

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

**DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DA INDÚSTRIA DE PLACAS  
DE BORRACHA E OPTIMIZAÇÃO DO SECTOR DE PINTURA**

JOANA ISABEL SAMPAIO FERNANDES

Mestrado em Engenharia Química

Ramo Optimização Energética na Industria Química

Novembro de 2010





**ISEP – Instituto Superior de Engenharia Química**  
Rua António Bernardino de Almeida, 431 4200 –  
072 Porto



**Monteiro Ribas – Indústria, SA**  
Circunvalação, 9020 4250 – 140  
Porto

# **DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DA INDÚSTRIA DE PLACAS DE BORRACHA E OPTIMIZAÇÃO DO SECTOR DE PINTURA**

## **MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**Orientador da Empresa: Engenheiro Belmiro Crispim**

**Orientador do ISEP: Engenheira Paula Neto**

**Co-orientador: Engenheiro António Crispim**

## Agradecimentos

A dissertação, apesar do processo solitário a que qualquer investigador está destinado, reúne contributos de várias pessoas. Desde o início deste trabalho, contei com a confiança e apoio de inúmeras pessoas e instituições. Sem esse auxílio, este estudo não teria sido possível. A todos os que directa ou indirectamente participaram na tese, expresso o meu sincero agradecimento.

Agradeço ao meu orientador, Engenheiro Belmiro Crispim, pela oportunidade da realização de um estágio numa conceituada empresa de Portugal, Monteiro Ribas, possibilitando-me um contacto directo com a Indústria. Acima de tudo, obrigado pela orientação, disponibilidade e amizade que manifestou ao longo deste trabalho.

À Engenheira Dora, que com o seu conhecimento da realidade processual prescindiu do seu precioso tempo para me orientar.

À Engenheira Paula Neto, por ter aceitado a orientação no ISEP, da dissertação, pela enorme prestabilidade, por todo o apoio que me concedeu, por toda a partilha do saber e pelas as suas valiosas contribuições.

Ao Engenheiro António Crispim, um obrigado por me continuar a acompanhar em toda a jornada e por estimular o meu interesse pelo conhecimento que se reflectiu num crescimento académico e pessoal. A sua vasta experiência foi particularmente útil em todo o trabalho de campo e na elaboração da dissertação.

A todos, agradeço também, a revisão crítica desta Tese e as correcções e sugestões que muito valorizaram este trabalho.

O meu muito obrigado à empresa, Monteiro Ribas e ao Instituto Superior de Engenharia do Porto, que autorizaram a realização do estudo.

Aos meus amigos pela amizade incondicional ao longo dos anos.

Finalmente, o mais importante, expresso a minha sincera gratidão aos meus pais pelo incentivo durante todo o meu percurso académico. Obrigado pelo amor, carinho, alegria, atenção e sacrifício durante estes anos.

A todos, agradeço a oportunidade de aprender, crescer e contribuir.

## Resumo

Cada vez mais a indústria tem vindo a sofrer algumas mudanças no seu processo produtivo. Hoje, mais que nunca, é preciso garantir que as instalações produtivas sejam o mais eficiente possível, procurando a racionalização de energia com um decréscimo dos custos.

Deste modo o objectivo desta dissertação é o diagnóstico energético da fábrica de placas de borracha e a optimização do sector da pintura na empresa Monteiro Ribas. A realização de um diagnóstico energético, para a detecção de desperdícios de energia tem sido amplamente utilizada. A optimização irá prospectar potenciais de mudanças e aplicação de tecnologias de eficiência energética. Pretende-se deste modo travar o consumo energético sem que seja afectada a produção, já que a empresa é considerada consumidora intensiva de energia.

Na empresa Monteiro Ribas há consumo de gás natural, de vapor e de energia eléctrica, sendo o vapor a forma de energia mais consumida, seguida da energia eléctrica e por fim, do gás natural nas proporções de 55%, 41% e 4%, respectivamente.

A optimização feita permitiu estudar a influência de algumas variáveis, nos consumos anuais da energia, e assim apresentar propostas de melhoria.

Uma das propostas analisadas foi a possibilidade de efectuar um isolamento térmico a algumas válvulas. Este isolamento conduziria a uma poupança de 79.263,4 kWh/ano. Propôs-se também a implementação de balastros electrónicos, que conduziria a uma diminuição em energia eléctrica de 29.509,92 kWh/ano.

Relativamente às máquinas utilizadas no sector da pintura, verificou-se ser a estufa IRK 6, um dos equipamentos de grande consumo energético. Então analisou-se a influência da velocidade de circulação das placas de borracha através desta máquina, bem como a alteração da respectiva potência, pela diminuição do número de cassetes incorporados nesta estufa.

**Palavras-chave:** Diagnóstico energético, Optimização, Consumo de energia, Poupança de energia.

## Abstract

Increasingly, the industry has undergone changes in its production process. Today, more than ever, we must ensure that production facilities are as efficient as possible, by balancing energy usage against a decrease in costs.

Thus the aim of this thesis is to provide an energy diagnosis of the rubber plate industry, and to optimize the painting sector of the Monteiro Ribas company. The use of an energy diagnosis for detecting energy waste has been widely disseminated. The optimization process will identify potential changes and offer suggestions for the implementation of energy efficient technologies. Thus the aims are to curb energy consumption without affecting production, as the company is considered to be an energy-intensive consumer.

Within the Monteiro Ribas company, natural gas, steam and electricity are all used for energy production, with steam being the form in most demand, followed by electricity and natural gas in the following proportions: 55%, 41% and 4%, respectively.

The optimization performed made it possible to study the influence of certain variables on annual energy consumption, thus allowing the presentation of proposals for improvement.

One of the proposals that was analysed involved the possibility of providing thermal insulation for a set of valves. This insulation led to a saving of 79.263,4 kWh per year.

Another proposal was for the implementation of electronic ballasts, which led to a decrease in electrical power of 29.509,92 kWh per year.

With regard to the machines used in the painting section, the IRK6 greenhouse was found to be one of the principal energy consuming pieces of equipment. The influence of the speed of circulation of the machine's rubber plates was analysed, including respective power changes introduced by the reduction of the number of tapes used in the greenhouse.

