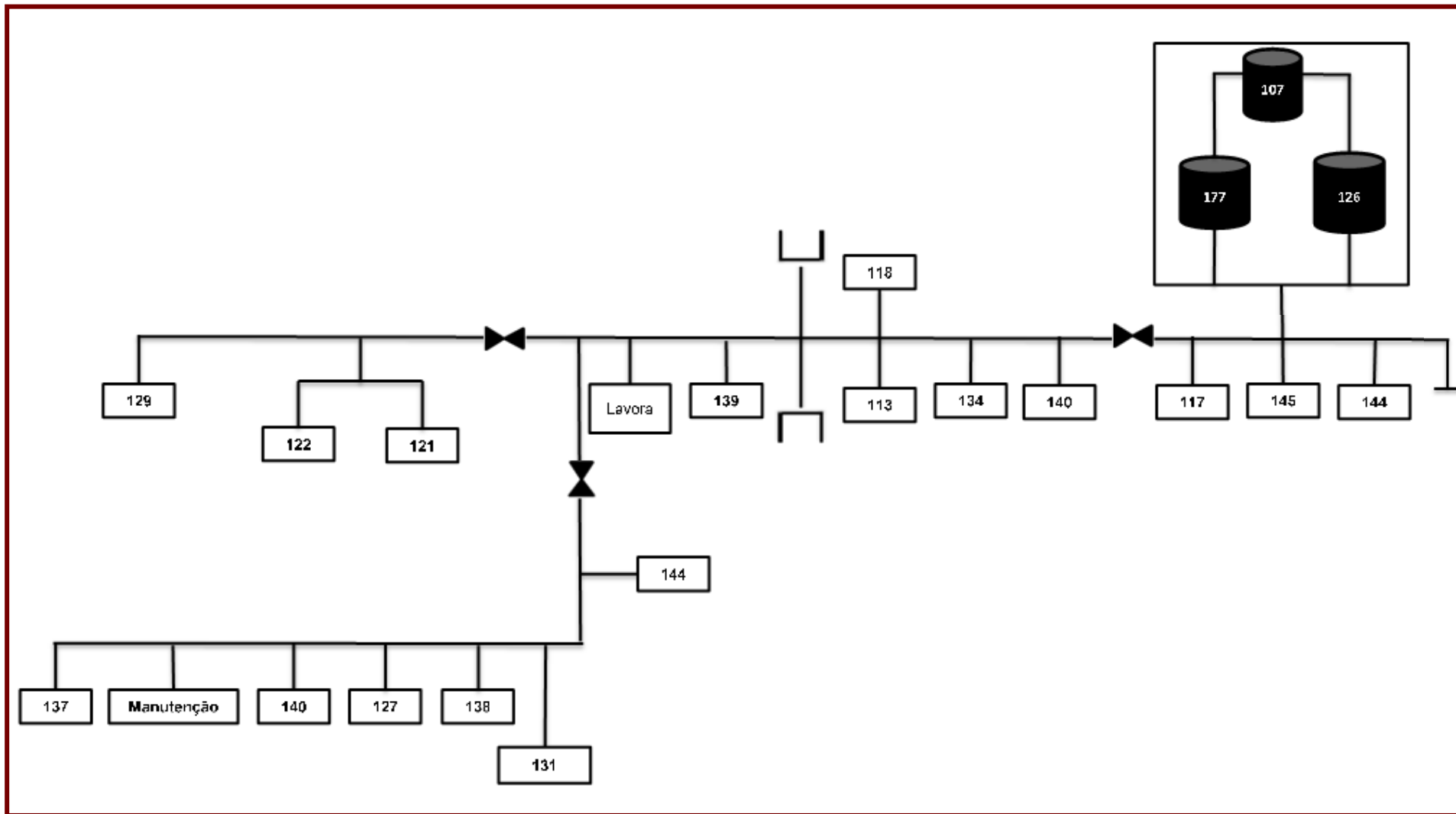


Figura 3.8. Linha de ar comprimido da empresa

### 3.6.2. Análise do aquecimento de águas

Na Dias Ruivo a energia térmica corresponde essencialmente ao aquecimento de água. Nesse sentido, existem seis caldeiras a gás natural que asseguram a água quente necessária para fornecer calor aos equipamentos que dele necessitam. Facto que por si só indica, à partida, que os equipamentos apresentam dimensão reduzida [41].

É de referir que o facto da referida empresa não possuir uma central de vapor, mas antes caldeiras dispersas, foi uma forma bem estudada que permite o trabalho de pequenas amostras nos vários equipamentos, sem que haja um consumo excessivo de energia e combustível. Este pormenor permite utilizar os equipamentos separadamente e conseguir um trabalho mais localizado.

Para ser possível analisar a energia posta em jogo e o rendimento das respectivas caldeiras, será necessário fazer uma avaliação individual de cada uma. Na figura 3.9. encontra-se um fluxograma que resume os equipamentos servidos pelas diferentes caldeiras.



Figura 3.9. Fluxograma resumo da utilização de cada caldeira

Tal como se pode verificar pela figura 3.9. uma das caldeiras (nº 110) encontra-se de momento desactivada pelo que não será tida em linha de conta aquando da avaliação das mesmas.

Dado que o objectivo é analisar o rendimento das caldeiras, para se compreender se o aquecimento das águas está a ser eficientemente conseguido, é necessário ter bem claro o funcionamento de uma caldeira, e mais concretamente das reacções de combustão envolvidas, dependentes de vários parâmetros que, por sua vez, influenciam bastante o rendimento das mesmas.

Começando pelo combustível que as referidas caldeiras utilizam, o gás natural, sabe-se que é gasoso à pressão atmosférica, e que os principais hidrocarbonetos que possui são o metano e em menores quantidades o etano, propano, butano e pentano [41].

Sabe-se ainda que este combustível apresenta vantagens relativamente aos restantes pelo facto de ser mais limpo [42].

É de esperar que os gases de combustão ainda possuam conteúdo entálpico, após o aquecimento da água, com potencial para ser aproveitado no aquecimento de algumas correntes. Verificou-se que não há qualquer tipo de reaproveitamento, sendo os gases expelidos directamente para a atmosfera.

Dados como o caudal de gás natural que é alimentado a cada caldeira, temperaturas de entrada e saída da água nos equipamentos não estão disponíveis nem existe forma de proceder à sua recolha.

As diferentes caldeiras existentes na fábrica aquecem água que circula em sistema fechado com possibilidade de reposição de eventuais fugas ou perdas por evaporação, assegurando assim que o seu nível mínimo de água nunca é atingido. Há no entanto uma excepção, a caldeira que alimenta os fulões, que necessita de água fresca proveniente da rede para o seu normal funcionamento, razão pela qual apresenta um contador que permite controlar os consumos de água, o tempo de funcionamento e ainda as temperaturas de entrada e saída da água, encontrando-se estes consumos mais detalhadamente no Anexo F. Face a esta possibilidade, realizaram-se medições nos meses de Abril e Maio durante uma semana em cada um dos referidos meses. Estas medições permitiram determinar a potência térmica em jogo em cada semana dos referidos meses.

Assim, em suma, compreende-se que há vários factores que influenciam a escolha e o funcionamento das caldeiras. Tal como já se explicou neste subcapítulo, para ser possível avaliar o rendimento das caldeiras, seriam necessários pelo menos dois dados: o caudal de água que é aquecido na caldeira e o consumo de gás natural correspondente a cada equipamento (bem como as respectivas temperaturas de entrada e saída dos fluidos em ambos os casos). Nesta empresa, não é possível verificar o consumo, nem as temperaturas do gás natural, o que impossibilita um estudo mais aprofundado. Assim, como o

equipamento para o controlo de caudal e temperaturas da água em jogo na caldeira que alimenta os fulões já se encontra instalado e em funcionamento, aconselha-se a rectificação e/ou alteração da linha do gás natural, para se conseguir avaliar convenientemente o rendimento das caldeiras, e caso seja necessário, otimizar o seu funcionamento. Esta rectificação sugerida poderá eventualmente passar pela instalação de contadores individuais em cada equipamento, permitindo determinar a potência térmica teórica das caldeiras e relacionando-a com a potência térmica efectiva permitiria obter o rendimento real da mesma. Outra alternativa possível, mas muito mais dispendiosa, seria reorganizar toda a linha de gás natural, havendo um ramal directamente para cada equipamento, permitindo assim um controlo rigoroso do caudal e temperaturas do gás natural.

### **3.7. Enquadramento Legal**

A obrigatoriedade da realização de auditorias e estabelecimento de planos de racionalização de consumos de energia foi inicialmente estabelecida com o Decreto-Lei 58/82, de 26 de Fevereiro. No referido Decreto-Lei, o Estado criou um quadro legal para a existência de regulamentação para as empresas ou instalações consumidoras intensivas de energia, no entanto, com o intuito de executar com sucesso a Estratégia Nacional para a Energia (ENE), o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) e outros objectivos dispostos em directivas europeias, levantou-se a necessidade de redefinir regras que actualizem a forma como a energia é gerida na indústria bem como a sua regulamentação.

De modo a promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia, o Decreto-Lei 71/2008, de 15 de Abril, regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE).

O referido regulamento é aplicável a qualquer instalação consumidora intensiva de energia que tenha apresentado um consumo energético superior a 500 tep/ano, no ano civil imediatamente anterior. Exceptuam-se as instalações de co-geração juridicamente autónomas dos respectivos consumidores de energia.

Muito embora a Empresa Dias Ruivo apresente um consumo energético anual inferior a 500 tep, rondando os 133 tep, não sendo por isso abrangida pelo diploma legal que regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), é importante referir como

é que a empresa terá que agir caso de futuro tenha consumos iguais ou superiores aos apresentados na legislação vigente. Então, o SGCIE que tem como objectivo promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia. As instalações consumidoras intensivas de energia, ficam sujeitas às seguintes obrigações:

- Promover o registo das instalações;
- Efectuar auditorias energéticas que avaliem, nomeadamente, todos os aspectos relativos à promoção do aumento global da eficiência energética, podendo também incluir aspectos relativos à substituição por combustíveis de origem renovável e outras medidas de redução da factura energética;
- Elaborar Planos de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), com base nas auditorias previstas no item anterior, visando o aumento global da eficiência energética pelo cumprimento de metas, apresentando-os à ADENE;
- Executar e cumprir os PREn aprovados, sob a responsabilidade de um técnico credenciado.

A violação destas obrigações é punível com uma coima que pode oscilar entre os 250 e os 3500€, no caso de pessoas singulares. Tratando-se de pessoas colectivas, os montantes, mínimo e máximo, das coimas previstas são elevadas ao dobro.

Quanto ao registo da instalação consumidora intensiva de energia, este deve efectuar-se no prazo de quatro meses após o final do primeiro ano em que a instalação atingiu esse estatuto, através de uma declaração do operador, onde deve constar:

1. Identificação completa do declarante e respectivo endereço postal e electrónico;
2. Indicação da Classificação Portuguesa de Actividades Económicas (CAE) identificadora da actividade em que se insere a instalação;
3. Localização da instalação, mediante indicação da morada do estabelecimento;
4. Memória descritiva sucinta da mesma, o consumo anual de energia no último ano, a data do licenciamento e respectiva entidade licenciadora.

O operador pode eventualmente promover a extinção deste registo caso a instalação deixe de preencher os requisitos determinantes do estatuto de instalação consumidora intensiva de energia.

Ainda neste caso concreto, é **obrigatória** a realização de uma auditoria energética com uma periodicidade de **seis anos**, devendo a primeira ser realizada no prazo de **quatro meses** após o registo.

Caso a empresa venha a apresentar um consumo de energia compreendido entre 500 a 1000 tep/ano, as auditorias energéticas passam a ter periodicidade de 8 anos, devendo a primeira ser realizada no ano seguinte ao seu registo.

Estas auditorias incidem sobre as formas como a energia é utilizada, e também no estado e concepção da instalação, assim, devem ser recolhidos os elementos que servirão de base ao Plano de Racionalização do Consumo de Energia, que deve prever a implementação das medidas identificadas, nos **primeiros três anos**, com um período de retorno do investimento inferior ou igual a cinco anos.

O plano em questão deve ainda estabelecer metas relativas a determinados indicadores, nomeadamente, à intensidade ou consumo energético e intensidade carbónica, baseado nas medidas previstas. Estas metas correspondem a uma melhoria mínima de 6% dos indicadores referidos num prazo de **seis anos** e, também à manutenção dos valores históricos de intensidade carbónica, podendo e devendo diminuí-los. Salienta-se novamente que todos estes prazos e valores limite correspondem aos valores legais para instalações com consumo intensivo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, no caso das instalações com consumo igual ou superior a 500 tep/ano mas inferior a 1000 tep/ano, os valores legais sofrem alteração.

Alerta-se por fim, que o não cumprimento das metas, ou a não implementação das medidas definidas no Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE), e nos casos em que no ano seguinte ao relatório final de execução o operador não recupere os desvios, são imputadas penalidades, conforme a percentagem de desvio a apurar no final do período de vigência do ARCE [43].

### 3.8. Conclusões e sugestões

A unidade de curtumes da Dias Ruivo não é um consumidor intensivo de energia, pois o seu consumo anual é inferior a 500 tep.

O consumo específico da Dias Ruivo no ano de 2011 foi igual a 0,178 kgep/ft<sup>2</sup>, superior ao verificado em 2010 (0,152 kgep/ft<sup>2</sup>), diferença que pode ser justificada pela redução da produção de 2010 para 2011. Valores teóricos, determinados numa outra unidade industrial apontam para 0,180 kgep/ft<sup>2</sup>. A comparação destes valores permite concluir que, na Dias Ruivo, a energia é utilizada numa forma racional, embora haja possibilidade de otimizar a sua utilização através de acções que se passam a enunciar:

- ✓ Revisão e manutenção dos motores eléctricos;
- ✓ Optimização do sistema de aquecimento de água para o processo de acordo com medidas já enunciadas;
- ✓ Avaliar a possibilidade de melhorar o isolamento térmico;
- ✓ Minimizar a ventilação da área fabril;
- ✓ Estudo dos factores que potenciam as flutuações observadas na relação *Energia consumida/Massa processada*;
- ✓ Estudar a possibilidade de planear a produção de uma forma que minimize os recursos energéticos;
- ✓ O peso do consumo de energia pode ainda ser reduzido pelo recurso às energias renováveis, através da instalação de painéis solares para o aquecimento de águas, podendo assim substituir ou auxiliar as caldeiras existentes.

## Capítulo 4 . Curtumes – Desenvolvimento do *floater*

A procura constante de novos produtos é essencial para que uma empresa se mantenha no mercado. A Dias Ruivo tem por base o desenvolvimento de novos produtos no sentido de acompanhar a tendência da moda e, ao mesmo tempo, apresentar produtos diferenciadores que lhe permitam ter uma posição de liderança no mercado quanto à inovação nesta indústria.

Nesta base, surgiu a oportunidade de encetar o desenvolvimento de um novo produto que se prevê venha a ser solicitado nos próximos anos: um produto de elevada macieza e leveza que se decidiu designar por *floater*.

### 4.1. A química da pele e o floater

Sabendo as diferentes fases que constituem o processo da indústria dos curtumes, e tendo presente que o objectivo será tentar desenvolver um produto novo, designado *floater*, facilmente se entende que é essencial saber o que o distingue dos restantes produtos existentes do mercado. Este pretende conciliar as propriedades de macieza, versatilidade e conforto do couro comum apresentando a benesse de ter uma densidade substancialmente mais baixa, surgindo assim como um couro leve. Mas para ser possível compreender a estratégia a seguir, será necessário aprofundar um pouco o conhecimento sobre a pele dos animais.

#### 4.1.1. O que é a pele?

Sabe-se que a pele é a estrutura externa do corpo dos animais, apresentando-se como uma substância heterogénea normalmente coberta de pêlo. A pele possui variadíssimas funções, e responde às mudanças fisiológicas do animal, reflectindo assim as mais diversas características como a idade, o sexo, o meio ambiente e ainda o estado de saúde do animal.

Toda a base dos curtumes se centra na pele do animal. Após a esfolagem, a pele designa-se “pele fresca” ou “pele verde”.