**Keywords:** Energy diagnostic, Optimization, Energy consumption, Energy savings

## Índice

1. Introdução.....	1
1.1. A Empresa .....	2
1.2. Organização da Dissertação .....	3
2. A Energia na Indústria .....	5
2.1. Enquadramento Legislativo .....	6
3. Levantamento Energético .....	8
3.1. Descrição do processo .....	9
3.1.1. Produção de placas de borracha .....	9
3.1.2. Processo de acabamento - sector da Pintura .....	22
3.2. Energia Utilizada .....	29
3.2.1. Central de vapor .....	30
3.2.2. Energia Eléctrica.....	41
3.2.3. Central de ar comprimido.....	48
3.3. Dados de Produção .....	50
3.4. Distribuição dos consumos e custos.....	52
3.5. Indicadores Energéticos .....	58
3.6. Recomendações.....	61
4. Optimização Energética.....	62
5. Conclusão e sugestão de trabalho futuro.....	74
6. Bibliografia.....	77
7. Anexos .....	80
Anexo A: Cálculo dos consumos e custos das várias utilidades .....	80
Anexo B: Central de Vapor – cálculo de perdas .....	92
Anexo C – Cálculos de Optimização .....	106
Anexo D – Fichas de Segurança .....	115

Anexo E – Legislação.....	143
---------------------------	-----

## Índice de figuras

<b>Figura 3.1</b> Diagrama de processo de produção de placas de borracha na empresa (unidade K).....	10
<b>Figura 3.2</b> Parte superior do misturador interno.....	12
<b>Figura 3.3</b> Parte inferior do misturador interno.....	13
<b>Figura 3.4</b> Stock Blender.....	14
<b>Figura 3.5</b> Extrusora com Calandra.....	15
<b>Figura 3.6</b> Prensa de vulcanização.....	18
<b>Figura 3.7</b> Rebarbas.....	19
<b>Figura 3.8</b> Mesa de arrefecimento.....	20
<b>Figura 3.9</b> Processo de serragem e lixagem.....	21
<b>Figura 3.10</b> Diagrama de processo do sector da pintura, na empresa.....	22
<b>Figura 3.11</b> Máquina de Lavar.....	23
<b>Figura 3.12</b> Máquina de Infravermelhos (IRK1).....	24
<b>Figura 3.13</b> Máquina Ultra-violeta.....	24
<b>Figura 3.14</b> Máquina de Pintura.....	25
<b>Figura 3.15</b> Máquina de Infravermelhos (IRK2).....	26
<b>Figura 3.16</b> Máquina de Infravermelhos (IRK6).....	26
<b>Figura 3.17</b> Ventilador.....	27
<b>Figura 3.18</b> Máquina de Gofrar.....	27
<b>Figura 3.19</b> Máquina de Logótipo.....	28
<b>Figura 3.20</b> Diagrama ilustrativo da rede de vapor.....	32
<b>Figura 3.21</b> Válvula de globo com fole flangeada.....	38
<b>Figura 3.22</b> Válvula de globo com fole flangeada, vista em corte.....	39
<b>Figura 3.23</b> Perda de Energia das válvulas nos diferentes equipamentos.....	41
<b>Figura 3.24</b> Energia consumida (tep/ano) em função dos equipamentos, no sector principal.....	43
<b>Figura 3.25</b> Energia consumida (tep/ano) em função dos equipamentos, no sector auxiliar.....	44
<b>Figura 3.26</b> Variação de energia em função do sector.....	46
<b>Figura 3.27</b> Distribuição dos gastos energéticos com os equipamentos e com a iluminação.....	47
<b>Figura 3.28</b> Diagrama ilustrativo da rede de ar comprimido.....	49
<b>Figura 3.29</b> Produção de placas de borracha em função do mês, no ano de 2009. ....	51
<b>Figura 3.30</b> Distribuição dos gastos energéticos ao longo do ano de 2009.....	53

<b>Figura 3.31</b> Repartição dos consumos de energia (tep). .....	56
<b>Figura 3.32</b> Repartição do custo de energia (€). .....	57
<b>Figura 3.33</b> Evolução do Consumo Específico (tep/ton.) no período de auditoria.....	59
<b>Figura 3.34</b> Evolução do Consumo Específico (tep/ton) e Produção (ton) em 2009...	59
<b>Figura 4.1</b> Placa de borracha com dimensões características.....	68

## Índice de tabelas

<b>Tabela 3.1</b> Características das Caldeiras de Vapor.....	31
<b>Tabela 3.2</b> Perdas por radiação de Caldeiras operando à capacidade nominal.....	35
<b>Tabela 3.3</b> Análise dos gases de combustão (%) e rendimento (%), na Caldeira – LG 250. ....	36
<b>Tabela 3.4</b> Perda de calor, W, e perda de energia, Wh/ano, das válvulas presentes nos diferentes equipamentos. ....	40
<b>Tabela 3.5</b> Levantamento energético dos equipamentos.....	42
<b>Tabela 3.6</b> Levantamento do equipamento auxiliar na unidade K.....	43
<b>Tabela 3.7</b> Constituição do sistema de iluminação e respectiva energia, presente na unidade K. ....	46
<b>Tabela 3.8</b> Características de ambos os compressores rotativos de parafuso.....	49
<b>Tabela 3.9</b> Produção mensal de placas de borracha, no ano de 2009. ....	51
<b>Tabela 3.10</b> Consumos de energia (gás natural, vapor e energia eléctrica), custos energéticos e gases de efeito estufa.....	52
<b>Tabela 3.11</b> Consumo e respectivo custo de Gás Natural no de 2009. ....	54
<b>Tabela 3.12</b> Consumo e respectivo custo de Vapor no ano 2009. ....	55
<b>Tabela 3.13</b> Consumo e respectivo custo de energia eléctrica no ano de 2009.....	56
<b>Tabela 3.14</b> Consumo específico de Energia no período da Auditoria.....	58
<b>Tabela 3.15</b> Valores mensais e anuais da Intensidade carbónica (kg CO <sub>2</sub> e/tep) na unidade K. ....	60
<b>Tabela 4.1</b> Perda de calor, perda de energia e respectiva poupança com a implementação de isolamento térmico.....	63
<b>Tabela 4.2</b> Investimento por cada válvula e investimento anual com a implementação do isolamento. ....	64
<b>Tabela 4.3</b> Poupança de energia (kWh/ano) e Investimento (€), no sector de iluminação, com implementação de balastros electrónicos.....	66
<b>Tabela 4.4</b> Quantidade de tinta aplicada a cada máquina de pintura e respectivo caudal de sólido e solvente.....	69
<b>Tabela 4.5</b> Solventes presentes na tinta e respectiva concentração.....	70
<b>Tabela 4.6</b> Calor necessário, Q (W), e respectiva perda de energia, %, na estufa IRK 6. ....	70
<b>Tabela 4.7</b> Quantificação do calor necessário nas diferentes máquinas de pintura. ....	71
<b>Tabela 4.8</b> Eficiência da estufa IRK 6, %, com diferentes potencias a diversas velocidades, m/min. ....	72

<b>Tabela A. 1</b> Factores de conversão, para as diferentes utilidades presentes na empresa.....	80
<b>Tabela A. 2</b> Consumo de energia eléctrica consumida, no ano de 2009. ....	83
<b>Tabela A. 3</b> Consumo de energia eléctrica consumida nos serviços auxiliares, em 2009. ....	83
<b>Tabela A. 4</b> Levantamento energético para a iluminação. ....	84
<b>Tabela A. 5</b> Consumo de energia eléctrica pela iluminação. ....	85
<b>Tabela A. 6</b> % Energia (tep/ano), da iluminação, em cada sector.....	86
<b>Tabela A. 7</b> Consumo de energia eléctrica, custo (€) e intensidade carbónica (kg CO <sub>2</sub> e) .....	87
<b>Tabela A. 8</b> Consumo de gás natural, custo (€) e intensidade carbónica (kg CO <sub>2</sub> e) associada. ....	88
<b>Tabela A. 9</b> Consumo de vapor, custo (€) e intensidade carbónica (kg CO <sub>2</sub> e) associada .....	89
<b>Tabela A. 10</b> Consumo específico de todas as utilidades.....	90
<b>Tabela A. 11</b> Percentual de energia consumida e custo das várias utilidades.....	91
<b>Tabela B. 1</b> %O <sub>2</sub> , %CO <sub>2</sub> , % Excesso de ar e saída de gases de combustão para temperaturas entre 300 a 450 F.....	93
<b>Tabela B. 2</b> Composição de gás natural.....	96
<b>Tabela B. 3</b> Válvulas de globo com fole, flangeadas, dimensões características.....	99
<b>Tabela B. 4</b> Diâmetro externo das válvulas de globo com fole, flangeadas em estudo. ....	99
<b>Tabela B. 5</b> Propriedades físicas do ar a uma temperatura de filme de 110°C.....	100
<b>Tabela B. 6</b> Propriedades físicas do ar a uma temperatura de filme de 102,5°C. ....	101
<b>Tabela B. 7</b> Valores das constantes <i>a</i> e <i>m</i> a usar no cálculo do coeficiente médio de transferência de calor em convecção natural.....	102
<b>Tabela B. 8</b> Valores do coeficiente médio de transferência de calor.....	103
<b>Tabela B. 9</b> Valores das Áreas de transferência de calor. ....	104
<b>Tabela C. 1</b> Preço para tubagem recta, sem acessórios. ....	106
<b>Tabela C. 2</b> Tabela de equivalências para válvulas (€/ml).....	107
<b>Tabela C. 3</b> Custo, €, por potência, W.....	108
<b>Tabela C. 4</b> Propriedades físicas dos solventes em estudo.....	109

<b>Tabela C. 5</b> Calor latente de vaporização para os diferentes solventes.....	110
<b>Tabela C. 6</b> %Perda de Energia, na estufa IRK 6, com a alteração da velocidade..	113

## Lista de abreviaturas

### Siglas

ARCE	Acordo de redução dos consumos de energia
ASME	American Society of Mechanical Engineers
CIE	Consumidora Intensiva de Energia
DGEG	Direcção Geral de Energia e Geologia
ENE	Estratégia Nacional de Energia
IC	Intensidade Carbónica
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
PREn	Plano de Racionalização dos Consumos de Energia
RGCE	Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
URE	Utilização Racional de Energia

### Variáveis

Variável	Descrição	Unidades
$A_v$	Área de transferência de calor	$m^2$
$c_p$	Calor específico	$kJ/(kg^{\circ}C)$
$D$	Diâmetro externo	$m$
$Gr$	Número de Grashof	-
$H_{v_{Teb}}$	Calor latente de vaporização à temperatura de ebulição	$cal/g$
$H_v$	Calor latente de vaporização à temperatura de trabalho	$cal/g$
$h$	Coeficiente de transferência de calor	$W/(m^2.K)$

Variável	Descrição	Unidades
$h_{\text{conv. forçada}}$	Coeficiente de transferência de calor em convecção forçada	W/(m <sup>2</sup> .K)
k	Condutividade térmica	W/(m°C)
$L_c$	Dimensão característica tendo em consideração a geometria	m
l	Comprimento placa de borracha	m
$\dot{m}$	Caudal	g/s
$m$	Quantidade de tinta por unidade de área	g/m <sup>2</sup>
Nu	Número de Nusselt	-
Pr	Número de Prandtl	-
Q	Potência térmica	W
Q <sub>v</sub>	Potência térmica por parte do vapor	MW
Q'	Energia por área	cal/m <sup>2</sup>
T <sub>ar</sub>	Temperatura do ar	°C/ K
T <sub>c</sub>	Temperatura crítica	°C/ K
T <sub>eb</sub>	Temperatura de ebulição	°C/ K
T <sub>filme</sub>	Temperatura do filme – média aritmética entre a temperatura da parede externa e temperatura do ar	°C/ K
T <sub>pe</sub>	Temperatura da parede externa	°C/ K
T <sub>pi</sub>	Temperatura da parede interna	°C/ K
T <sub>vapor</sub>	Temperatura do vapor	°C/ K
T <sub>vizinhança</sub>	Temperatura da vizinhança	°C/ K
$\nu$	Velocidade	m/s

Variável	Descrição	Unidades
$\chi$	Título	-

### Alfabeto grego

Variável	Descrição	Unidades
$\lambda$	Calor latente de vaporização do solvente	cal/g
$\beta$	Coeficiente de expansão volumétrico	K <sup>-1</sup>
$\sigma$	Constante de Stefan- Boltzmann	W.m <sup>-2</sup> .T <sup>-4</sup>
$\rho$	Densidade	kg/m <sup>3</sup>
$\eta_{IRK6}$	Eficiência IRK 6	%
$\varepsilon$	Emissividade	-
$\mu$	Viscosidade	Pa.s
$\Delta H_v$	Calor latente de vaporização	kJ/kg
$\Delta T$	Variação da temperatura – diferença entre as temperaturas de saída e entrada da placa de borracha, na estufa IRK 6	°C/K
$\Delta x$	Espessura da placa de borracha	m

## 1. Introdução

O trabalho aqui desenvolvido foi realizado na empresa Monteiro Ribas no âmbito da disciplina de Dissertação de Estágio em Optimização Energética na Indústria Química.