A pele fresca possui zonas com uma estrutura bastante diferenciada no que respeita à espessura e compacidade, sendo mais importantes no caso de grandes bovinos. A pele divide-se essencialmente em três zonas: a cabeça (cuello), os flancos (falda) e a zona de maior interesse que é o lombo do animal (crupon), a zona central (de notar que os termos entre parênteses são os termos em espanhol, de acordo com a bibliografia consultada) [20].

Salienta-se que a pele pode ser trabalhada e comercializada inteira, tal como se apresenta na figura 4.1., onde se esquematizam as três zonas referidas da pele, ou pode ainda ser cortada a meio, seguindo a linha da espinha dorsal, garantindo assim duas metades praticamente simétricas.

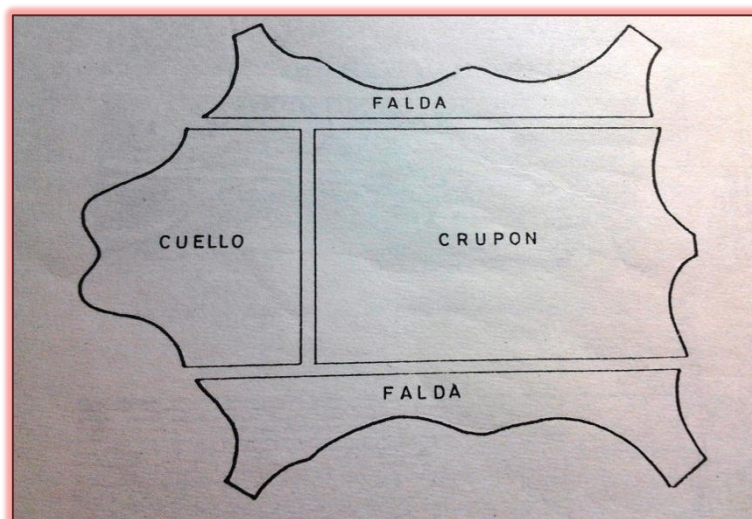


Figura 4.1. Esquema das zonas de uma pele fresca [13]

Como facilmente se compreenderá, nem dentro da mesma espécie se conseguirá encontrar dois exemplares com uma estrutura exactamente igual, podendo até apresentar diferenças consideráveis que podem ser justificadas pelos mais diversos factores. Todos estes factores que influenciam a estrutura da pele do animal, têm uma elevada importância nas características finais do couro acabado.

Salienta-se que a pele é constituída por um conjunto bastante completo de proteínas, das quais se destacam essencialmente duas proteínas fibrosas, o colagénio e a elastina [13].

#### 4.1.2. Qualidade das peles

Sendo a pele a trabalhar resultado de um organismo vivo, facilmente se entende que consoante os factores que a influenciaram, esta apresentará uma qualidade mais elevada ou mais reduzida. Mas o que é que torna uma pele realmente de boa qualidade? Como se avalia a sua qualidade?

Começando por um factor bastante relevante, que se prende com a origem do animal, ou seja, se este é selvagem, semi-selvagem ou doméstico. A qualidade da pele, de um animal da mesma espécie, é superior se o animal não for selvagem. Quando o animal é considerado doméstico há alguns factores a ter em conta como seja o clima e a forma como o animal é alojado, a sua dieta, a sua raça, idade e sexo.

Relativamente ao clima e à forma como é alojado o animal, torna-se evidente que dependendo da forma como o animal é tratado, a sua pele adquirirá características mais ou menos valorizáveis. A temperatura por exemplo é um parâmetro crucial, já que animais que sejam criados em climas mais rigorosos e estejam expostos à intempérie apresentam peles mais compactas, e por outro lado, os animais que sejam criados em climas amenos e sejam mantidos em espaços cobertos apresentam peles mais finas e menos compactas.

Também a dieta que o animal segue será determinante no que respeita à qualidade da sua pele, bem como a sua idade, sexo ou raça. Como se compreenderá, cada um dos parâmetros referidos apresentará argumentos e razões diferentes mas têm um ponto em comum, quanto melhor for o tratamento que o animal receber ao longo da sua vida, melhores características apresentará a sua pele, sendo consequentemente mais valorizada [13].

#### 4.1.3. Defeitos nas peles do animal vivo

No entanto, mesmo tendo todos os cuidados com o animal, a sua pele pode apresentar defeitos, que aparecem durante a vida do mesmo, podendo alterar a estrutura da pele e assim repercutir-se no seu valor final, diminuindo-o. Estes defeitos podem ser consequência da acção mecânica, podem ainda dever-se a um agente parasitário ou até mesmo a doenças das quais o animal tenha padecido. Dos defeitos devidos à acção mecânica

salientam-se as queimaduras e as cicatrizes consequência de eventuais intervenções cirúrgicas, sendo ambas quase impossíveis de disfarçar [13].

#### 4.1.4. Química da pele

O conhecimento da química da pele é de primordial importância para o estabelecimento dos vários processos da sua transformação em couro.

Então, de uma forma muito generalista, poder-se-á afirmar que a pele fresca é constituída por água – 64%, proteínas – 33%, gorduras – 2%, substâncias minerais – 0,5% e por outras substâncias – 0,5%.

Salienta-se a elevada percentagem de água que a pele apresenta, e ainda se destaca que cerca de 20% dessa água se encontra combinada com as fibras de colagénio de forma que permitem transmitir uma sensação de humidade. Na figura 4.2., encontra-se a repartição das fibras que a pele possui.

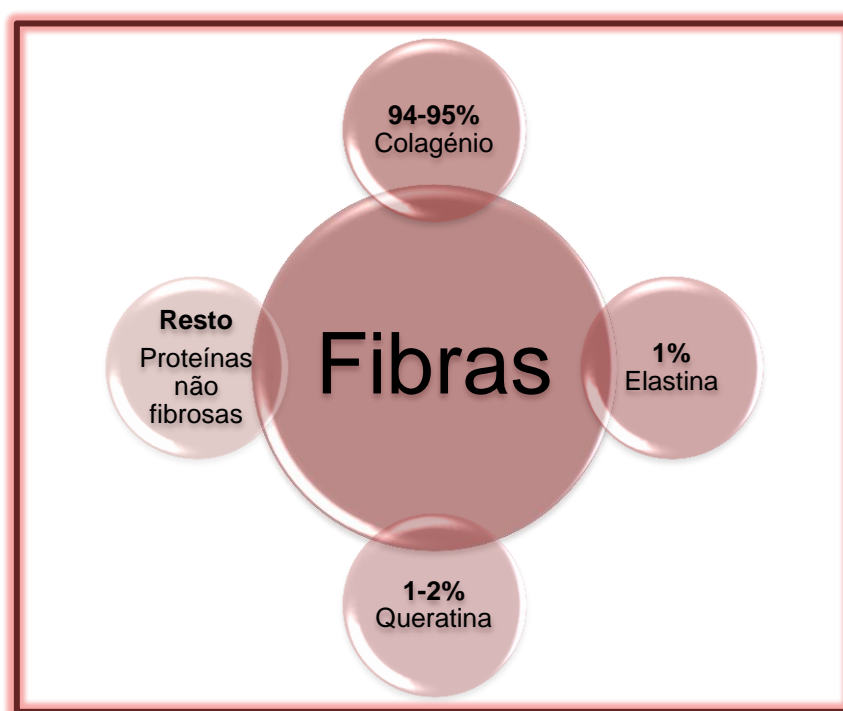


Figura 4.2. Repartição dos tipos de fibras presentes na pele [13]

As proteínas da pele dividem-se em dois ramos, as fibrosas e as globulares. As primeiras englobam a queratina, o colagénio e a elastina. O colagénio distingue-se facilmente das

restantes, já que é insolúvel em água, sendo quimicamente mais reactivo que a elastina. Esta última, tem a particularidade de recuperara sua forma inicial quando esticada, possui poucos grupos ácidos e básicos, tendo por outro lado, muitas cadeias laterais não polares, resistentes à acção de ácidos e bases diluídos.

Já as proteínas globulares dizem respeito às globulinas e albuminas, sendo quimicamente bastante reactivas e facilmente solúveis, pelo facto de possuírem muitos grupos ácidos e básicos. Normalmente considera-se que as albuminas são solúveis em água e as globulinas não.

As proteínas fibrosas podem sofrer uma modificação que se designa desnaturação. Esta consiste numa perda parcial da estrutura molecular das fibras da pele originando a perda de algumas propriedades. No caso particular do colagénio, a desnaturação pode ser térmica ou química, sendo que em ambas as situações há uma perda da estrutura rígida formando-se uma mistura complexa de cadeias polipeptídicas flexíveis em forma de ovo.

Quando a pele é submersa em água pura e submetida a um aumento de temperatura, acaba por se atingir um ponto chamado **temperatura de contracção** ( $T_c$ ), no qual se verifica a desnaturação térmica das fibras dérmicas. Este fenómeno manifesta-se por uma contracção das fibras até 35% da sua longitude original. É ainda de referir que o valor da  $T_c$ , quando determinado em água pura, representa uma medida de estabilidade hidrotérmica da pele. Este processo de desnaturação, tal como foi referido, é um processo gradual em que o aquecimento da água é realizado de forma constante, aumentando sempre a mesma razão de graus centígrados por minuto [13].

#### **4.1.5. O floater**

O *floater* pretende conciliar as propriedades de macieza, versatilidade e conforto do couro comum apresentando a benesse de ter uma densidade substancialmente mais baixa, surgindo assim como um couro leve.

Face ao que foi descrito anteriormente quanto à pele e química da pele coloca-se a questão: que fazer para obter tal produto? Entre as respostas possíveis poderiam estar as seguintes:

- ✓ Seleccionar o tipo de pele adequado;
- ✓ Tratar e curtir (estabilizar) a pele de uma forma que contribua para a macieza e leveza pretendidas;

- ✓ Adequar os processos pós-curtume, operações mecânicas e acabamento às características pretendidas.

A empresa Dias Ruivo tem como principal matéria-prima o *wet-blue* de bovino. Perante este pressuposto, o tipo de pele não permite grandes alternativas, se bem que a origem do *wet-blue* pode ter influência no resultado obtido. Por outro lado, o *wet-blue* corresponde a uma estabilização da pele utilizando sais de crómio, normalmente de acordo com processos de tratamento que garantam a maior versatilidade possível não limitando a sua utilização a couro macio e leve. Assim, resta apenas adequar o processo de tratamento do *wet-blue* de forma a conseguir obter o produto desejado. Como o fazer? Pensou-se explorar as seguintes acções:

- ✓ Descurtir a pele;
- ✓ Utilizar enzimas de modo a hidrolizar o colagénio e a elastina no sentido de obter uma maior área da pele e um maior relaxamento da estrutura fibrilar;
- ✓ Fazer um recurtume e engorduramento o mais leve possível.

Com base nestas ideias, encetaram-se uma série de ensaios à escala de bancada e à escala piloto que se passam a descrever apresentando e discutindo os resultados obtidos.

#### **4.2. Descrição e discussão do trabalho efectuado para o desenvolvimento do floater**

Inicialmente, pensou-se utilizar duas protéases da CROMOGÉNIA, TRIPSOL TS e DEFAT 80-PA, sendo que a primeira é indicada para o tratamento de *wet-blue* e a segunda, embora possa funcionar sobre o *wet-blue*, é mais indicada para a purga ácida. De notar que as respectivas fichas técnicas se encontram nos anexos G.1. a G.3..

Assim, face ao valor de pH e temperatura adequados para otimizar a actividade do TRIPSOL TS, concebeu-se o processo apresentado na tabela 4.1.. O recurtume e

engorduramento deste processo, além da aplicação da enzima, foi concebido para originar uma pele macia. Como matéria-prima foi utilizada meia pele de bovino rebaixada a 1,2-1,3 mm, sendo o ensaio realizado na Dias Ruivo (DR).

**Tabela 4.1.** Algoritmo base dos ensaios preliminares – enzima TRIPSOL TS

Operação	Produtos	T (°C)	t (min)
Lavar	200% Água	35	15
<b>Despejar banho</b>			
Neutralizar	200% Água	35	60
	2% Bicarbonato de sódio		
	1% Formiato de sódio		
<b>Despejar banho</b>			
Purga	100% Água	60	120
	2% TRIPSOL TS		
	(Repousa durante a noite)		
<b>Despejar banho</b>			
Lavar	200% Água	50	10
<b>Despejar banho</b>			
Recurtir e tingir	4% Eskatan GLH	60	30
	2% Sellason TN liq		
	2% Corante pó (Dark Brown RJ)		
	100% Água	60	15
4% MD990			
4% Basyntan AN			
	0,5% Ácido Fórmico	60	45

**Despejar banho**

<b>Engordurar</b>	100% Água	60	20
	1% Corante liq		
	6% AB 2		
	2% IM2/ AB SPECIAL	60	60 – 90
	6% IM3		
	0,5% Ácido Fórmico		20

Da mesma forma, face ao valor de pH e temperatura adequados para otimizar a actividade do DEFAT 80-PA e tendo em conta a eventual vantagem de descurtir a pele, concebeu-se o processo apresentado na tabela 4.2.. Face ao descurtume efectuado para assegurar uma melhor actuação da enzima, foi necessário compensar com um curtume de base glutaraldeído de modo a garantir uma adequada estabilidade térmica da pele. O recurtume e engorduramento deste processo foram os mesmos que se praticaram na aplicação do TRIPSOL TS. Como matéria-prima foi utilizada meia pele de bovino rebaixada a 1,2-1,3 mm, sendo o ensaio realizado na Dias Ruivo (DR).

**Tabela 4.2.** Algoritmo base dos ensaios preliminares – enzima DEFAT 80-PA

<b>Operação</b>	<b>Produtos</b>	<b>T (°C)</b>	<b>t (min)</b>
<b>Descurtir</b>	200% Água		480
	4% Feliderme BP		
	(Repousa durante a noite)		
<b>Despejar banho</b>			
<b>Lavar</b>	200% Água	frio	5
<b>Despejar banho</b>			
<b>Purga</b>	100% Água	40	120

	1% DEFAT 80-PA		
<b>Despejar banho</b>			
<b>Curtir</b>	100% Água	30	30
	3% Sellatan WLG		
	0,5% Sellasol TN liq		
	2,5% Sellatan RLS liq	30	60
	2,0% Eskatan GHL liq		
<b>Neutralizar</b>	2,0% Bicarbonato de sódio	30	60
	1,0% Formiato de sódio		
<b>Despejar banho</b>			
<b>Lavar</b>	200% Água	50	10
<b>Despejar banho</b>			
<b>Recurtir e tingir</b>	4,0% Eskatan GHL		
	2,0% Sellasol TN liq		30
	2,0% Corante pó		
	100% Água	60	15
	4,0% MD990		
	4,0% Basyntan AN	60	40
	1,0% Ácido Fórmico	60	20
<b>Despejar banho</b>			
<b>Tingir e Engordurar</b>	100% Água	60	20
	1,0% Corante liq		
	6% AB 2	60	90

	2% IM2/ AB SPECIAL		
	6% IM3		
	1,0% Ácido Fórmico	60	20

Para descurtir a pele, utilizou-se o Feliderme BP, produto utilizado na empresa pelo facto de apresentar melhores resultados e ser mais rápido que o ácido oxálico (produto normalmente utilizado para descurtir as peles). Salieta-se ainda que, pelo facto da pele repousar durante uma noite na etapa de descurtume, a purga ácida não foi efectuada durante a noite.

Por último, refere-se que a etapa de neutralização é realizada apenas após a purga devido à actividade enzimática óptima desta enzima se verificar numa gama de pH bastante ácido.

Na tabela 4.3. encontra-se o resumo dos resultados dos ensaios preliminares com as enzimas TRIPSOL TS e DEFAT 80-PA, o que permitirá averiguar se numa primeira fase alguma delas se destaca, quer pela positiva, quer pela negativa, ou até mesmo, eventualmente tirar algumas conclusões.