O facto de me ter sido facultado a realização de um trabalho directamente na Indústria é desde já uma mais valia, uma vez que permitiu um melhor contacto com a realidade industrial. Deste modo, os conhecimentos académicos que foram adquiridos durante o decorrer do curso são adaptados à realidade e aplicados com um maior sentido crítico.

Cada vez mais se verifica um ambiente competitivo em todos os mercados, que faz com que as empresas desejem um melhor desenvolvimento dos seus processos de produção, com uma redução de energia e de custos. Para tal, uma das principais preocupações que deve existir actualmente diz respeito à Eficiência Energética.

O objectivo deste trabalho centraliza-se num Diagnóstico Energético da Indústria de Placas de Borracha e Optimização do Sector de Pintura. O tema é muito actual e com grande interesse face à grande preocupação dos gastos com a energia e do impacto ambiental que os mesmos acarretam. Neste sentido, irão ser contabilizado os consumos de energia e o respectivo custo, por parte das diferentes utilidades presentes na fábrica de produção de placas de borracha, na empresa Monteiro Ribas. Estudar-se-á a eficiência energética dos equipamentos e as perdas relacionadas com o processo produtivo, com o objectivo de obter poupança de energia através do uso eficiente da mesma.

Na sequência das ideias anteriormente referidas apresenta-se a descrição de cada fase de trabalho realizado na empresa. Inicialmente realizou-se uma pesquisa pormenorizada a todo o processo de produção, no sentido de conhecer as etapas do processo bem como todos os equipamentos utilizados. Em seguida, com a aquisição do conhecimento do processo produtivo, procedeu-se ao levantamento energético. Numa nova fase, na busca pela eficiência e no combate às perdas de calor, recomendam-se as medidas a adoptar para a redução do consumo e do custo de energia sem afectar a produção. Estudou-se então, a forma como essas medidas podem ser implementadas na empresa.

## 1.1. A Empresa

A empresa Monteiro, Ribas – Indústrias, SA teve origem em 1917 a partir da antiga fábrica Portuense de Curtumes que se dedicava ao fabrico de solas de calçado. Anos mais tarde foi adquirida por novos sócios pertencentes a duas famílias – Monteiro e Ribas – que estavam ligadas à indústria de Curtumes.

Desde a década de 50 a empresa foi líder, em Portugal, no sector de curtumes.

No início da década seguinte, aproveitando a sua imagem de marca e implantação no seu principal mercado (indústria de calçado), a empresa iniciou uma política de diversificação dedicando-se ao fabrico de artigos de borracha para calçado, indústria automóvel, de construção civil e ferroviária, tendo alcançado rapidamente o nível de maior fabricante nacional.

Em 1966 é alargada a área de actividade com a produção de couros artificiais, destinados a vestuário, estofos, marroquinaria e calçado.

Continuando a política de crescimento e diversificação, ainda na mesma década, instalou-se um sector industrial destinado ao fabrico de embalagens flexíveis para a indústria alimentar.

No ano de 1990 dedicou-se à extracção de blocos de granito para fins ornamentais.

A Monteiro Ribas é então constituída por um conjunto de sectores integrados na mesma empresa, mas geridos e estruturados de forma independente, com os seus mercados e estratégias próprias, embora partilhando alguns serviços comuns e ocupando as mesmas instalações, beneficiando por isso de economias de escala, ou seja, existência de clientes comuns a vários sectores. É de referir que cerca de 17% dos produtos são exportados.

Em Junho de 1992 concluiu-se a instalação de um sistema de cogeração, investimento de cerca de 3 milhões euros, que trouxe significativas poupanças de energia para a empresa e para o País. Nessa época os excedentes produzidos eram absorvidos pela EDP, contudo na actualidade esta entidade compra toda a energia produzida na empresa.

No ano de 1996 é criada a unidade de componentes técnicos em borracha resultante do sector da unidade de produção de placas de borracha.

Com a vasta concorrência por parte de outras empresas e com a crise em Portugal é encerrada a unidade de curtumes na fábrica, em 2005.

Nos dias de hoje, possui um sector de grande destaque no mercado, embalagens flexíveis, especializada na impressão e laminagem de filmes e na confecção de sacos e formatos, destinados essencialmente à indústria alimentar. Emprega cerca de 130 colaboradores. O sector de revestimento empenha-se na produção de couros artificiais, oferecendo uma vasta gama de resultados para as indústrias de calçado, estofos, marroquinaria e sector automóvel. Exporta 80% da sua produção, essencialmente para países europeus, [MONTEIRO RIBAS, 2010].

## **1.2. Organização da Dissertação**

A dissertação foi organizada em cinco capítulos:

1. Introdução;
2. A Energia na Indústria;
3. Levantamento Energético;
4. Optimização Energética;
5. Conclusão;

No capítulo 1, Introdução, apresenta-se o tema que se vai desenvolver na empresa, Monteiro Ribas. Faz-se inicialmente um enquadramento do tema de trabalho e apresenta-se o projecto. O capítulo termina com uma breve descrição da história da Empresa desde a sua origem até aos dias de hoje.

No capítulo 2, A Energia na Indústria, são apresentados conceitos importantes para melhor entender o tema do trabalho em questão, tais como Utilização Racional de Energia, Conservação de Energia e Auditoria Energética. Por último, apresenta-se a Estratégica Energética na Indústria Nacional.

No capítulo 3, Levantamento Energético, numa primeira fase faz-se a apresentação do processo de fabrico de placas de borracha. Faz-se ainda, a descrição

da produção e/ou distribuição das utilidades utilizadas bem como a distribuição mensal dos consumos e custos das mesmas. Tendo em atenção os custos envolvidos no sector de placas de borracha apresentam-se medidas a integrar no processo produtivo, de modo a permitir uma redução na perda de energia.

No capítulo 4, *Optimização Energética*, apresenta-se o estudo detalhado de algumas medidas de racionalização de energia que a empresa pode ter em consideração.

No último capítulo da tese, apresentam-se algumas considerações finais de acordo com todo o trabalho desenvolvido.

## 2. A Energia na Indústria

A energia desempenha um papel indispensável na vida moderna, como factor de produção que proporciona o desenvolvimento económico da sociedade e o bem-estar da população. Deste modo o consumo energético é um dos indicadores utilizados para expressar o padrão de vida e o nível de desenvolvimento atingido por uma nação.

A evolução política energética, nas últimas décadas e a avançada idade de grande parte do “parque” industrial, faz com que as actividades de Reabilitação Energética passem a desempenhar um papel fundamental na redução da energia. Deste modo emerge o conceito de Utilização Racional de Energia (URE), que surge como uma nova forma de encarar a energia, demonstrando ser possível crescer sem aumentar o consumo energético ou afectar a produção, [GASPAR, 2004].

Uma empresa na indústria, que deseja alcançar uma estrutura de custos racionalizada e tornar-se mais competitiva não pode admitir desperdício ou usar a energia de forma ineficiente e irresponsável. Para se fazer um bom trabalho de conservação de energia, levando em consideração o desenvolvimento sustentável, é necessário proceder a auditorias energéticas a todas as empresas ou instalações, até por obrigação legal.

Uma auditoria energética pode ser definida como um estudo pormenorizado das condições de utilização de energia numa determinada instalação, actividade, equipamento ou empresa, permitindo compreender de que forma a energia é usada, qual a eficiência dos equipamentos e onde existem desperdícios de energia, indicando soluções para as anomalias detectadas, [EDP, 2010]. Ou seja, engloba um levantamento e uma análise crítica das condições de utilização de Energia (conforme definida no artigo 6.º do Decreto-Lei.º71/2008 – anexo E), com vista à detecção de oportunidades de racionalização energética, através de medidas com uma viabilidade técnico-económica aliciente, [BRAGA, 2009]. Acções deste tipo estão geralmente abrangidas em actividades de Reabilitação Energética, que permitem que o gestor de energia possa contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos equipamentos e as perdas que estão associadas a todo o processo. A finalidade última será reduzir essas mesmas perdas sem afectar a produção, isto é, economizar a energia através do uso mais eficiente da mesma, [GASPAR, 2004].

## 2.1. Enquadramento Legislativo

Portugal é um país carente ao nível dos recursos energéticos próprios. Esta situação conduz a uma alta dependência energética do exterior, sendo portanto totalmente dependente das importações das fontes primárias de origem fóssil (gás natural, carvão e petróleo).

O Governo também empenhado na redução das emissões de CO<sub>2</sub> definiu grandes linhas estratégicas para o sector de energia, configuradas na Estratégia Nacional para a Energia. Esta estratégia estabelece vários objectivos para o sector, nomeadamente a criação de um relatório, onde é identificado o investimento em energias renováveis e a promoção da eficiência energética [BARRETO, 2008].

Neste contexto a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG) tem também como missão contribuir para a concepção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia e aos recursos geológicos, numa óptica de desenvolvimento sustentável.

Surgiu a Estratégia Nacional de Energia (ENE), que prevê medidas para o progresso da eficiência energética, emergindo deste modo o Regulamento de Gestão de Consumos de Energia (RGCE), que assenta em dois tópicos:

- Conversão dos Consumos para energia primária (tep), isto é, equalização de todas as formas de energia ao mesmo denominador, para que possibilite a sua comparação.
- Cálculos utilizando consumos específicos de energia.

Este regulamento aplica-se a empresas que sejam Consumidoras Intensivas de Energia (CIE) e tem como principal objectivo a redução da energia primária nacional através da diminuição de consumo específico.

Recentemente, no âmbito da ENE, foi publicado o Decreto-Lei nº.71/2008 de 15 de Abril, bem como a Portaria nº 519 de 25 de Junho, o Despacho nº. 17313/2008 de 26 de Junho e o Despacho nº. 17449/2008 de 27 de Junho, que regulamenta o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), conforme se pode ver no anexo E. Este sistema aplica-se a empresas consumidoras intensivas de energia com consumos energéticos superiores a 500 tep/ano, de modo a

compatibilizar o antigo regulamento, RGCE, com as “recentes” exigências ao nível das emissões de Gases de Efeito de Estufa.

O sistema antevê que todas as empresas, como é o caso da Monteiro, Ribas – Industria SA, que são consumidoras intensivas de energia, realizem periodicamente auditorias energéticas que incidem sobre as condições de aproveitamento de energia e promovam o acréscimo da eficiência energética. Aconselha ainda que se elaborem e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn). Estes planos baseiam-se na realização de uma Auditoria Interna através da qual se fixam metas de redução dos consumos de energia por famílias de produtos, tendo em conta o consumo actual da instalação e os consumos de referência definidos pela Direcção Geral de Geologia e Energia, em conformidade com a legislação em vigor. [EDP, 2010]. O PREn deve ainda definir medidas relativas à intensidade carbónica (IC) e ao consumo específico de energia. São identificadas e qualificadas as medidas necessárias para atingir os objectivos definidos de redução dos consumos.

Depois da aprovação da Auditoria Energética e respectivo (PREn), este último designa-se por Acordo de Racionalização do Consumo de Energia (ARCE), estabelecendo acordos de racionalização dos consumos de energia que é apresentado à DGEG, em forma de relatório.

As actividades antevistas deverão ser complementadas com uma visita anual às instalações, em causa, para averiguar o estado de implementação das medidas sugeridas no ARCE e verificar a situação energética da empresa. Será indicado um técnico, reconhecido pela DGEG, para acompanhamento do ARCE, e emissão dos relatórios bianuais para DGEG.

### 3. Levantamento Energético

O Diagnóstico Energético irá realizar-se ao sector de produção de placas de borracha na empresa Monteiro, Ribas - Indústria SA. Para a concretização do trabalho proposto, é importante referir que todos os valores de produção e consumos de utilidades remetem-se para o ano de 2009, onde o funcionamento de equipamentos no sector de produção de placas de borracha foi de 4140 h/ano.