**Tabela 4.3.** Resumo dos ensaios realizados na Dias Ruivo com as enzimas TRIPSOL TS e DEFAT 80-PA

Local	Data	Ensaio	Enzima	Quantidade enzima (%)	t <sub>purga</sub> (min)	Δ <sub>massa</sub> (%)	Δ <sub>área</sub> (%)	H <sub>final</sub> (%)	Observações
DR	29-Mar	1	Tripsol TS	2.0	120 + 480	53,8	16,7	10,0	Sem descurtume; Repouso durante a noite na fase de purga.*
	30-Mar	1	Defat 80 PA	1.0	120	58,4	8,4	13,5	Com descurtume; Repouso durante a noite na etapa inicial de descurtume.*

\* Nota: O repouso durante a noite foi de 8 horas, nos dois ensaios

Após a realização destes ensaios preliminares, foi possível constatar que o recurso às enzimas conduziu a um couro macio e a um ganho de área satisfatório, assim como uma perda de massa superior a 50%, valor também satisfatório para o produto pretendido.

Para avaliar com mais consistência a acção das enzimas e as suas condições óptimas de operação, realizaram-se ensaios à escala de bancada no CIETI com pele de bovino rebaixada a 1,2-1,3 mm fixando ora a quantidade de enzima aplicada, ora as condições de operação. Na tabela 4.4, encontra-se um resumo dos ensaios realizados no CIETI, onde se variaram os diferentes parâmetros para verificar quais se repercutiam num melhor resultado.

**Tabela 4.4.** Resumo dos ensaios realizados no CIETI com as enzimas TRIPSOL TS e DEFAT 80-PA

Local	Data	Ensaio	Enzima	Quantidade Enzima (%)	$t_{\text{purga}}$ (min)	$\Delta_{\text{massa}}$ (%)	Observações
CIETI	18-Abr	1	Sem enzima	-----	120	43,1	Sem enzima Sem descurtume (BRANCO)
		2	Sem enzima	-----	120	42,9	Sem enzima Com descurtume
		3	Defat 80 PA	1,0	120	45,6	Descurtido com ácido oxálico
		4	Defat 80 PA	1,0	120	44,5	Descurtido com Feliderme BP
	23-Abr	1	Defat 80 PA	1,0	60	46,2	Quantidade enzima FIXA – 1,0% Tempo de purga menor
		2	Defat 80 PA	1,0	180	46,2	Quantidade enzima FIXA – 1,0% Tempo de purga maior
		3	Defat 80 PA	1,5	120	46,7	Quantidade enzima média Tempo de purga FIXO – 120 min
		4	Defat 80 PA	2,0	120	46,5	Quantidade enzima máxima Tempo de purga FIXO – 120 min
	26-Abr	1	Sem enzima	-----	-----	42,6	BRANCO
		2	Tripsol TS	1,0	120	40,8	Quantidade enzima habitual Tempo de purga FIXO – 120 min
		3	Tripsol TS	2,0	120	42,8	Quantidade enzima média Tempo de purga FIXO
		4	Tripsol TS	3,0	120	43,7	Quantidade enzima máxima Tempo de purga FIXO

Tal como seria espectável, estes ensaios, permitiram tirar algumas conclusões relativamente às condições operatórias e ainda à quantidade de enzima a aplicar. Verificou-se então que, à medida que se aumenta a quantidade de enzima utilizada também a perda de massa aumenta. De notar que relativamente a este ponto, seria interessante realizar um estudo pormenorizado da quantidade de enzima VS perda de massa da pele no final, para avaliar qual o ponto óptimo desta relação, isto é, determinar qual a quantidade de enzima a partir da qual seria inútil adicionar maior quantidade pelo facto da pele ter atingido a perda de massa máxima, sabendo-se assim qual seria a relação mais vantajosa que permitisse o produto pretendido.

Relativamente ao aumento do tempo de purga não se verificaram grandes alterações no produto final, o que poderá indicar que de facto o tempo de purga não será tão relevante como inicialmente se poderia pensar, ou então que seriam necessários mais ensaios para haver de facto dados consistentes para tirar conclusões mais sustentadas.

Entretanto, as enzimas inicialmente seleccionadas (fornecias pela AQUITEX – cujas fichas técnicas se encontram nos Anexos G.4. a G.6.) para o efeito pretendido – NOVOBATE WB, NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX – foram recebidas, pelo que se decidiu realizar testes com estas enzimas. Tendo por base os processos dos ensaios realizados com o TRIPSOL TS e o DEFAT 80-PA e as características das novas enzimas, efectuaram-se algumas alterações aos processos, não só no que respeita à temperatura de funcionamento e à quantidade de enzima, como também à alteração de algumas gorduras utilizadas, tudo com o objectivo de tornar o recurtume e o engorduramento mais leves e assim se conseguir uma pele também mais leve. Assim, o processo seguido para as enzimas NOVOBATE WB, NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX, encontra-se na tabela 4.5.

Então, o algoritmo seguido para as enzimas NOVOBATE WB, NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX, encontra-se na tabela 4.5.

**Tabela 4.5.** Algoritmo seguido para as enzimas NOVOBATE WB, NOVOCOR ABL e AX

Operação	Produtos	T (°C)	t (min)
Lavar	200% Água	40	5
<b>Despejar banho</b>			
Neutralizar <sup>1</sup>	100% Água	40	60

	2% Bicarbonato de sódio 1% Formiato de sódio		
<b>Despejar banho</b>			
<b>Purga</b>	100% Água 0,1% ENZIMA	40	120
<b>Despejar banho</b>			
<b>Lavar</b>	200% Água	40	10
<b>Despejar banho</b>			
<b>Recurtir e tingir</b>	100% Água 4% Basyntan AN 1% Corante pó (Dark Brown RJ)	40	30
<b>Engordurar</b>	100% Água 2% Morbidan BLE 4% Coripol DX-1202 6% Fosfolicker S	40	45
	2,5% Ácido Fórmico		30

<sup>1</sup> De referir que com as enzimas NOVOCO ABL e NOVOCOR AX a neutralização é realizada recorrendo apenas a 100% de água e 0,25% de Bicarbonato de sódio.

Os resultados obtidos nos ensaios com as novas enzimas, realizados no CIETI sobre pele de bovino rebaixada a 1,2-1,3 mm, apresentam-se na tabela 4.6. que indica também a quantidade de enzima utilizada e o tempo de operação.

**Tabela 4.6.** Resumo dos ensaios realizados no CIETI com as enzimas NOVOBATE WB, NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX

Local	Data	Ensaio	Enzima	Quantidade Enzima (%)	$t_{\text{purga}}$ (min)	$\Delta_{\text{massa}}$ (%)	Observações
CIETI	4- Maio	1	Novobate WB	0,1	120	56,9	-----
		2	Novocor ABL	0,1	120	56,2	-----
		3	Novocor AX	0,1	120	57,1	-----

Pela análise da tabela 4.6 constata-se que, com a aplicação destas enzimas, a diminuição de massa foi substancialmente maior do que com as restantes, já que o melhor resultado até então foi obtido com 1,5% de DEFAT 80-PA e 120 minutos de purga, e apenas se verificou uma diminuição de 46,7% de massa (tal como se mostra na tabela 4.4.). Nesta ronda de ensaios, o melhor resultado obtido, tendo apenas como critério a diminuição de massa foi com a enzima NOVOBATE AX. Considerando outros critérios como a macieza e a soltura de flor, após uma análise comparativa, concluiu-se que as enzimas NOVOCOR conduziram a melhores resultados. De notar que a avaliação final realizada a todos os ensaios, antes e após amaciar as amostras, se encontra detalhada no Anexo H.1.

Após a realização das várias avaliações, seleccionaram-se as enzimas NOVOCOR ABL e a NOVOCOR AX, para continuar o trabalho a uma escala piloto, voltando-se a trabalhar na Dias Ruivo com meia pele rebaixada a 1,2-1,3 mm. Nestes ensaios, alterou-se a quantidade de enzima aplicada para avaliar o efeito de uma maior quantidade de enzima relativamente aos ensaios de bancada. O processo utilizado foi o apresentado na Tabela 4.5 com uma ligeira alteração pelo facto da empresa não trabalhar com Fosfolicker S, sendo então este produto substituído pela gordura AB2.

É ainda de destacar que, nestes ensaios, foi determinada a razão massa/área após algum debate interno na empresa em que se apontou como objectivo do produto em estudo o valor de 60g/ft<sup>2</sup> para a referida razão. A tabela 4.7 apresenta as quantidades de enzima utilizadas e os resultados obtidos.

**Tabela 4.7.** Condições dos ensaios com NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX

Local	Data	Ensaio	Enzima	Quantidade enzima (%)	$\Delta$ massa (%)	$\Delta$ área (%)	$\Delta$ espessura (mm)	Humidade (%)	Massa/Área (g/ft <sup>2</sup> )
DR	15 – Maio	1	Novocor ABL	0,2	53,6	1,4	0,8-0,9	8-9	71
	16 – Maio	2	Novocor AX	0,5	55,8	10,4	0,9-1,0	12	70

Tal como se pode verificar pela análise da tabela 4.7. estas duas enzimas permitiram que as peles aumentassem a sua área total, apresentando ambas valores acima dos 50%, o que as torna bastante interessantes. Tal como seria de esperar, quanto maior for a quantidade de enzima aplicada, maior será esse aumento de área. No entanto, outro parâmetro extremamente importante que também foi monitorizado, prende-se com a espessura da pele, e em ambos os ensaios, verificou-se uma diminuição da espessura que era inicialmente 1,2-1,3 mm em

ambos os ensaios. Poderá ser muito relevante estudar esta relação, ganho de área total VS diminuição da espessura, já que a pele é comercializada em função da sua área (ft<sup>2</sup>). Poderá eventualmente ser mais vantajoso iniciar o processo com uma pele propositadamente mais espessa, de forma a compensar a diminuição de espessura sofrida durante o tratamento, para obter no final a pele com a espessura pretendida.

Face a estes resultados, entendeu-se que seria conveniente utilizar uma quantidade extrema de enzima no sentido de avaliar o real efeito da enzima. Repetiram-se então os ensaios anteriores, de acordo com o processo já descrito, variando apenas a quantidade de enzima utilizando-se 5,0% de cada enzima (apenas se substituiu o formiato de sódio pelo Plasil ABF devido a ruptura de stock, sem interferência nos resultados do processo pois são produtos equivalentes). A tabela 4.8 apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 4.8.** Resumo dos ensaios com 5,0% de NOVOCOR ABL e NOVOCOR AX

Local	Data	Ensaio	Enzima	Quantidade enzima (%)	$\Delta_{\text{massa}}$ (%)	$\Delta_{\text{área}}$ (%)	$\Delta_{\text{espessura}}$ (mm)	Humidade (%)	Massa/Área (g/ft <sup>2</sup> )
DR	18 – Maio	1	Novocor ABL	5,0	60,7	12,5	1,1-1,2	12-13	67
	18 – Maio	2	Novocor AX	5,0	59,1	11,8	1,0-1,1	14-15	69

Neste ensaio é necessário referir que o ensaio com a enzima NOVOCOR ABL foi levado a cabo num fulão de madeira que não possui controlo de temperatura, sendo por isso indefinida a temperatura durante todo o processo, já no ensaio com a enzima NOVOCOR AX isso não se verificou, todo o ensaio foi realizado no fulão habitual, havendo por isso, sempre um controlo da temperatura, que se manteve constante durante o processo. Quanto às conclusões efectivas destes ensaios, verificou-se que em ambos houve um aumento de área total considerável,

não se tendo verificado uma diminuição muito pronunciada da espessura das peles. Este aumento de área total, foi mais uma vez acompanhado pela diminuição em cerca de 60% da massa total da pele, nos dois ensaios. É contudo de salientar que por lapso, nestes ensaios, as peles foram ao fulão de bater antes de serem medidas e pesadas, o que torna estes valores menos credíveis. No entanto, sabe-se que quando vai bater, a pele diminui sempre a sua área total, o que leva a concluir que os valores apresentados na tabela 4.8. foram afectados negativamente, e que efectivamente a diminuição de massa e o aumento de área total deveriam ser inflacionados para que se aproximassem dos reais.

Seguidamente realizaram-se mais três ensaios, dois dos quais com 5,0% de enzima – tanto ABL como AX – e o outro sem enzima, para verificar o seu comportamento e comprovar o seu efeito. Os resultados relativos aos referidos ensaios, encontram-se registados na tabela 4.9..

**Tabela 4.9.** Resumo da repetição dos ensaios com 5,0% de NOVOCOR ABL e AX

Local	Data	Ensaio	Enzima	Quantidade enzima (%)	$\Delta$ massa (%)	$\Delta$ área (%)	$\Delta$ espessura (mm)	Humidade (%)	Massa/Área (g/ft <sup>2</sup> )
DR	26 – Maio	1	Novocor ABL	5,0	50,0	-15,0	1,1-1,2	-----	83
	26 – Maio	2	Novocor AX	5,0	48,0	-15,0	1,0-1,1	-----	74
	27 – Maio	3	Branco	----	50,0	-11,0	1,1-1,2	-----	76

Pela análise da tabela 4.9. verifica-se uma variação de massa menor que o normal e uma variação da área negativa, o que indica que a pele diminui a sua área total. Este resultado não seria de esperar se este ensaio fosse realizado da mesma forma que os anteriores, no entanto, como foram retirados alguns pedaços de pele ao longo do processo e se deixou secar a pele ainda em *wet-blue* após a purga era de esperar

que os resultados não fossem os mais favoráveis. Contudo, estes ensaios serviram para demonstrar que a enzima NOVOCOR AX permite obter características mais favoráveis na pele.

Para que não restassem dúvidas relativamente à acção da enzima, foram ainda realizados mais ensaios, mas desta vez, como o lote inicial de peles já tinha esgotado, então não foi possível utilizar os dados obtidos até agora como comparação. E foi necessário repetir o algoritmo seguido anteriormente para que existisse uma amostra padrão. E seguidamente realizaram-se mais ensaios em que se alteraram algumas condições de operação, essas alterações encontram-se nos algoritmos apresentados nas tabelas 4.10. e 4.11..

**Tabela 4.10.** Algoritmo seguido para o 1º ensaio do novo lote da enzima NOVOCOR AX (pH=4,0)

<b>Operação</b>	<b>Produtos</b>	<b>T (°C)</b>	<b>t (min)</b>
<b>Lavar</b>	200% Água	40	5
<b>Despejar banho</b>			
<b>Neutralizar (pH=4,0)</b>	100% Água 0,25% Bicarbonato de sódio	40	60
<b>Despejar banho</b>			
<b>Purga</b>	100% Água 4,2% NOVOCOR AX	40	180
<b>Despejar banho</b>			
<b>Lavar</b>	200% Água	40	10
<b>Despejar banho</b>			
<b>Neutralizar</b>	100% Água 1% Bicarbonato de sódio 1% Formiato de sódio	40	60

Despejar banho			
Recurtir e tingir	100% Água	40	30
	4% Basyntan AN		
	1% Corante pó (Dark Brown RJ)		
Engordurar	100% Água	40	45
	2% Morbidan BLE		
	4% Coripol DX-1202		
	6% AB2		
	2,5% Ácido Fórmico		30

Tal como se pode verificar pela análise da tabela 4.10. as alterações realizadas neste primeiro ensaio foram a quantidade de enzima que passou de 5,0% para 4,2%. De referir que este valor foi imposto pelo stock, já que na altura em que se realizou este ensaio, apenas havia a quantidade de enzima correspondente a 4,2%.

De seguida, como o primeiro ensaio já servia como testemunho do procedimento utilizado anteriormente, mas agora numa pele diferente, avançou-se para o segundo ensaio, cujo o algoritmo se encontra na tabela 4.11..

**Tabela 4.11.** Algoritmo seguido para o 2º ensaio do novo lote da enzima NOVOCOR AX (pH=6,0)

Operação	Produtos	T (°C)	t (min)
Lavar	200% Água	40	5
Despejar banho			
Neutralizar (pH=6,0)	100% Água 0,50% Bicarbonato de sódio	40	60

Despejar banho			
<b>Purga</b>	100% Água	40	180
	4,2% NOVOCOR AX		
Despejar banho			
<b>Lavar</b>	200% Água	40	10
Despejar banho			
<b>Neutralizar</b>	100% Água	40	60
	0,1% Bicarbonato de sódio		
	0,1% Formiato de sódio		
Despejar banho			
<b>Recurtir e tingir</b>	100% Água	40	30
	4% Basyntan AN		
	1% Corante pó (Dark Brown RJ)		
<b>Engordurar</b>	100% Água	40	45
	2% Morbidan BLE		
	4% Coripol DX-1202		
	6% AB2		
	2,5% Ácido Fórmico		30

Neste segundo ensaio, alterou-se o pH pretendido na purga inicial para 6,0, para avaliar o comportamento da enzima, numa gama de pH mais básica. Sendo para isso necessário aumentar para o dobro a quantidade de bicarbonato de sódio utilizada na neutralização inicial. E após a purga, como o pH já estava muito próximo da gama pretendida, então foi necessário reduzir para apenas os 0,1% a quantidade de bicarbonato e formiato de sódio utilizados na neutralização final.

Seguidamente foram realizados mais dois ensaios com os algoritmos apresentados nas tabelas 4.10. e 4.11. alterando o tempo de purga para 120 minutos mais noite (8horas). Esta alteração permitiu avaliar o efeito do tempo de purga, mantendo as duas gamas de pH e todos os produtos utilizados. Os resultados referentes a estes quatro ensaios, encontram-se registados na tabela 4.12..

**Tabela 4.12.** Resultados dos ensaios efectuados com 4,2% de NOVOCOR AX e diferentes gamas de pH

Local	Data	Ensaio	t <sub>purga</sub> (min)	pH	$\Delta$ massa (%)	$\Delta$ área (%)	$\Delta$ espessura (mm)	Humidade (%)	Massa/Área (g/ft <sup>2</sup> )
DR	16 – Julho	1	120	4,0	54	9	1,0 – 1,1	14	67
	19– Julho	2	120	6,0	58	12	0,9 – 1,0	9	70
	23 – Julho	3	120+noite	4,0	58	15	1,0 – 1,1	11	68
	24 – Julho	4	120+noite	6,0	58	8	1,0 – 1,1	11	72
	30 – Julho	5	120	4,0	58	9	1,1 – 1,2	14	71

Com os dados obtidos nestes últimos ensaios, verificou-se quais as condições de operação que permitiam ficar mais próximo do objectivo de 60g/ft<sup>2</sup> foram as correspondentes ao ensaio 1, e assim, fixando-se essas condições alterando agora os produtos utilizados na fase de recurtume e engorduramento, de forma a obter um couro mais leve obtiveram-se os dados apresentados no ensaio 5.

Após se terem realizado todos os ensaios, enviou-se uma amostra de cada um deles, para o Centro Tecnológico das Indústrias do Couro, para serem sujeitos a testes físico-mecânicos, permitindo assim avaliar a sua viabilidade para futuras utilizações.

Foram realizados dois testes específicos, o de resistência de flor (ou lastómetro) e o de resistência ao rasgo.

Quanto ao método de resistência de flor, este é essencialmente utilizado em couro que se pretenda utilizar para produzir calçado, já que para que o este ganhe forma o couro será submetido a uma forte tensão que poderá fragilizar o couro e até mesmo levar à sua quebra. O teste que foi realizado, também designado por lastómetro, consiste em colocar o couro no equipamento de forma a que seja suportado pelos lados do mesmo, havendo no centro, uma bola que empurrará o couro levando a que haja uma distensão. Serão anotados os dados ao fim dos primeiros sinais de distensão e seguidamente continua-se o teste até que haja a ruptura efectiva da amostra de couro. Nesse momento, voltam a ser registados os valores da força exercida e da distância em mm que distendeu [37].

Relativamente ao teste de resistência ao rasgo, sabe-se que é semelhante a um teste de tracção, com uma característica que o distingue, o facto da proveta é aplicada de tal forma que a força que ela aplica, é espalhada por toda a rede fibrosa do couro e zonas adjacentes por forma a permitir que a amostra testada sofra tracção em todas as direcções sendo assim mais representativo das condições reais de uso, o que permite avaliar se esta cederá ou não, levando ao seu rasgo. No método de Baumman que foi o realizado, corta-se uma ranhura que permite que a proveta fique na posição indicada, estando o couro fixado do outro lado pelo dinamómetro. Assim que o provete fica posicionado no final da ranhura, começa o teste, sendo exercida a força necessária para que o couro rasgue, determinando então a força que é preciso exercer para que tal aconteça [37].

Apenas de referir que para facilitar a leitura e entendimento dos ensaios, estes foram todos numerados de forma sequencial, apresentando-se no Anexo H.2. um resumo de todos os ensaios, com a respectiva numeração. O resultado desses testes encontra-se na tabela 4.13.

**Tabela 4.13.** Resultados dos testes físico-mecânicos do CTIC

Enzima	Resistência de flor		Resistência ao rasgo
	Lastómetro		Baumann
	Alongamento na rotura de flor (mm)	Carga de rotura de flor (N)	Carga de rotura (N)
1 – TRIPSOL TS	Sem dados	Sem dados	Sem dados
2 – DEFAT 80-PA	Sem dados	Sem dados	Sem dados
3 – BRANCO	9,0	141,2	139,2
4 – DEFAT 80-PA	9,5	285,1	136,6
5 – DEFAT 80-PA	9,2	191,2	140,1
6 – DEFAT 80-PA	9,7	276,7	128,2
7 – DEFAT 80-PA	8,9	192,2	139,6
8 – DEFAT 80-PA	8,5	213,8	114,8
9 – DEFAT 80-PA	8,6	131,2	125,9
10 – DEFAT 80-PA	8,9	170,8	118,4
11 – BRANCO	9,1	112,1	98,4
12 – TRIPSOL TS	8,9	203,3	94,7
13 – TRIPSOL TS	9,0	211,8	79,6
14 – TRIPSOL TS	9,6	241,3	85,3
15 – NOVOBATE WB	9,0	253,4	91,3
16 – NOVOCOR ABL	9,4	163,7	88,4
17 – NOVOCOR AX	8,4	188,5	84,9
18 – NOVOCOR ABL	10,1	325,1	117,4
19 – NOVOCOR AX	8,5	242,6	124,5
20 – BRANCO	9,0	455,5	197,9

21 – NOVOCOR ABL	10,5	528,6	153,5
22 – NOVOCOR AX	9,9	378,4	101,5
23 – NOVOCOR AX	8,9	425,3	172,7
24 – NOVOCOR AX	8,2	340,3	161,8
25 – NOVOCOR AX	8,4	268,1	72,5
26 – NOVOCOR AX	9,5	260,4	68,7
27 – NOVOCOR AX	8,8	341,1	102,4
28 – NOVOCOR AX	8,1	220,7	78,9
29 – NOVOCOR AX	9,1	266,9	72,4

Os valores mínimos exigidos para calçado, relativamente aos parâmetros controlados em cada ensaio, apresentam-se na tabela 4.14..

**Tabela 4.14.** Valores de referência para os testes físico-mecânicos realizados<sup>[37]1</sup>

	Resistência de flor		Resistência ao rasgo
	Lastómetro		Baumann
	Alongamento na rotura de flor (mm)	Carga de rotura de flor (N)	Carga de rotura (N)
<b>Valores de Referencia</b>	7 <sup>2</sup>	150	50 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Os valores apresentados na tabela 4.14 seguem Grupo Europeu de Institutos de Investigación del Cuero (GERIC)

<sup>2</sup> O valor recomendado para couros de vaca, é de 8 mm, considerando-se 7 mm insuficiente

<sup>3</sup> Salienta-se que este valor foi considerando a situação mais desfavorável, calçado sem forro

Assim, comparando os valores obtidos na realização dos ensaios físico-mecânicos com os valores de referência, verifica-se que todas as amostras analisadas apresentam valores acima dos de referência, pelo que são passíveis de serem comercializadas garantido a sua qualidade ao futuro comprador.

### **4.3. Conclusões e sugestões**

Sendo a Dias Ruivo uma empresa que procura constantemente a conquista do mercado através da qualidade e inovação, a ideia do desenvolvimento de um produto macio e leve (*floaters*) parece ser oportuna. O trabalho levado a cabo no sentido do desenvolvimento desse produto permitiu apontar o caminho que carece ainda de algum trabalho, pelo que se sugerem as seguintes acções futuras:

- ✓ Avaliar o efeito da quantidade de enzima aplicada, de forma mais detalhada verificando qual o ponto óptimo;
- ✓ Pesquisar produtos de recurtume e engorduramento que confirmem mais leveza ao produto final;
- ✓ Avaliar diferentes matérias-primas no sentido de determinar qual a mais adequada para este produto.

Estas acções permitirão certamente aproximar o valor obtido neste trabalho,  $67\text{g/ft}^2$ , do valor pretendido,  $60\text{ g/ft}^2$  (para uma espessura de rebaixamento de 1,2 – 1,3 mm), sendo que o valor do padrão está substancialmente acima,  $75\text{ g/ft}^2$ , motivo pelo qual já se pode considerar que este trabalho contribuiu de uma forma significativa para o objectivo pretendido.

Uma avaliação técnico-económica do processo desenvolvido seria interessante mas não faz sentido neste momento pelo facto do produto necessitar ainda de uma série de ensaios à escala piloto e semi-industrial antes de aprovado.

## Capítulo 5. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros

Dado por terminado este trabalho, verificou-se que a empresa Dias Ruivo não é um consumidor intensivo de energia. Os valores de consumo energético específico da empresa foram 0,131 kgep/ft<sup>2</sup> no ano de 2010 e 0,152 kgep/ft<sup>2</sup> em 2011. A intensidade carbónica apresentou os seguintes valores 900 e 1148 kg CO<sub>2</sub>/tep, para os anos 2010 e 2011 respectivamente.

O facto de aumentar o consumo específico do ano de 2010 para 2011 pode ter a ver com a redução da produção, o que normalmente gera mais ineficiências na utilização dos vários recursos envolvidos. O valor do consumo específico em 2011, embora superior ao de 2010, quando comparado com o valor teórico obtido noutra unidade industrial para as mesmas fases do processo de transformação da pele (0,180 kgep/ft<sup>2</sup>), mostra a existência de uma utilização racional da energia. Apesar de tudo, entendeu-se existir margem para adopção de algumas medidas de melhoria, das quais se destacam as seguintes:

- ✓ Optimização do sistema de aquecimento de água para o processo de acordo com medidas já enunciadas;
- ✓ Estudar a possibilidade de planear a produção de uma forma que minimize os recursos energéticos;
- ✓ Avaliar cada equipamento de forma a tornar possível realizar uma análise ABC para verificar quais os equipamentos mais responsáveis pelo consumo de energia, e agir prioritariamente sobre os mesmos;
- ✓ O peso do consumo de energia pode ainda ser reduzido pelo recurso às energias renováveis, através da instalação de painéis solares para o aquecimento de águas, podendo assim substituir ou auxiliar as caldeiras existentes.

Relativamente à segunda fase deste trabalho, foi possível concluir que o uso de enzimas para a obtenção de um couro macio e leve é altamente viável, não se tendo no entanto atingido o patamar pretendido de 60 g/ft<sup>2</sup>. Contudo, o valor obtido neste trabalho, 67g/ft<sup>2</sup>, é substancialmente inferior ao padrão da empresa, 75 g/ft<sup>2</sup>.

O trabalho levado a cabo no sentido do desenvolvimento desse produto permitiu apontar o caminho que carece ainda de algum trabalho, pelo que se sugerem as seguintes acções futuras:

- ✓ Avaliar o efeito da quantidade de enzima aplicada, mais detalhadamente verificando o ponto óptimo;
- ✓ Avaliar o efeito da espessura de rebaixamento;
- ✓ Pesquisar produtos de recurtume e engorduramento que confirmem mais leveza ao produto final;
- ✓ Avaliar diferentes matérias-primas no sentido de determinar qual a mais adequada para este produto.

## Capítulo 6. Bibliografia

- [1] Guia Técnico: Sector dos Curtumes, Plano Nacional de Prevenção dos Resíduos Industriais, Lisboa: INETI, Novembro 2000.
- [2] I. I. A. -. C. Transfronteiriça, “Guia sw Boas Práticas de Medidas de Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis: RENOVARE,” Portugal/Espanha, 2007.
- [3] “Unicamp,” [Online]. [Acedido em 28 Novembro 2011].
- [4] U. Europeia, “EUSUSTEL,” [Online]. [Acedido em 2011 Novembro 2011].
- [5] “Missaoup,” [Online]. [Acedido em 28 Novembro 2011].
- [6] POEFDS/Cencal, “Gestão da produção cerâmica,” em *Gestão de energia*, pp. 235-246.
- [7] M. Guterres, *Desenvolvimento Sustentável em Curtumes*, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química, Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiental, 2003.
- [8] M. Guterres, *Tendência Emergente na Indústria do Couro*, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química, Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente.
- [9] M. L. M. Stoop, “Water management of production system optimised by environmentally oriented integral chain management: case study of leather of manufacturing in developong countries,” *Technovation*, n.º 23, pp. 265-278, 2003.
- [10] “Morocco pictures - Fez,” Junho 2007. [Online]. [Acedido em 17 Dezembro 2011].
- [11] N. Isabel, “Globalização local na indústria portuguesa de curtumes,” Lisboa, EGG / ISCTE, pp. 2-97.
- [12] C. APIC, *Directório das Indústrias do Couro*, Alcanena, 2003.
- [13] B. S. J. P. S. J. Adzet Adzet J.M., *Química - Tecnica de teneria*, Barcelona, 1985.
- [14] Cotance, “EC tanners face environmental test,” *Leather*, pp. 122-124, 1991.

- [15] W. Pauckner, em *The 1992 Arthur Wilson memorial lecture: leather tanning in the year 2000*, JALCA, 1992, pp. 156-173.
- [16] M. M. A. Crispim, "Unhairing with enzymes," *Journal of Society of Leather Technologists and Chemists*, vol. 87, pp. 198-202, 2003.
- [17] M. M. A. Crispim, "Leather shavings treatment - an enzymatic approach," *Journal of the Society of the Leather Technologists and Chemists*, vol. 87, pp. 203-207, 2003.
- [18] T. Feigel, "Technological advances in the beamhouse," *Leather*, pp. 33-36, 1997.
- [19] E. D. T. F. D. G. B. S. F. M. M. Taylor, em *Enzymatic treatment of offal from fleshing machines*, Vol 84, JALCA, 1989, pp. 71-78.
- [20] A. M. A. M. M. J. C. J. Gregori, "Optimization of the chrome tanning process: influence of three types of commercially available masking agents," *Journal of the Society Technologists and Chemists*, vol. 77, pp. 147-150, 1993.
- [21] A. Hanna, "High exhaust liquid chrome system using wayne CFX," em *The Leather Manufacturer*, 1996, pp. 12-16.
- [22] M. Taylor, *Enzymes assist recovery of chrome and high-value protein from shavings (38-39)*, World Leather, Novembro 1994.
- [23] "Chrome:recycling versus recovery," *Leather: Clean Techonology Update*, pp. 28-30, 1993.
- [24] S. Dasgupta, "Minimising the environmental impact of chrome tanning: the "thrublu" process," *Journal of the Society of the Leather Techonologists and Chemists*, vol. 82, pp. 15-21, 1997.
- [25] P. Erickson, "Alkaline hydrolysis of leather shavings," em *The Leather Manufacturer*, 1995, pp. 19-21.
- [26] J. J. Hodder, "Wet white," em *The Leather Manufacturer*, 1988, pp. 12-17.
- [27] TFL, *Wet end technology: Mirosan CS gran*, 1997.
- [28] M. Kaussen, "The use of special polymers in wet-end process," *Leather*, pp. 85-90, Janeiro 1997.