O diagnóstico energético incidirá sobre a concepção e o estado das instalações, tendo sido recolhidos os elementos necessários à elaboração do plano de racionalização dos consumos das diferentes energias usadas, bem como a verificação do cumprimento deste. Para tal é necessário conhecer o processo de produção de placas de borracha e as utilidades mais utilizadas. Este capítulo incidirá sobre a análise dos seguintes itens:

- os consumos energéticos;
- efectuar uma “inspecção visual” aos equipamentos e sistemas consumidores de energia;
- esclarecer como é transformada a energia e quais os custos associados;
- determinar a eficiência energética de geradores de energia térmica;
- verificar o estado das instalações de transporte e distribuição de energia;
- verificar a existência do bom funcionamento dos aparelhos de controlo e regulação dos equipamentos de conversão e utilização de energia;
- realizar balanços de energia e de massa aos principais equipamentos consumidores de energia;
- determinar os consumos específicos de energia e posterior comparação com os valores mensais e anuais detectando eventuais variações sazonais;
- identificar e quantificar as possíveis áreas onde a economia de energia é variável como resultado de anomalias encontradas;
- definir as linhas orientadoras para a implementação de melhorias;

### **3.1. Descrição do processo**

Na empresa Monteiro, Ribas - Indústria SA, a fabricação de placas de borracha, serve para obtenção do produto final – calçado. É possível dividir o processo em dois sectores de modo a simplificar a sua compreensão. Um sector diz respeito à produção da placa de borracha enquanto o outro, mediante o tipo de placa de borracha que o cliente pretende, é designado por sector de acabamento.

#### **3.1.1. Produção de placas de borracha**

O sector de produção de placas de borracha, apresentado na figura 3.1, denominado pela empresa de unidade K, fundada em 1960, é o único produtor Nacional de placas de borracha para “solados”. O seu nome deve-se á palavra alemã “Kautscuk” que significa borracha.

O seu processo produtivo emprega cerca de 70 colaboradores, onde cerca de 65% da sua produção se destina ao mercado externo, nomeadamente, Europa, África e América do Sul.

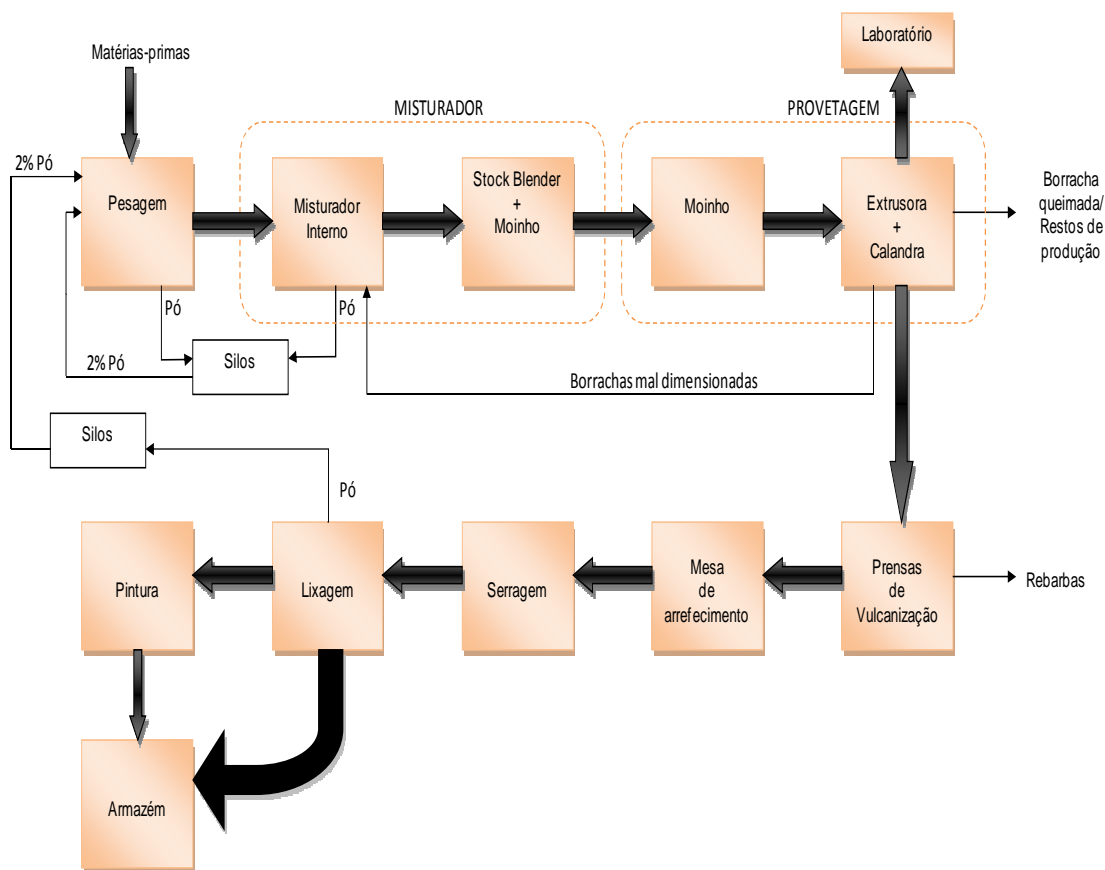
Na indústria, de acordo com o tipo de placa de borracha que se quer produzir, corresponde uma especificação técnica que é constituída por diversas matérias-primas previamente pesadas. Juntas são homogeneizadas nos misturadores (fechado e aberto), formando uma mistura de borracha flexível, pegajosa e modelável. Na linha de processamento o composto será transformado no artefacto com as características desejadas.

As diversas fases de fabrico, para a produção das placas de borracha, independentemente da sua especificação técnica, são de uma forma geral um sistema simples e genérico onde estão presentes as seguintes etapas:

- Pesagem das matérias-primas;
- Mistura;
- Provetagem;
- Vulcanização;
- Serragem;

- Lixagem;
- Acabamento - Pintura;
- Armazenamento.

Na figura 3.1 apresenta-se o diagrama de fluxo representativo da unidade de produção de placas de borracha na empresa Monteiro Ribas - Indústria, SA.



**Figura 3.1** Diagrama de processo de produção de placas de borracha na empresa (unidade K).

As matérias-primas a utilizar são dependentes da formulação, isto é, de acordo com o tipo de placas de borracha que se irá produzir, utilizam-se distintas matérias-primas em diferentes quantidades. A formulação é então formada por uma serie de matérias-primas (elastómero sintético<sup>1</sup>, activadores, cargas<sup>2</sup> de reforço e resina,

<sup>1</sup> A borracha originária do petróleo utilizada como materia prima pelas indústrias de fabricação de artefactos. Até 2005 60% da borracha consumida em todo o mundo pelas indústrias é originária do petróleo [ROCHA, 1996].

cargas inertes e diluentes, sistemas de aceleração, agentes de vulcanização e materiais especiais). Cada uma destas deve possuir uma ficha de segurança onde se deverá reconhecer qual a composição química e todos os valores das propriedades consideradas importantes para a definição da qualidade da mesma.

A importância da matéria-prima no âmbito da qualidade é de elevada ponderação, uma vez que diminui o número de defeitos produzidos e determina forçosamente a possibilidade de a fornecer a mercados cada vez mais exigentes. Assim sendo, ficará-se-á cada vez mais próximo da concretização da frase mágica de qualquer indústria: “Produzir com a qualidade necessária, o mais possível, ao melhor preço e com zero defeitos.” [RUBBERPEDIA, 2010].

De seguida é descrito o processo de produção do sector K.

- **Pesagem**

Nesta operação são devidamente pesadas as matérias-primas necessárias às várias formulações, ou seja, de acordo com o tipo de placa de borracha que se quer produzir, são pesadas diferentes matérias-primas em diferentes quantidades. As matérias-primas pesadas, posteriormente, são identificadas de forma clara com a referência da mistura de borracha a que se destinam.

- **Mistura**

A próxima operação, **Misturador**, é designada como sendo o coração da indústria de borracha; sem uma mistura adequada não se obtém um produto final de qualidade. Neste sector os pontos mais importantes dizem respeito à qualidade (que significa boa dispersão com regularidade máxima) e à quantidade (associada a um menor custo).

A mistura é a operação que se destina a produzir uma incorporação completa e dispersão uniforme, de todos os ingredientes da formulação no elastómero. Esta operação deve seguir alguns requisitos como tempo, temperatura e ordem de incorporação de materiais. Caso não seja obtido uma boa dispersão, pode ocorrer a formação de grãos, grumos ou ainda porosidade no composto, interferindo, deste modo, nas propriedades finais do artefacto.

---

<sup>2</sup> são as materias primas utilizadas em composições com a borracha natural ou sintetica para dar maior volume e reduzir os custos dos artefactos. Podem ser de origem mineral ou vegetal [ROCHA, 1996].

No processo de fabricação de um artefacto de borracha, o elastómero é “mastigado”, permanecendo apto a receber os ingredientes (materias-primas devidamente pesadas) que fazem parte da formulação.

De modo a obter-se uma melhor homogeneização, os produtos são misturados nos equipamentos que de seguida se descrevem: Misturador interno, “Stock Blender” e Moinho.

#### *Misturador interno*

A parte superior do misturador interno vem apresentada na figura 3.2. É uma máquina que apresenta dois rotores, que giram em sentidos opostos e a velocidades ligeiramente diferentes, no interior de uma câmara fechada com secção transversal em forma de “oito”. A câmara possui uma abertura na parte central superior, para possibilitar a introdução da borracha sintética e dos respectivos componentes da mistura, ou seja, toda a matéria é introduzida na parte superior e em seguida é pressionada por um pistão, ver figura 3.2. É depois, encaminhada para a parte inferior deste misturador, figura 3.3.



**Figura 3.2** Parte superior do misturador interno.



**Figura 3.3** Parte inferior do misturador interno.

As paredes da câmara e os rotores são resfriados com água de modo a obter uma maior taxa de cisalhamento, com temperatura relativamente baixa.

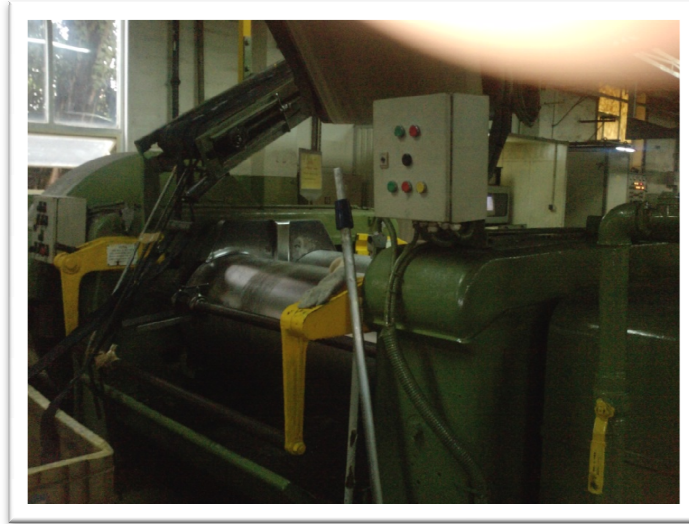
Uma característica importante nos misturadores internos deve-se ao facto de se aplicar de forma mais intensa e eficaz a energia, possibilitando assim a redução substancial da duração do ciclo da mistura. Como parte da energia se transforma em calor surge muitas vezes a limitação de reduzir o ciclo de mistura, sendo por isso necessário um sistema para eliminar o calor gerado, por arrefecimento das paredes da câmara e dos rotores.

Na Empresa, em particular, para a produção de placas de borracha a nível industrial, é utilizado um misturador interno WERNER 1307 ao qual está associada uma potência nominal de 212,05 kW, cujo funcionamento, fornecido pela empresa, é descrito de seguida:

- No início de cada formulação selecciona-se a temperatura máxima de descarga (aproximadamente 116°C) e o tempo de mistura (geralmente 2,5 minutos). Seguidamente adicionam-se as matérias-primas, previamente pesadas, indicadas na formulação de trabalho correspondente à formulação desejada. Quando se atinge a temperatura máxima, a carga é descarregada e aguarda-se até se iniciar nova carga, [MONTEIRO RIBAS, 2010].

### *Stock Blender e Moinho*

É um aparelho constituído por cilindros, que circulam a velocidades diferentes, causando um movimento de atrito de modo a incorporar a mistura, figura 3.4. Esta etapa tem como finalidade homogeneizar e arrefecer o mastigado, mantendo-o a cerca de 100°C, de modo a que facilite as seguintes operações de trabalho.



**Figura 3.4** Stock Blender.

Numa primeira fase ajusta-se a distância entre os cilindros. De seguida, a carga, proveniente do misturador interno, faz-se passar através dos cilindros, para que a temperatura seja reduzida, formando-se uma banda que com o auxílio do operador segue para novos cilindros, para que se promova a homogeneização.