- [29] F. Pulles, “Finishing technology: working with environment,” *World Leather*, pp. 48-50, Novembro 1994.
- [30] W. Leather, “Application of the upflow anaerobic sludge blanket system in tannery effluent treatment,” pp. 45-46, Novembro 2005.
- [31] E. Benedetto, “Elettroflocculazione, filtrazione ed elettrodialisi per la depurazione di acque refue,” *Tecnologie conciarie*, pp. 117-120, Setembro 1996.
- [32] S. D. M. Aloy, “Ultrafiltration de bains de tannerie,” *IDC - Industrie du cuir*, vol. 9204, pp. 68-74, 1994.
- [33] J. Cot, “Chrome recovery,” *Leather*, pp. 48-50, Março 1998.
- [34] “Is wet-white the answer?,” *Leather: Clean technology Update*, pp. 18-21, 1993.
- [35] S. Tate, “Fleshings: tallow recovery by mechanical means,” *World Leather*, pp. 35-36, Novembro 1994.
- [36] E. Gratacós, “The partial re-utilization of tannery by-products,” *The Leather Manufacturer*, pp. 8-12, Setembro 1992.
- [37] D. J. M. A. ADZET, *TECNOLOGIA del CUERO - Vol 4*, Barcelona: EDICONES Cicero, 1995.
- [38] C. G. M. G. P. B. C.S. Cantera, “Dechroming of shavings:Part 1. Enzymic alkaline treatment,” *Study of variables, Das Leder*, vol. 11, pp. 265-270, 1994.
- [39] G. Skyes, “Leatherboard manufacture,” *World Leather*, pp. 83-87, Abril 1997.
- [40] F. R. R. T. M. M. A. O. J.M. Martinez, “Processos de activação de carbonizados de resíduos de pele curtida,” em *12ª Reunião Ibérica de Adsorção*, 1987.
- [41] M. C. Pedro Costa, *Combustão*, Orion, 2007.
- [42] C. Assis, *Apontamentos de Utilidades na Indústria*, 2012.
- [43] 1. s. - N. 7. Diário da República, “Decreto-Lei nº 71, 15 de Abril,” Diário da República, Lisboa, 2008.

- [44] “Instituto Superior Técnico,” [Online]. [Acedido em 7 Março 2012].
- [45] “Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos,” [Online]. [Acedido em 7 Março 2012].
- [46] M. L. R. d. Sousa, “Tecnologia para peles de peixe: Processo de curtimento,” [Online]. [Acedido em 17 Novembro 2011].
- [47] M. H. S. N. S. Saadia R. Tariq, “Comparative statistical analysis of chrome and vegetable tanning effluents and their effects on related soil,” *Hazardous Materials*, n.º 169, pp. 285-290, 2009.
- [48] E. W. G. B. M. Renner, “High-pressure carbon dioxide tanning,” *Chemical Engineering Research and Design*, n.º 87, pp. 987-996, 2009.
- [49] T. R. K.J. Sreeram, “Sustaining tanning process through conservation, recovery and better utilization of chromium,” *Resources, Conservation and Recycling*, n.º 38, pp. 185-212, 2002.
- [50] R. M. A.-S. M. A. S. Dima W. Nazer, “Reducing the environmental impact of the unharing - liming process in the leather process in the leather tanning industry,” *Cleaner Production*, n.º 14, pp. 65-74, 2006.
- [51] A. V. A. D. P. R. P. D. Petruzzelli, “Conservative technologies for environmental protection based on the use of reactive polymers,” *Reactive & Functional Polymers*, n.º 45, pp. 95-107, 2000.
- [52] J. S. B. Sc., *Leather Technician's Handbook*, London: Vernon Lock Ltd , 1983.
- [53] Guia Técnico: Sector dos Curtumes, Lisboa: Plano Nacional de Prevenção dos Resíduos Industriais, INETI, Novembro 2000.

### **Bibliografia Complementar:**

- **Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008**, Diário da República, 1.ª série – N.º 97 – 20 de Maio de 2008
- **Despacho n.º 17313/2008**, Diário da República, 2.ª série – N.º 97 – 26 de Junho de 2008
- **Despacho n.º 17449/2008**, Diário da República, 2.ª série – N.º 123 – 27 de Junho de 2008



# Anexos



## Anexo A. Levantamento Energético ano 2010

### A.1. Estrutura do consumo energético da empresa

Neste anexo, serão apenas apresentados dados relativos ao ano 2010, já que quando se iniciou este estudo, o ano imediatamente anterior seria o referido.

Numa primeira fase, determinou-se qual a percentagem de energia eléctrica, de gás natural e de GPL (gás de petróleo liquefeito) no total consumido anualmente. Na tabela A.1., encontram-se registados os valores correspondentes à utilização de energia ao longo do ano de 2010.

**Tabela A.1.** Consumos energéticos globais da Empresa

Mês	Tipo de energia		
	Energia Eléctrica (kWh)	Gás Natural (m <sup>3</sup> )	GPL (garrafa 11kg)
Janeiro	29190	2941	99
Fevereiro	45705	3133	99
Março	38332	3888	110
Abril	38072	3929	198
Maio	43034	3641	209
Junho	38826	2968	88
Julho	39125	3417	187
Agosto	2830	2000	0
Setembro	15812	3137	198
Outubro	33008	2372	198
Novembro	33184	3273	88
Dezembro	35274	3197	88
<b>TOTAL</b>	<b>392392</b>	<b>37896</b>	<b>1562</b>
<b>TOTAL (tep/ano)</b>	<b>70,05</b>	<b>28,48</b>	<b>1,47</b>

Após a análise da tabela A.1., constatou-se que para uma melhor compreensão da mesma, seria mais vantajoso determinar as percentagens de energia eléctrica, de gás natural e de GPL consumidos, para isso recorreu-se à equação A.1.1. e repetiu-se o raciocínio para os restantes tipos de energia.

$$\% \text{ Energia}_{\text{Eléctrica consumida}} = \frac{\text{Energia}_{\text{Eléctrica consumida}}}{\text{Energia}_{\text{Total consumida}}} \times 100 \quad \text{Equação A.1.1.}$$

Após a determinação da percentagem que correspondia a cada tipo de energia consumida pela Empresa, foi necessário verificar qual seria o seu diagrama de carga, isto é, qual a distribuição dos consumos dos diferentes tipos de energia, ao longo do ano. São precisamente esses dados que se apresentam na tabela A.2..

**Tabela A.2.** Dados de apoio ao diagrama de carga anual da Empresa

Mês	Energia Eléctrica (tep/mês)	Gás Natural (tep/mês)	GPL (tep/mês)
Janeiro	6,28	2,66	0,11
Fevereiro	9,83	2,84	0,11
Março	8,24	3,52	0,12
Abril	8,19	3,56	0,22
Maio	9,25	3,30	0,24
Junho	8,35	2,69	0,10
Julho	8,41	3,09	0,21
Agosto	0,61	1,81	0,00
Setembro	6,08	2,84	0,22
Outubro	7,10	2,15	0,22
Novembro	7,13	2,96	0,10
Dezembro	7,58	2,89	0,10

## A.2. Avaliação do consumo energético em função da produção

Neste anexo ir-se-á abordar os dois consumos analisados na Empresa Dias Ruivo, sendo eles o consumo anual e o consumo específico. Muito embora estejam relacionados, serão apresentados separadamente para facilitar a sua compreensão e análise.

### A.2.1. Levantamento da produção

Dado que a Dias Ruivo produz muitos tipos diferentes de produtos finais, foi necessário averiguar e contabilizar as peças produzidas, dessas algumas ficam automaticamente em armazém (stock), outras são vendidas que foram contabilizadas como empacotadas e ainda existe um outro tipo de produto, que se designa por croute acamurçado que também faz parte da produção. Assim, resumiu-se essa informação na tabela A.3..

**Tabela A.3.** Resumo dos produtos acabados e sua contabilização

Produção (ft <sup>2</sup> )	Mês											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Empacotamentos	55713	60819	122205	117969		82825	61864	13524	58803	78258	89821	56143
Croute acamurçados	-----	3568	755	1701	-----	1630	383	6506	2646	1556	1138	945
Armazém	529	-----	330	1526		1001	1125	1456	488,75	755	3822	1792
<b>Total</b>	56242	64387	123290	121196	159975	85456	63372	21486	61938	80569	94780	58880
Dias úteis de trabalho	20	19	23	23	21	19	22	7	22	20	21	15

Tal como se pode verificar pela análise da tabela A.3, também se contabilizaram os dias úteis de trabalho, que serão igualmente úteis para a determinação do consumo energético anual.

Sabendo a produção anual da empresa, foi possível determinar os consumos da mesma, bastou para isso recorrer aos dados apresentados na tabela A.4..

**Tabela A.4.** Dados de apoio à determinação dos consumos da Empresa

Mês	Energia (tep/mês)	Produção (ft <sup>2</sup> /mês)
Janeiro	9,05	56242,00
Fevereiro	12,77	64386,50
Março	11,88	123289,75
Abril	11,97	121196,00
Mai	12,78	159974,50
Junho	11,13	85456,00
Julho	11,72	63371,75
Agosto	2,42	21486,00
Setembro	6,46	61937,75
Outubro	9,47	80569,25
Novembro	10,20	94780,25
Dezembro	10,58	58879,75

Com os dados presentes na tabela A.4., foi possível analisar os consumos da Dias Ruivo, que se apresenta no relatório.

### A.2.2. Consumo específico

Para a determinação do consumo específico, foi necessário recorrer de novo à informação relativa ao consumo de energia mensal e ainda à produção total. Seguidamente, com essa informação, e recorrendo à equação A.2.2.1., determinou-se o consumo específico mensal da Dias Ruivo.

$$\text{Consumo Específico} = \frac{\text{Consumo Total de Energia}}{\text{Volume de Produção}} \quad \text{Equação A.2.2.1.}$$

Com os valores obtidos para o consumo específico da empresa, através da equação A.2.2.1., obtiveram-se os valores presentes na tabela A.5..

**Tabela A.5.** Valores do consumo específico determinado

Mês	Sector todo		
	Energia Consumida (tep/mês)	Produção (ft <sup>2</sup> /mês)	Consumo Específico (kgep/ft <sup>2</sup> )
Janeiro	9,05	56242	0,161
Fevereiro	12,77	64387	0,198
Março	11,88	123290	0,096
Abril	11,97	121196	0,099
Maio	12,78	159975	0,080
Junho	11,13	85456	0,130
Julho	11,72	63372	0,185
Agosto	2,42	21486	0,113
Setembro	6,46	61938	0,104
Outubro	9,47	80569	0,118
Novembro	10,20	94780	0,108
Dezembro	10,58	58880	0,180

Com os valores do consumo específico em função de cada mês, foi possível traçar o gráfico representativo do consumo específico da empresa em função da produção anual da mesma.

### **A.3. Intensidade Carbónica**

Neste anexo constam, não só os dados que possibilitaram a determinação do indicador intensidade carbónica, mas também, os que permitiram determinar as emissões de gases de efeito de estufa (GEE), mais concretamente a quantidade de CO<sub>2</sub> inerente ao processo.

Recorrendo às equações A.3.1., A.3.2. e A.3.3., foi possível determinar a intensidade carbónica, o total de emissões de GEE e o total de energia consumida, respectivamente.

$$\text{Intensidade Carbónica} = \frac{\text{Valor das Emissões de Gases de Efeito de Estufa}}{\text{Consumo Total de Energia}} \quad \text{Equação A.3.1.}$$

$$\text{Emissões}_{E.E.} = \text{Energia}_{\text{Eléctrica}} \text{ tep} \times \text{Factor}_{\text{Emissão}} \text{ kg}_{\text{CO}_2} \text{ tep} \quad \text{Equação A.3.2.}$$

$$\text{Consumo}_{\text{Total Energia}} = E \cdot E_{\text{Consumida}} \text{ tep} \text{ mês} + G \cdot N_{\text{Consumido}} \text{ tep} \text{ mês} + \text{GPL}_{\text{Consumido}} \text{ tep} \text{ mês} \quad \text{Equação A.3.3.}$$

Assim, foi possível obter os dados apresentados na tabela A.6..

**Tabela A.6.** Dados de apoio à determinação da intensidade carbónica

Mês	Tipo de energia			Consumo Total Energia (tep / mês)	Emissões CO <sub>2</sub>			Emissões Totais CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	Intensidade Carbónica (kgCO <sub>2</sub> /tep)
	E.E. (tep)	G.N. (tep)	GPL (tep)		E.E. (kgCO <sub>2</sub> )	G.N. (kgCO <sub>2</sub> )	GPL (kgCO <sub>2</sub> )		
Janeiro	6,276	2,662	0,112	9,050	2,950	7143,82	295,08	7441,85	822,34
Fevereiro	9,827	2,836	0,112	12,774	4,618	7610,20	295,08	7909,90	619,21
Março	8,241	3,519	0,124	11,885	3,873	9444,13	327,87	9775,87	822,56
Abril	8,185	3,556	0,224	11,965	3,847	9543,72	590,16	10137,73	847,25
Maió	9,252	3,296	0,236	12,784	4,349	8844,16	622,95	9471,45	740,88
Junho	8,348	2,686	0,099	11,133	3,923	7209,41	262,29	7475,62	671,46
Julho	8,412	3,092	0,211	11,716	3,954	8299,24	557,37	8860,57	756,30
Agosto	0,608	1,810	0,000	2,419	0,286	4858,09	0,00	4858,38	2008,70
Setembro	3,400	2,839	0,224	6,463	1,598	7619,92	590,16	8211,67	1270,64
Outubro	7,097	2,147	0,224	9,467	3,335	5761,70	590,16	6355,19	671,27
Novembro	7,135	2,962	0,099	10,196	3,353	7950,27	262,29	8215,91	805,76
Dezembro	7,584	2,894	0,099	10,577	3,564	7765,66	262,29	8031,52	759,34

Após se ter determinado a intensidade carbónica, para a conseguir representar, foi necessário verificar qual a produção mensal. Para isso, apresentam-se na tabela A.7. os dados de apoio à representação da intensidade carbónica em função produção.

**Tabela A.7.** Dados de apoio à representação Intensidade Carbónica VS produção

<b>Mês</b>	<b>Intensidade Carbónica (kgCO<sub>2</sub>/tep)</b>	<b>Produção (ft<sup>2</sup>/mês)</b>
<b>Janeiro</b>	822	56242
<b>Fevereiro</b>	619	64387
<b>Março</b>	823	123290
<b>Abril</b>	847	121196
<b>Maio</b>	741	159975
<b>Junho</b>	671	85456
<b>Julho</b>	756	63372
<b>Agosto</b>	2009	21486
<b>Setembro</b>	1271	61938
<b>Outubro</b>	671	80569
<b>Novembro</b>	806	94780
<b>Dezembro</b>	759	58880

## Anexo B. Levantamento Energético ano 2011

### B.1. Estrutura do consumo energético da empresa

Neste anexo, serão apresentados dados relativos ao ano 2011, já que quando se realizou este estudo, o ano imediatamente anterior seria o referido.

Numa primeira fase, determinou-se a percentagem de energia eléctrica, de gás natural e de GPL (gás de petróleo liquefeito) no total consumido anualmente. Tendo-se registado na tabela B.1., os valores correspondentes à utilização de energia ao longo do ano de 2011.

**Tabela B.1.** Consumos energéticos globais da Empresa (energia primária)

Mês	Tipo de energia		
	Energia Eléctrica (kWh)	Gás Natural (m <sup>3</sup> )	GPL (garrafa 11kg)
Janeiro	27096	3315	176
Fevereiro	35355	4816	88
Março	30880	3763	88
Abril	39701	8288	99
Maió	35754	4827	99
Junho	34150	4834	88
Julho	33156	4697	88
Agosto	2887	1725	121
Setembro	12143	3823	114
Outubro	35559	5153	88
Novembro	35493	5987	198
Dezembro	32831	4172	0
<b>TOTAL</b>	<b>355.005</b>	<b>55400</b>	<b>1247</b>
<b>TOTAL (tep/ano)</b>	<b>76,30</b>	<b>50,14</b>	<b>1,41</b>

Após a análise da tabela B.1., constatou-se que para uma melhor compreensão da mesma, seria mais vantajoso determinar as percentagens de energia eléctrica, de gás natural e de GPL consumidos, para isso recorreu-se à equação B.1.1. e repetiu-se o raciocínio para os restantes tipos de energia.

$$\% \text{ Energia}_{\text{Eléctrica consumida}} = \frac{\text{Energia}_{\text{Eléctrica consumida}}}{\text{Energia}_{\text{Total consumida}}} \times 100 \quad \text{Equação B.1.1.}$$

Após a determinação da percentagem que correspondia a cada tipo de energia consumida pela Empresa, foi necessário verificar qual seria o seu diagrama de carga, isto é, qual a distribuição dos consumos dos diferentes tipos de energia, ao longo do ano. São precisamente esses dados que se apresentam na tabela B.2..

**Tabela B.2.** Dados de apoio ao diagrama de carga anual da Empresa

Mês	Energia Eléctrica (tep/mês)	Gás Natural (tep/mês)	GPL (tep/mês)
Janeiro	5,83	3,00	0,20
Fevereiro	7,60	4,36	0,10
Março	6,64	3,41	0,10
Abril	8,54	7,50	0,11
Maio	7,69	4,37	0,11
Junho	7,34	4,38	0,10
Julho	7,13	4,25	0,10
Agosto	0,62	1,56	0,14
Setembro	2,61	3,46	0,13
Outubro	7,65	4,66	0,10
Novembro	7,63	5,42	0,22
Dezembro	7,06	3,78	0,00

## **B.2. Avaliação do consumo energético em função da produção**

Neste anexo ir-se-á abordar os dois consumos analisados na Empresa Dias Ruivo, sendo eles o consumo anual e o consumo específico. Muito embora estejam relacionados, serão apresentados separadamente para facilitar a sua compreensão e análise.

### **B.2.1. Levantamento da produção**

Dado que a Dias Ruivo produz muitos tipos diferentes de produtos finais, foi necessário averiguar e contabilizar as peças produzidas, dessas algumas ficam automaticamente em armazém (stock), outras são vendidas que foram contabilizadas como empacotadas e ainda existe um outro tipo de produto, que se designa por croute acamurçado que também faz parte da produção. Assim, resumiu-se essa informação na tabela B.3..

**Tabela B.3.** Resumo dos produtos acabados e sua contabilização

Produção (ft <sup>2</sup> )	Mês											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<b>Empacotamentos</b>	22043	51248	72129	118144	83952	86428	110943	16732	72873	76987	97466	46215
<b>Croute acamurçados</b>	4400	531	695	877	158	2830	335	48	1310	741	1041	1208
<b>Armazém</b>	5363	1209	2940	-----	595	8269	5824	1028	1057	2336	2644	11273
<b>Total</b>	31805	52987	75764	119021	84705	97526	117101	17807	75240	80065	101151	58695
<b>Dias úteis de trabalho</b>	21	20	21	19	19	19	21	8	22	20	21	14

Tal como se pode verificar pela análise da tabela B.3., também se contabilizaram os dias úteis de trabalho, que serão igualmente úteis para a determinação do consumo energético anual.

Sabendo a produção anual da empresa, foi possível determinar os consumos da mesma, bastou para isso recorrer aos dados apresentados na tabela B.4..

**Tabela B.4.** Dados de apoio à determinação dos consumos da Empresa

<b>Mês</b>	<b>Energia (tep/mês)</b>	<b>Produção (ft<sup>2</sup>/mês)</b>
<b>Janeiro</b>	9,02	31805
<b>Fevereiro</b>	12,06	52987
<b>Março</b>	10,14	75764
<b>Abril</b>	16,15	119021
<b>Mai</b>	12,17	84705
<b>Junho</b>	11,82	97526
<b>Julho</b>	11,48	117101
<b>Agosto</b>	2,32	17807
<b>Setembro</b>	6,20	75240
<b>Outubro</b>	12,41	80065
<b>Novembro</b>	13,27	101151
<b>Dezembro</b>	10,83	58695

Com os dados presentes na tabela B.4., foi possível analisar os consumos da Dias Ruivo, que se apresenta no corpo do relatório.

### **B.2.2. Consumo específico**

Para a determinação do consumo específico, foi necessário recorrer de novo à informação relativa ao consumo de energia mensal e ainda à produção total. Seguidamente, com essa informação, e recorrendo à equação A.2.2.1., determinou-se o consumo específico mensal da Dias Ruivo.

Com os valores obtidos para o consumo específico da empresa, através da equação B.2.2.1., obtiveram-se os valores presentes na tabela B.5..

**Tabela B.5.** Valores do consumo específico determinado

Mês	Sector todo		
	Energia Consumida (tep/mês)	Produção (ft <sup>2</sup> /mês)	Consumo Específico (kgep/ft <sup>2</sup> )
Janeiro	9,02	31805	0,283757
Fevereiro	12,06	52987	0,227599
Março	10,14	75764	0,133897
Abril	16,15	119021	0,135683
Maio	12,17	84705	0,143651
Junho	11,82	97526	0,121168
Julho	11,48	117101	0,098029
Agosto	2,32	17807	0,130216
Setembro	6,20	75240	0,082401
Outubro	12,41	80065	0,154983
Novembro	13,27	101151	0,131226
Dezembro	10,83	58695	0,184594

Com os valores do consumo específico em função de cada mês, foi possível traçar o gráfico representativo do consumo específico da empresa.

### **B.3. Intensidade Carbónica**

Neste anexo constarão, não só os dados que permitiram determinar o indicador intensidade carbónica, mas também a determinação das emissões de gases de efeito de estufa (GEE), mais concretamente a quantidade de CO<sub>2</sub> que a empresa liberta.

Recorrendo às equações A.3.1., A.3.2. e A.3.3., foi possível determinar a intensidade carbónica, o total de emissões de GEE e o total de energia consumida, respectivamente.

Assim, foi possível obter os dados apresentados na tabela B.6..

**Tabela B.6.** Dados de apoio à determinação da intensidade carbónica

Mês	Tipo de energia			Consumo Total	Emissões CO <sub>2</sub>			Emissões Totais CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	Intensidade Carbónica (kgCO <sub>2</sub> /tep)
	E.E. (tep)	G.N. (tep)	GPL (tep)	Energia (tep / mês)	E.E. (kgCO <sub>2</sub> )	G.N. (kgCO <sub>2</sub> )	GPL (kgCO <sub>2</sub> )		
Janeiro	5,826	3,000	0,20	9,025	2,738	8052,29	524,59	8579,61	950,65
Fevereiro	7,601	4,359	0,10	12,060	3,573	11698,28	262,29	11964,15	992,07
Março	6,639	3,406	0,10	10,145	3,120	9140,50	262,29	9405,91	927,19
Abril	8,536	7,502	0,11	16,149	4,012	20131,93	295,08	20431,02	1265,15
Maio	7,687	4,369	0,11	12,168	3,613	11725,00	295,08	12023,70	988,14
Junho	7,342	4,375	0,10	11,817	3,451	11742,01	262,29	12007,75	1016,14
Julho	7,129	4,251	0,10	11,479	3,350	11409,23	262,29	11674,87	1017,04
Agosto	0,621	1,561	0,14	2,319	0,292	4190,10	360,65	4551,05	1962,72
Setembro	2,611	3,460	0,13	6,200	1,227	9286,24	339,79	9627,26	1552,83
Outubro	7,645	4,664	0,10	12,409	3,593	12516,87	262,29	12782,76	1030,15
Novembro	7,631	5,419	0,22	13,274	3,587	14542,70	590,16	15136,44	1140,34
Dezembro	7,059	3,776	0,00	10,835	3,318	10133,98	0,00	10137,30	935,62

Após se ter determinado a intensidade carbónica, para a conseguir representar, foi necessário verificar qual a produção mensal em toneladas e não em pés, como até ao momento. Para isso, apresenta-se na tabela B.7. os dados de apoio à representação da intensidade carbónica VS produção.

**Tabela B.7.** Dados de apoio à representação Intensidade Carbónica VS produção

<b>Mês</b>	<b>Intensidade Carbónica (kgCO<sub>2</sub>/tep)</b>	<b>Produção (ft<sup>2</sup>/mês)</b>
<b>Janeiro</b>	951	31805
<b>Fevereiro</b>	992	52987
<b>Março</b>	927	75764
<b>Abril</b>	1265	119021
<b>Mai</b>	988	84705
<b>Junho</b>	1016	97526
<b>Julho</b>	1017	117101
<b>Agosto</b>	1963	17807
<b>Setembro</b>	1553	75240
<b>Outubro</b>	1030	80065
<b>Novembro</b>	1140	101151
<b>Dezembro</b>	936	58695

## Anexo C. Listagem completa dos equipamentos

Na tabela C.1., encontra-se a listagem dos equipamentos fornecida na Dias Ruivo, com a respectiva numeração. Alguns dos referidos equipamentos não foram contabilizados no estudo apresentado neste relatório, por uma de duas razões, ou pelo facto de não serem frequentemente utilizados ou pelo facto de já não se encontrarem de todo em funcionamento.

**Tabela C.1.** Listagem completa dos equipamentos e respectiva numeração

Numeração dos equipamentos	Designação do equipamento
104	Empilhador 1
105	Dispersor pequeno
106	Dispersor grande
107	Compressor Felisatti
110	Caldeira
111	Medir Metraplan
112	Fulão pequeno
113	Imprimat 1 meio secção
114	Estufa junto parede
115	Caldeira (verde)
116	Caldeira (vermelha)
117	Satiflex
118	Imprimat 2 junto parede
119	Estufa junto infragás
120	Máquina ensaios
121	Fulão esquerda
122	Fulão direita
123	Máquina lixar Allet
124	Máquina escovar Allet
125	Estirar Moenos
126	Compressor Iwata
127	Máquina de dividir
128	Molisa
129	Secador vácuo

130	Caldeira estufa/vácuo
131	Estufa Tego
132	Caldeira estufa/vácuo
133	Compressor Puska (estufa)
134	Prensa Tomboni 1
135	Caldeira fulões
137	Máquina de rebaixar Rizzi
138	Estirar/escorre Rizzi
139	Cortina
140	Máquina de amaciar
141	Máquina de tingir
142	Cabine ensaios
143	Menegetti
144	Fulão de bater (madeira)
145	Máquina de polir
146	Gerador ar quente (S.verniz)
147	Gerador ar quente GP90A (foguetão)
148	Monta-cargas 1
149	Monta-cargas 2
150	Empilhador Toyota S25
151	Tamizador
152	Máquina varrer chão (dulevo)
153	Máquina lavar chão (coma)
154	Imprimat 3
155	Máquina espremer lamas
156	Balancé
157	Máquina numerar amostras
158	Satilux
159	Cortina 2
161	Máquina cintar
162	Fulão inox
163	Fulão (onório)
164	Imprimat 4
165	Máquina de lixar Flamar
166	Máquina de escovar Flamar
167	PRM
168	Pistola Gozzina
169	Secador ar comprimido
171	Prensa Tomboni 2
172	Máquina cintar 2

<b>173</b>	Máquina de estampar Gemata
<b>174</b>	Máquina de ensaios 2
<b>175</b>	Máquina de rolos Dás
<b>176</b>	Infragás
<b>177</b>	Compressor Demag
<b>178</b>	Fulão DR
<b>179</b>	Fulão
<b>180</b>	Fulão
<b>181</b>	Fulão
<b>182</b>	Fulão DR
<b>183</b>	Medir C. Cromo wet-blue
<b>184</b>	Máquina de escovar Nobuk
<b>185</b>	Prensa rotativa Gozzini
<b>186</b>	Máquina de est. con. Bance
<b>187</b>	Hidrotanque
<b>188</b>	Recuperador de solventes
<b>189</b>	Máquina de compactar
<b>190</b>	Fulão junto à estufa



## Anexo D. Distribuição e contabilização das lâmpadas existentes na empresa

Tal como foi referido no corpo do relatório, houve a necessidade de se analisar e estudar a iluminação da empresa, com o objectivo de verificar se esta estaria a ser utilizada da melhor forma e para aferir os custos que lhe estariam associados. Assim, na tabela D.1. encontra-se o resumo da iluminação existente em cada piso. Apenas de salientar que no caso das escadas do 1º piso para o piso 0 e ainda deste para o armazém, não foram contabilizadas as lâmpadas pois embora existam não se encontram em funcionamento.

**Tabela D.1.** Contabilização da iluminação de cada piso da empresa

	Divisão	Nº lâmpadas total	Tipo lâmpada	Potência (W)	Potência Total (W)	Pot Total Divisão (W)	Pot Total Piso (W)
Piso 2	Hall Entrada	5	Economizadora	3	3	3	2385
	Escritório I	48	Fluorescente	18	864	864	
	Escritório II	24	Fluorescente	18	432	432	
	Sala	4	Fluorescente	18	72	78	
		2	Economizadora	3	6		
	WC Senhoras	4	Fluorescente	18	72	72	
	WC Homens	4	Fluorescente	18	72	72	
	Cozinha	4	Fluorescente	18	72	72	
	Hall	12	Fluorescente	18	216	216	
	Gab Engº Dias	32	Fluorescente	18	576	576	
Escadas 2º piso - 1º piso	1	Economizadora	3	3	3	3	
Piso 1	Verniz	28	Fluorescente	58	1624	2056	2244
		12	Fluorescente	36	432		
	Corredor	2	Fluorescente	58	116	116	
	WC Homens	4	Fluorescente	18	72	72	
	Escadas 1º piso – piso 0						

Piso 0	Secção A *	28	Fluorescente	58	1624		6374
		14	Fluorescente	58	812	2900	
		8	Fluorescente	58	464		
	Arrecadação	20	Fluorescente	18	360	360	
	Secção B **	8	Fluorescente	58	464	464	
	Secção C ***	35	Fluorescente	58	2030	2030	
	Compressores	2	Fluorescente	58	116	116	
	Hall	8	Fluorescente	18	144	144	
	Escritório	16	Fluorescente	18	288	288	
	Acesso elevador	4	Fluorescente	18	72	72	
Escadas piso 0 - armazém							
Armazém	Entrada - hall	24	Fluorescente	58	1392	1392	4640
	Após elevador	24	Fluorescente	58	1392	1392	
	Armazém com equipamento	22	Fluorescente	58	1276	1276	
		6	Fluorescente	58	348	348	
	Escritório	4	Fluorescente	58	232	232	
	Exterior	15	Vapor de mercúrio	125	1875	1875	

\*Secção A – corresponde à zona do fundo da fábrica, onde tem a arrecadação, a estufa e os equipamentos para rebaixar a pele/ \*\* Secção B – corresponde à zona dos fulões/ \*\*\*Secção C – corresponde à zona da pistola, prensas, verniz entre outros equipamentos.

De notar que os pisos correspondem respectivamente:

Piso 2 – Escritórios

Piso 1 – Zona de envernizar

Piso 0 – Área fabril

## Anexo E. Análise da factura da electricidade

Neste anexo, apresentar-se-á com mais detalhe a determinação dos custos associados à electricidade. Assim, apresenta-se na tabela E.1. o tarifário que a empresa adoptou.

**Tabela E.1.** Tipo de tarifário adoptado pela empresa Dias Ruivo

<b>Tipo de contracto</b>	MTB – Médias UT, Tetra-horária
<b>Ciclo horário</b>	Diário

Tal como se indicou na tabela E.1. o tarifário utilizado pela empresa é tetra-horário, logo o dia divide-se em quatro horários diferentes, apresentando-se essa divisão na tabela E.2..

**Tabela E.2.** Ciclo horário da tarifa tetra-horária <sup>[44]</sup>

	<b>Horário Inverno</b>	<b>Horário Verão</b>
<b>Horas de ponta</b>	9h30m – 11h30m	10h30m – 12h30m
	19h00m – 21h00m	20h00m – 22h00m
<b>Horas de cheia</b>	8h00m – 9h30m	9h00m – 10h30m
	11h30m – 19h00m	12h30m – 20h00m
	21h00m – 22h00m	22h00m – 23h00m
<b>Horas de vazio normal</b>	22h00m – 2h00m	23h00m – 2h00m
	6h00m – 8h00m	6h00m – 9h00m
<b>Horas de super vazio</b>	2h00m – 6h00m	2h00m – 6h00m

Pela análise da tabela E.2., verifica-se que embora a divisão horária não seja exactamente igual no Inverno e no Verão, o número de horas correspondente a cada divisão é o mesmo, assim concluiu-se que para num dia (24 horas), existem 4 horas de ponta, 10 horas de cheia, 6 horas de vazio normal e por último 4 horas de super vazio.

Após saber a divisão horária diária, foi também necessário verificar qual o custo da energia eléctrica em cada período trimestral, sendo esse custo que se apresenta na tabela E.3..

**Tabela E.3.** Custo horário da energia eléctrica em cada período trimestral 2011 <sup>[45]</sup>

Período Trimestral	Horas de ponta (€/kWh)	Horas cheias (€/kWh)	Horas de vazio normal (€/kWh)	Horas supervazio (€/kWh)
I	0,1158	0,0874	0,0544	0,0510
II	0,1221	0,0877	0,0575	0,0534
III	0,1221	0,0877	0,0575	0,0534
IV	0,1158	0,0874	0,0544	0,0510

Apenas de salientar que os Períodos I e IV correspondem ao Período de Inverno, e os Períodos II e III são referentes ao Período de Verão

Conseguindo todos os dados relativos à divisão horária e ao custo de cada período, foi possível analisar os custos associados à energia eléctrica, ao gás natural e ainda ao GPL. No entanto, ao contrário do que seria espectável, não se apresenta uma estimativa, mas sim os valores reais da empresa, uma vez que foi possível ter acesso aos mesmos. Assim, para o ano de 2011 apresentam-se na tabela E.4. os custos associados a cada tipo de energia.

**Tabela E.4.** Custo da energia eléctrica, gás natural e GPL para 2011

	Energia Eléctrica (€)	Gás Natural (€)	GPL (€)
Janeiro	3310	2618	401
Fevereiro	4358	2792	205
Março	3841	2179	410
Abril	4836	4923	226
Maio	4327	2921	453
Junho	4198	2965	205
Julho	4086	2969	453
Agosto	3615	1157	282
Setembro	1711	2462	246
Outubro	4609	3917	410
Novembro	5020	4566	248
Dezembro	4732	3289	410
<b>TOTAL</b>	<b>48643</b>	<b>36758</b>	<b>3950</b>

## Anexo F. Consumos energéticos das caldeiras

Neste anexo, apresentam-se os consumos energéticos das caldeiras que possuem contador, tendo sido registados os seus consumos, durante uma semana de cada mês com maior trabalho, ou seja, nos meses de Abril e Maio.

De salientar que estes foram os meses seleccionados por corresponderem ao pico de trabalho, isto é, por ser nessa altura que a empresa se apresenta a funcionar em pleno, dentro dos prazos deste projecto, sendo por isso mesmo representativos do normal funcionamento da mesma. Na tabela F.1., resumem-se os referidos consumos para as diferentes caldeiras.

**Tabela F.1.** Registo dos consumos de energia e água para as caldeiras

Mês	t(min)	V (m <sup>3</sup> )	v (m <sup>3</sup> /s)	T <sub>entrada</sub> (°C)	T <sub>saída</sub> (°C)	e (kcal)	e <sub>TOTAL</sub> (kcal/semana)
Abril	96	7	0,0012153	18,2	55,5	258.808	<b>1.827.217</b>
	180	13	0,0012037	18,2	53,3	452.294	
	112	8	0,0011905	18,8	59,3	321.156	
	140	10	0,0011905	18,8	62,0	428.208	
	137	10	0,0012165	18,8	55,8	366.752	
Maio	80	6	0,0012500	21	61	237.893	<b>1.433.603</b>
	54	4	0,0012346	21,3	62	161.371	
	115	8	0,0011594	21,3	62,8	329.085	
	100	7	0,0011667	20,5	57	253.257	
	160	12	0,0012500	21	59	451.997	

Os dados presentes na tabela F.1. relativos ao tempo e quantidade de água em jogo, bem como as temperaturas, foram lidas directamente, no entanto, foi necessário determinar o caudal volumétrico e a potência térmica em jogo em cada dia. As equações F.1. e F.2. explicitam os referidos cálculos:

$$v \frac{m^3}{s} = \frac{V \frac{m^3}{min}}{tempo \frac{min}{60 \frac{s}{min}}} \times \frac{1 \frac{min}{60 \frac{s}{min}}}{1} \quad \text{Equação F.1.}$$

$$e \frac{kcal}{kg} = m \frac{kg}{kg} \times c_p \frac{kJ}{kg K} \times \Delta T \frac{K}{K} \quad \text{Equação F.2.}$$

Seguidamente, sabendo o valor médio da potência posta em jogo no funcionamento da caldeira, durante as semanas seleccionadas, seria possível fazer uma extrapolação e determinar a eficiência da mesma.

## Anexo G. Fichas técnicas das enzimas

### G.1. Ficha técnica da enzima TRIPSOL TS



CROMOGENIA-UNITS, S.A.



#### CLASIFICACION

Agente de rendido y purga para pieles ya curtidas al cromo

#### NATURALEZA

Composición enzimática estable

Aspecto: Polvo blanco, totalmente soluble

#### CARACTERISTICAS

Actividad (NOVO): aprox. 3.600 UN

#### PROPIEDADES Y APLICACIONES

Perfecta estabilidad hasta 65°C.

La especial composición enzimática del TRIPSOL TS tiene la propiedad de disolver totalmente las proteínas degradadas o "no organizadas" que actúan como cemento interfibrilar, así como los mucopolisacáridos derivados de las mismas, con lo cual la estructura del cuero queda más limpia y abierta.

Mediante tratamiento con TRIPSOL TS, las pieles que no han sido suficientemente rendidas en el proceso de Ribera, mejoran notablemente en el tacto y alcanzan mayor rendimiento de superficie.

#### SISTEMA Y DOSIS DE EMPLEO

Los cueros a tratar deben estar en estado húmedo, sea después de curtición o adquiridos en estado "wet-blue".

En cualquier caso, los cueros han de ser previamente lavados (10-15 min) para eliminar sales y acidez libre. A continuación, sea en frío o a 35-40°C se neutralizan en baño (200% de agua) con Bicarbonato sódico (1-1,5%) hasta pH 6 uniforme en todo el espesor del cuero.

A continuación se aplica el TRIPSOL TS en baño nuevo (100% agua a 50-60°C) y se rueda por espacio de 2-3 horas. Puede trabajarse a menor temperatura y prolongar el tiempo.

Por ejemplo = 4 horas a 40-45°C o dejar por la noche en baño, trabajando a 25-30°C.

Los mejores resultados se obtienen a mayor temperatura y siempre a pH 6 (5.8-6.5) el cuero.

El cuero queda limpio y flácido y preparado para seguir el proceso, sea de tintura o engrase o de recurtido, en cuyo caso normalmente debe acidularse previamente hasta pH 4-5 con Acido fórmico.

Dosis sobre peso rebajado o wet-blue:

- Cuero vacuno: 2%
- Cuero cabrío: 3% (a veces 4%)
- Cuero lanar: 1,5%

Las informaciones contenidas en este folleto, aunque han sido cuidadosamente comprobadas, sólo se dan a título de referencia y no implican ninguna responsabilidad por nuestra parte.



## G.2. Ficha técnica da enzima DEFAT 80-PA



CROMOGENIA-UNITS, S.A.

DEFAT 80 PA

### CLASIFICACION

Producto enzimático para rendido de pieles y cueros en medio ácido

### NATURALEZA

Composición enzimática en base a proteasa obtenida por fermentación de micro-organismos

### CARACTERISTICAS

Aspecto: Líquido fluido, transparente de color parduzco

pH del producto: 4,2-5,2

### PROPIEDADES Y APLICACIONES

DEFAT 80 PA solubiliza las proteínas interfibrilares de la piel en medio ácido. Puede ser aplicado a pH entre 2,5 a 7 y a temperatura hasta un máximo de 60°C.

DEFAT 80 PA destaca en dos concretas aplicaciones: Excelente efecto de rendido en medio ácido así como aplicado sobre cuero en wet blue, mejorando eficazmente el tacto final de las pieles.

DEFAT 80 PA combina muy bien con el DEFAT 70 AL cuando además de a un efecto ablandante se pretende obtener un buen efecto desengrasante.

Se obtienen excelentes resultados especialmente en la fabricación de pieles con lana (Double face) mejorando el tacto y aligerando el peso cuando efectuamos el tratamiento de rendido en medio ácido utilizando el DEFAT 80 PA.

### DOSIS DE EMPLEO Y EJEMPLOS APLICATIVOS

#### Pieles ovinas

##### Rendido en baño de piquelado:

Dosis referido a peso tripa

150% Agua a 20-25°C y 6°Be de sal

1,0% Acido fórmico (1:10)

Rodar 30 min

0,5% Acido sulfúrico (1:10)

Rodar 60 min

1,0% DEFAT 80 PA

Rodar 3 horas

Dejar noche en baño. Al día siguiente, rodar 30 min y escurrir baño. Seguir como de costumbre.

##### Rendido-uniformización de piquelados de conservación:

150% Agua a 20-25°C y 6°Be de sal

1,0% Formiato sódico

0,5% Bicarbonato sódico

Rodar 60 min. pH = 3,0

0,5% DEFAT 80 PA

Rodar 60 min y seguir como de costumbre.

##### Rendido-piquelado de pieles ovinas con lana (Double face)

Dosis sobre:

Ovino Entrefino y Merino Español: 1 piel = 1 kg

Ovino francés y Tipo Inglés: 1 piel = 1,6 kg

1000% Agua a 30°C y 6°Be

3,0% Acido fórmico (1:10)

0,3% Acido sulfúrico (1:10)

Rodar 60 min. pH = 2,5-3,0

1,5% DEFAT 80 PA

Rodar 2 horas

Dejar noche en baño. Día siguiente rodar 30 min y escurrir baño. Seguir como de costumbre.

**Tratamiento sobre wet blue:**

Sobre peso rebajado o wet blue 200% Agua a 40-45°C

0,3-0,5% CELESAL DL

1,0% DEFAT 80 PA

Rodar 60-90 min. Escurrir baño. Lavar y seguir como de costumbre.

**Nota.-** Los productos enzimáticos pierden actividad en función del tiempo y cuando son almacenados a temperaturas altas.

### G.3. Ficha explicativa da aplicação das enzimas



## Enzymes in acid bating

Commodities such as wet blue and pickled skin are often produced in the simplest, cheapest way. After the long transportation and storage times that are common, they need to be conditioned before further treatment.

Proteases such as NovoCor<sup>®</sup> AB and NovoBate<sup>®</sup> WB have a mild hydrolyzing effect on the protein structure, thereby completing the bating and simultaneously restoring the properties of the freshly made material.

#### Benefits

The benefits obtained at a particular tannery will depend on the process and on the type of leather produced.

Application of the proteases during acid conditioning offers the tanner one or more of the following benefits:

- Increased tear strength and tensile strength in finished leathers
- Improved area yield
- Improved absorption and distribution of chemicals
- Improved softness

#### Products

Product	Activity	Application
NovoCor <sup>®</sup> ABL	0.15 AU/g	Acid bating of hides and skins Alone or in combination with NovoCor ADL (lipase)
NovoCor ABG	0.12 AU/g	Acid bating of hides and skins Alone or in combination with NovoCor ADL
NovoBate <sup>®</sup> WB	1.5 AU/g ~32.000 LVU/g	Acid bating/soaking of wet blue Alone or in combination with NovoCor ADL

Further information on the above-mentioned products is available from Novozymes' website under "Products and Solutions/Leather".

## Performance

BLC report (RCR96-7-017) from 1998.

NovoCor ADL and NovoCor ABL were applied to bovine wet blue.

The wet blue was neutralized to pH 4-4.5. 0.3% NovoCor ADL and 0.015% NovoCor ABL were added at 50°C at an interval of 10 minutes.

After an additional 2 hours of drumming, the bath was drained and the wet blue washed once using 50°C water.

The wet blue was then finished up to shoe upper or upholstery leather.

### Observations on treated wet blue versus control:

- Enzyme-treated sides were brighter, cleaner, more let out and less wrinkled.
- Enzyme-treated sides had improved stretch properties and much more pliable.
- Enzyme-treated sides showed a lot more area.

### Observations on crust and finished:

- No difference in fogging, softness or dye levelness.
- Enzyme-treated sides (shoe upper) showed significantly better tear strength (95% level).
- Control sides were marginally tighter than enzyme-treated sides (1.5 vs. 1.8 in pipiness rating, shoe upper).

### Observation on finished shoe upper:

- No difference in water uptake.

## Usage

The products are concentrated and may be formulated to a reasonable concentration before use. Separate sheets describing how to mix granulated products (2005-22122) and how to dilute liquid enzymes (2005.22121) are available on request.

Mixing lipases with proteases:

Liquid product may be mixed, but only immediately prior to use. The mix should be used within one hour of mixing and should be kept as cool as possible.

### Application/process type

NovoBate WB is mainly used in the following application:

- Wet blue conditioning during neutralization at pH 5-7, optionally in combination with NovoCor ADL, which is added separately.

Wet blue is a commodity that is shipped around the world. The material is often produced in the simplest way, which means that it can lack quality. The long transportation times may also cause it to dry out and become creased (folded).

Before further processing, soaking/conditioning is often necessary.

If the preference is to do this during neutralization, NovoBate WB is recommended for the purpose, optionally combined with a lipase due to the synergistic effect of the two types of enzyme.

**NovoCor AB** is mainly used in the following processes:

- As a complementary enzyme during pickled skin and hide degreasing
- Acid (pH 3.5-4.5) conditioning/soaking of wet blue (see Appendix 1)

Degreasing of pickled skin usually involves either dry cleaning or a high usage of surfactants such as NPE.

These chemicals are being phased out of the leather processing industry and alternatives are being sought.

NovoCor AB in combination with NovoCor ADL is a serious candidate.

This application produces significant amounts of FFA. At low pH, the FFAs are insoluble and it is recommended combining the enzyme treatment with a pre-tannage. The FFAs can then be removed in subsequent warm washes using smaller amounts of a biodegradable surfactant.

The following table gives recommended dosage ranges for the acid proteases. For dosage recommendations for lipases, please consult the degreasing Application Sheets.

Type of Hide/Skin	Enzyme	Dosage **) (% w/w)	Remarks
Bovine wet blue	NovoBate® WB	0.05-0.2	Neutralization pH 5-7
Pig wet blue	NovoBate WB	0.05-0.1	Neutralization pH 5-7
Bovine wet blue	NovoCor® ABG *)	0.02-0.2	Wet blue as is pH 3.5-4.5
Pig wet blue	NovoCor ABG *)	0.02-0.2	Wet blue as is pH 3.5-4.5
Pickled skin	NovoCor ABG *)	0.02-0.2	Depickled state pH 3.5-4.5

\*) For NovoCor ABL, the dosage should be reduced by 25%.

\*\*) The dosage of a protease depends on the state of the material received. A visual inspection will normally indicate the level of enzyme needed, but tests may also be necessary.

Appendix 1 presents a recipe for applying NovoCor ABG for wet blue conditioning.

This recipe is only an example. Recipes that accommodate special equipment and timing needs can be developed on request.

#### **Safety, handling and storage**

Enzymes are proteins and inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact.

Safety, handling and storage guidelines are provided with all products. See "Products and Solutions/Leather".

### Appendix 1

Conditioning/soaking of bovine wet blue:

Process	+	%	Product	Temp (°C)	Time (min.)	Notes
Wash		200	Water	20	15	
Drain						
Depickle		150		35		
	+	0.2	Sod. formate		15	
	+	0.2	Sod. bicarbonate		30	pH 4-4.5
Heat				50		
	+	0.05-0.3	NovoCor <sup>®</sup> ADL *)		10	
	+	0.02-0.1	NovoCor ABG **)		120	
Drain						
Wash		200	Water	50	30	
Drain						

\*) The dosage of NovoCor ADL depends on the required level of degreasing.

For high fat stock, it is recommended adding a tenside in the washing step.

\*\*\*) The dosage of NovoCor AB depends on the state of the wet blue and should be established by trial.

Novozymes A/S  
Krogshoejvej 36  
2880 Bagsvaerd  
Denmark

Tel. +45 4446 0000  
Fax +45 4446 9999

For more information  
and addresses of  
international offices,  
please see  
[www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)  
[leather@novozymes.com](mailto:leather@novozymes.com)

Laws, regulations and third party rights may prevent customers from importing, processing, applying and/or reselling certain products in a given manner. It is the responsibility of the customer that their specific use of products from Novozymes does not infringe relevant laws and regulations and, furthermore, does not infringe patents or other third party rights. The contents of this document are subject to change without further notice.

© Novozymes A/S · No. 2005-22097-04

## G.4. Ficha técnica da enzima NOVOBATE WB



### NovoBate® WB

#### Valid From

2007-09-06

#### Product Characteristics:

Declared Enzyme	Protease (neutral)
Declared Activity	1.5 AU-NH/g
Colour	Brown Colour can vary from batch to batch. Colour intensity is not an indication of enzyme activity.
Physical form	Granulate
Production Method	Produced by submerged fermentation of a micro organism. The enzyme protein is separated and purified from the production organism.

#### Product Specification:

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Proteolytic Units AU-NH	1.5		/g

#### Packaging:

See the standard packaging list for more information.

#### Recommended Storage:

Best before	The product will maintain its declared activity for at least three months from date of delivery when stored under the recommended conditions
Storage at customer's warehouse	0-25°C (32°F-77°F)
Storage Conditions	In unbroken packaging - dry and protected from the sun. The product has been formulated for optimal stability. Extended storage or adverse conditions such as higher temperature or higher humidity may lead to a higher dosage requirement.

### Safety and Handling Precautions

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact. This product has been developed to resist some mechanical effects. However, excessive mechanical wear and tear or crushing may create dust. All spills, however minor, should be removed immediately. Use respiratory protection. Major spills should be carefully shovelled into plastic-lined containers. Minor spills and the remains of major spills should be removed by vacuum cleaning or flushing with water (avoid splashing). Vacuum cleaners and central vacuum systems should be equipped with HEPA filters. Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection as prescribed on the warning label. Wash contaminated clothes. A Material Safety Data Sheet is supplied with all products. See the Safety Manual for further information regarding how to handle the product safely.

---

2 / 2

Novozymes A/S  
Krogshøjvej 36  
2680 Bagsvaerd  
Denmark

For more information, or  
for more office addresses,  
visit [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)

*Laws, regulations and/or third party rights may prevent customers from importing, using, processing and/or reselling the products described herein in a given manner. Without separate, written agreement between the customer and Novozymes to such effect, this document does not constitute a representation or warranty of any kind and is subject to change without further notice.*

Tel. +45 4446 0000  
Fax +45 4446 9999

© Novozymes A/S

## Anexo G.5. Ficha técnica da enzima NOVOCOR AX



### **NovoCor® AX**

**Valid From** 2007-10-15

**Product Characteristics:**

Declared Enzyme	Alpha-amylase Protease		
Declared Activity	120000 LVU/g		
Colour	Off-white Colour can vary from batch to batch. Colour intensity is not an indication of enzyme activity.		
Physical form	Granulate		
Production Method	Produced by submerged fermentation of genetically modified micro organisms. The enzyme proteins, which in themselves are not genetically modified, are separated and purified from the production organisms.		

**Product Specification:**

	<b>Lower Limit</b>	<b>Upper Limit</b>	<b>Unit</b>
Proteolytic Units LVU	120000		/g

**Packaging:** See the standard packaging list for more information.

### Recommended Storage:

Best before	The product will maintain its declared activity for at least three months from date of delivery when stored under the recommended conditions
Storage at customer's warehouse	0-25°C (32°F-77°F)
Storage Conditions	In unbroken packaging - dry and protected from the sun. The product has been formulated for optimal stability. Extended storage or adverse conditions such as higher temperature or higher humidity may lead to a higher dosage requirement.

### Safety and Handling Precautions

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact. This product has been developed to resist mechanical effects. However, excessive mechanical wear and tear or crushing may create dust. All spills, however minor, should be removed immediately. Use respiratory protection. Major spills should be carefully shovelled into plastic-lined containers. Minor spills and the remains of major spills should be removed by vacuum cleaning or flushing with water (avoid splashing). Vacuum cleaners and central vacuum systems should be equipped with HEPA filters. Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection as prescribed on the warning label. Wash contaminated clothes. A Material Safety Data Sheet is supplied with all products. See the Safety Manual for further information regarding how to handle the product safely.

## Anexo G.6. Ficha técnica da enzima NOVOCOR ABL



### **NovoCor® ABL**

**Valid from** 2010-04-15

**Product Characteristics:**

Declared enzyme	Protease		
Declared activity	0.15 AU-R/g		
Colour	Brown Colour can vary from batch to batch. Colour intensity is not an indication of enzyme activity.		
Physical form	Liquid		
Approximate density (g/ml)	1.17		
Production method	Produced by submerged fermentation of a genetically modified micro organism. The enzyme protein, which in itself is not genetically modified, is separated and purified from the production organism.		

**Product Specification:**

	<b>Lower Limit</b>	<b>Upper Limit</b>	<b>Unit</b>
Proteolytic Units AU	0.15		/g

**Packaging:** See the standard packaging list for more information.

### Recommended Storage:

Best before	The product will maintain its declared activity for at least three months from date of delivery when stored under the recommended conditions
Storage at customer's warehouse	0-25°C (32°F-77°F)
Storage Conditions	In unbroken packaging - dry and protected from the sun. The product has been formulated for optimal stability. Extended storage or adverse conditions such as higher temperature or higher humidity may lead to a higher dosage requirement.

### Safety and handling precautions

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact. The product may create easily inhaled aerosols if splashed or vigorously stirred. Spilled product may dry out and create dust. Spilled material should be flushed away with water. Avoid splashing. Left over material may dry out and create dust. Wear suitable protective clothing, gloves and eye/face protection as prescribed on the warning label. Wash contaminated clothes. A Material Safety Data Sheet is supplied with all products. See the Safety Manual for further information regarding how to handle the product safely.

2 / 2

---

Novozymes A/S  
Krogshoejvej 36  
2880 Bagsvaerd  
Denmark

Tel. +45 4446 0000  
Fax +45 4446 9999

For more information, or  
for more office addresses,  
visit [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)

*Laws, regulations and/or third party rights may prevent customers from importing, using, processing and/or reselling the products described herein in a given manner. Without separate, written agreement between the customer and Novozymes to such effect, this document does not constitute a representation or warranty of any kind and is subject to change without further notice.*

© Novozymes A/S

## Anexo H. Ensaios realizados para o desenvolvimento do floater

### Anexo H.1. Avaliação dos ensaios iniciais

As amostras foram avaliadas de forma mais objectiva no que respeita à variação de massa e de humidade, sendo ainda avaliadas de forma mais subjectiva, relativamente ao toque, mais concretamente no que respeita à sua macieza e soltura de flor. Essa avaliação foi realizada antes e após amaciar as peles de forma a também ser possível tecer algumas considerações relativamente ao efeito do amaciamento. De notar, por último, que esta avaliação foi realizada com o propósito de decidir quais as enzimas que seriam utilizadas nos ensaios futuros, as que com base nesta avaliação, eram passíveis de facilitar a obtenção de um *floater*.

Nas tabelas H.1. e H.2. encontram-se essas avaliações, de notar que a escala utilizada vai de 1 até 5, em que 1 corresponderá ao pior resultado e o 5 ao melhor resultado, particularizando, no caso da macieza 1 será o menos macio e 5 o mais macio, e no caso da soltura de flor, 1 será a flor menos firme (mais aberta) e 5 corresponderá a uma flor mais firme.

**Tabela H.1.** Resumo das avaliações das peles referentes aos ensaios com todas as enzimas, antes de amaciar

	Data	Ensaio	Descurtiu	Enzima	t <sub>purga</sub> (min)	%Enzima	Avaliação – CIETI			Avaliação – Dias Ruivo		
							Macieza	Soltura de flor	$\Delta_{massa}$ (%)	Macieza	Soltura de flor	$\Delta_{massa}$ (%)
ANTES DE AMACIAR	18.04.2012	1	não	não	-----	-----	3	3+	43	4	2	43
	18.04.2012	2	não	Defat 80PA	120	1,0	4	3	43	3	4	43
	18.04.2012	3	sim - ácido oxálico	Defat 80PA	120	1,0	3	3+	46	4	3	46
	18.04.2012	4	sim - Feliderme	Defat 80PA	120	1,0	4	4	45	3	3	45
	23.04.2012	5	sim - Feliderme	Defat 80PA	60	1,0	3+	3	46	3	2	46
	23.04.2012	6	sim - Feliderme	Defat 80PA	180	1,0	3	3	46	3	3	46
	23.04.2012	7	sim - Feliderme	Defat 80PA	120	1,5	4	3+	47	3+	2	47
	23.04.2012	8	sim - Feliderme	Defat 80PA	120	2,0	4	4	46	3+/4-	2	46
	26.04.2012	9	não	não	-----	-----	4	2+	43	4	3	43
	26.04.2012	10	não	Tripsol TS	120+noite+60	1,0	4	2	41	4	4	41
	26.04.2012	11	não	Tripsol TS	120+noite+60	2,0	4	2	43	4	4+	43
	26.04.2012	12	não	Tripsol TS	120+noite+60	3,0	4	2	44	3	4	44
	04.05.2012	13	não	Novobate WB	120	0,1	3	2	57	4	4	57
	04.05.2012	14	não	Novocor ABL	120	0,1	4+	3-	56	4+	4-	56
	04.05.2012	15	não	Novocor AX	120	0,1	4+	2	57	4+	4	57

**Tabela H.2.** Resumo das avaliações das peles referentes aos ensaios com todas as enzimas, após amaciar

	Data	Ensaio	Descurtiu	Enzima	t <sub>purga</sub> (min)	%Enzima	Avaliação – Dias Ruivo		
							Macieza	Soltura de flor	$\Delta_{\text{massa}}$ (%)
APÓS AMACIAR	18.04.2012	1	não	não	-----	-----	4	1	43
	18.04.2012	2	não	Defat 80PA	120	1	4	3	43
	18.04.2012	3	sim - ácido oxálico	Defat 80PA	120	1	4-	2	46
	18.04.2012	4	sim - Feliderme	Defat 80PA	120	1	3	2	45
	23.04.2012	5	sim - Feliderme	Defat 80PA	60	1	4-	2	46
	23.04.2012	6	sim - Feliderme	Defat 80PA	180	1	3	3	46
	23.04.2012	7	sim - Feliderme	Defat 80PA	120	1,5	4	3	47
	23.04.2012	8	sim - Feliderme	Defat 80PA	120	2	4+	3	46
	26.04.2012	9	não	não	-----	-----	4	3	43
	26.04.2012	10	não	Tripsol TS	120+noite+60	1	4-	4-	41
	26.04.2012	11	não	Tripsol TS	120+noite+60	2	4	4	43
	26.04.2012	12	não	Tripsol TS	120+noite+60	3	3	4+	44
	04.05.2012	13	não	Novobate WB	120	0,1	4	4	57
	04.05.2012	14	não	Novocor ABL	120	0,1	4+	4+	56
	04.05.2012	15	não	Novocor AX	120	0,1	5	5	57

É apenas de salientar que os valores apresentados para estas avaliações, dizem respeito a um valor médio, já que para cada ensaio havia várias amostras e que por vezes a sua avaliação individual não era concordante.

De notar, por fim, que após amaciar as amostras, não foi realizada a avaliação das mesmas no CIETI, por se concordar com a avaliação realizada na Dias Ruivo, sendo então seleccionadas as enzimas que seriam utilizadas de seguida, com base nessa avaliação.

## Anexo H.2. Resumo de todos os ensaios realizados

Para se tornar mais fácil a compreensão dos dados resultantes dos testes físico-mecânicos do CTIC, optou-se por listar os ensaios realizados todos seguidos, apresentando numeração corrida e não como até ao momento, como conjuntos de ensaios. Então, na tabela H.3. apresenta-se a listagem corrida de todos os ensaios realizados no âmbito deste trabalho.

Tabela H.3. Resumo de todos dos ensaios realizados

Local	Data	Ensaio	Tipo enzima	Quantidade Enzima (%)	Gama pH	t <sub>purga</sub> (min)	E <sub>inicial</sub> (mm)	E <sub>final</sub> (mm)	m <sub>inicial</sub> (g)	m <sub>final</sub> (g)	m <sub>final</sub> /m <sub>inicial</sub> (%)	A <sub>inicial</sub> (ft <sup>2</sup> )	A <sub>final</sub> (ft <sup>2</sup> )	Δ área (%)	H <sub>inicial</sub> (%)	H <sub>final</sub> (%)	m/A (g/ft <sup>2</sup> )	
DR	29-Mar	1	TRIPSOL TS	2,0		120	1,2-1,3		2500	1345	54%	19,50	16,35	-16%	>50		82	
	30-Mar	2	DEFAT 80-PA	1,0		120	1,2-1,3		2645	1545	58%	20,75	19,00	-8%	>50		81	
CIETI	18-Abr	3	BRANCO	0,0		0	1,2-1,3		100,1	56,91	57%							
		4	DEFAT 80-PA	0,0		0	1,2-1,3		100,01	57,1	57%							
		5	DEFAT 80-PA	1,0		120	1,2-1,3		100,01	54,4	54%							
		6	DEFAT 80-PA	1,0		120	1,2-1,3		100,05	55,51	55%							
	23-Abr	7	DEFAT 80-PA	1,0		60	1,2-1,3		100,61	54,44	54%							
		8	DEFAT 80-PA	1,0		180	1,2-1,3		100,51	54,3	54%							
		9	DEFAT 80-PA	1,5		120	1,2-1,3		100,77	54,1	54%							
	26-Abr	10	DEFAT 80-PA	2,0		120	1,2-1,3		101,07	54,62	54%							
		11	BRANCO	0,0		0	1,2-1,3		100,65	58,1	58%							
		12	TRIPSOL TS	1,0		120	1,2-1,3		100,5	59,68	59%							
		13	TRIPSOL TS	2,0		120	1,2-1,3		100,27	57,48	57%							
	04-Mai	14	TRIPSOL TS	3,0		120	1,2-1,3		100,68	59,69	59%							
		15	NOVOBATE WB	0,1		120	1,2-1,3		75,38	42,92	57%							
		16	NOVOCOR ABL	0,1		120	1,2-1,3		75,42	42,38	56%							
		17	NOVOCOR AX	0,1		120	1,2-1,3		74,6	42,57	57%							
	DR	15-Mai	18	NOVOCOR ABL	0,2		120	1,2-1,3	0,8-0,9	2542	1314	52%	18,25	18,50	1%	>50	8,0-9,0	71
		16-Mai	19	NOVOCOR AX	0,5		120	1,2-1,3	0,9-1,0	2660	1484	56%	19,25	21,25	10%	>50	12,0	70
20			BRANCO	0,0		0	1,2-1,3	1,2-1,3	3090	1772	57%	22,75	23,75	4%	>50	12,0	75	
18-Mai		21	NOVOCOR ABL	5,0		120	1,2-1,3	1,1-1,2	2513	1525	61%	20,00	22,50	13%	>50	12,0-13,0	68	
		22	NOVOCOR AX	5,0		120	1,2-1,3	1,0-1,1	2752	1627	59%	21,25	23,75	12%	>50	14,0-15,0	69	
26-Mai		23	NOVOCOR AX	5,0		120	1,2-1,3	1,1-1,2	2647	1329	50%	18,75	16,00	-15%	>50		83	
		24	NOVOCOR AX	5,0		120	1,2-1,3	1,0-1,1	2505	1195	48%	18,50	15,75	-15%	>50		76	
16-Jul		25	NOVOCOR AX	4,2	4,0	120	1,2-1,3	1,0-1,1	3500	1887	54%	26,00	28,25	9%	>50	14,0	67	
19-Jul		26	NOVOCOR AX	4,2	6,0	120	1,2-1,3	0,9-1,0	3135	1815	58%	23,25	26,00	12%	>50	9,0	70	
23-Jul		27	NOVOCOR AX	4,2	4,0	120+noite	1,2-1,3	1,1	3180	1860	58%	23,75	27,25	15%	>50	11,0	68	
24-Jul	28	NOVOCOR AX	4,2	6,0	120+noite	1,2-1,3	1,1	3297	1918	58%	24,75	26,75	8%	>50	11,0	72		
30-Jul	29	NOVOCOR AX	4,2	4,0	120	1,2-1,3	1,1-1,2	3328	1922	58%	25,00	27,25	9%	>50	9,0	71		