No final da operação, a borracha que ainda saí quente e na forma de banda, dirige-se através de um transportador de barricas, para a etapa seguinte – **Provetagem**.

- **Provetagem**

Esta operação é composta por um Moinho e uma Extrusora com Calandra, também designado por Roller-head, onde as peças de borracha não vulcanizadas são preparadas, de modo a obter-se um perfil próximo do produto final.

### *Moinho*

Uma vez que a mistura de borracha foi arrefecida, na transportadora de barricas, a utilização deste aparelho serve exclusivamente para aquecer (aproximadamente até 100°C) e homogeneizar a mistura.

### *Roller-head*

Estes equipamentos, Extrusora com Calandra, oferecem dois benefícios importantes, tais como: excelente homogeneidade e alta uniformidade de espessura do material sobre a largura inteira da placa, garantido a não inclusão do ar, figura 3.5.



**Figura 3.5** Extrusora com Calandra.

A extrusão é um processo contínuo onde na primeira fase, a mistura de borracha é homogeneizada e forçada a “escoar” por uma fieira que molda o material, para produzir as peças com o perfil desejado. Para alcançar o perfil pretendido são utilizadas nesta etapa: facas para alterar a largura, rolos da calandra para obter uma determinada espessura, que posteriormente irá ser convertida no peso desejado e, um antiaderente de modo a evitar a adesão entre a placa de borracha não vulcanizada e os rolos da calandra.

De todos os componentes da extrusora, o parafuso é valorizado pelo facto de transportar, fundir ou amolecer e homogeneizar o polímero. É devido ao movimento e consequente cisalhamento sobre a mistura que, o parafuso gera cerca de 80% da energia térmica e mecânica necessária para transformar os polímeros. A rosca e o canhão também merecem especial atenção, pois qualquer alteração ou defeito, em

ambos, pode afectar a linha de produção ou a qualidade do produto final. [MONTEIRO RIBAS, 2010].

A nível industrial como a temperatura a que a placa homogeneizada se encontra é elevada (100°C) é necessário proceder ao seu arrefecimento através dos cilindros de arrefecimento. De seguida é direccionada para a guilhotina onde irá ser cortada de modo a adquirir o comprimento requerido. Nesta fase é importante colocar a velocidade do tapete da guilhotina igual à velocidade dos cilindros de arrefecimento, controlando-a através do variador instalado na guilhotina. O operador presente na guilhotina pesa todos os provetes (placa de borracha) numa balança apropriada e compara esses valores com o peso pretendido. Se o peso está na gama de valores desejado (1ª tolerância) a placa segue para a etapa seguinte. Se o peso do provete está fora do valor pretendido, mas tem mais ou menos 200 gramas que a 1ª tolerância, designa-se por 2ª tolerância. Corrige-se imediatamente os valores e a placa está apta a seguir para etapa subsequente. Se o peso estiver fora da 2ª tolerância, rejeita-se o provete, [MONTEIRO RIBAS, 2010].

Uma vez terminadas ambas as operações (Mistura e Provetagem) é necessário proceder a um controlo de todas as misturas efectuadas, o qual é realizado da seguinte forma:

- Por cada palete (numero de lote) é retirada uma amostra devidamente identificada, para o operador de máquina efectuar a curva reométrica<sup>3</sup>. Posteriormente, no **Laboratório**, são realizados os ensaios de dureza e densidade.

O ensaio reométrico consiste em colocar uma amostra da formulação a vulcanizar numa câmara, sobre um rotor cónico, a uma temperatura de cerca de 175°C. Após o fecho da câmara, a amostra circunda totalmente o rotor e inicia-se a oscilação com uma determinada amplitude de rotação e frequência.

O operador, através da análise do tempo necessário para que o torque alcance o valor correspondente ao valor mínimo de torque da amostra não vulcanizada, verifica

---

<sup>3</sup> A força (torque) necessária para oscilar o rotor depende da rigidez da borracha, a qual é alterada durante a vulcanização. Esta força é medida e registada em função do tempo, obtendo-se assim a curva reométrica. [RUBBERPEDIA, 2010].

se a paleta está entre a gama de valores pretendidos. Caso não se encontre entre os valores desejados a paleta é corrigida na hora.

No laboratório deve ser determinada a dureza e a densidade da amostra, através do auxílio de um durómetro de mesa ou de mão e de um dinamómetro, respectivamente. Todos os dados correspondentes a todas as amostras chegadas ao laboratório, são registadas. Se por um lado, os valores da densidade e da dureza não estiverem entre a gama pretendida e as paletes ainda não tiverem sido vulcanizadas, estas são trabalhadas de modo a obter as características desejadas. Por outro lado, se os valores dos parâmetros não estiverem no intervalo pretendido mas as paletes já tiverem sido vulcanizadas, dá-se-lhes algum destino que não seja o inicialmente solicitado.

É aconselhável, para um melhor controlo do processo, que se faça ainda determinações das propriedades físicas, tais como: a resistência a abrasão, tensão de ruptura, rasgamento, adesão e resistência à flexão.

- **Vulcanização**

De seguida, as placas de borracha, mediante as suas dimensões, são submetidas ao processo de **Vulcanização**, ou seja, a mistura de borracha é conduzida a um estado no qual são conferidas ou melhoradas as propriedades elásticas, através de uma gama de pressão, temperatura e de um determinado tempo. A determinação do método e das condições de vulcanização deve ser feita tendo em vista a composição empregue, as dimensões do artefacto a ser fabricado e a sua posterior aplicação.

As principais técnicas de moldagem neste processo são: compressão, transferência e injeção. Industrialmente é usado o processo de moldagem por Compressão, onde são principalmente usadas as prensas hidráulicas (figura 3.6) que são aquecidas através de vapor de água. Os pratos que estão presentes neste equipamento são feitos de aço com superfícies rectas, lisas ou furos. As placas de borracha são aquecidas em prensas, na presença de agentes de vulcanização (enxofre e óxido de zinco) e de agentes aceleradores, de modo que a estrutura química da borracha seja alterada pela conversão das moléculas do polímero independente, numa rede tridimensional onde ficam ligadas entre si. Este processo consiste na introdução das placas de borracha na cavidade de um molde metálico quente, que tem a forma da peça final desejada. A mistura, ainda no estado plástico,

adopta as dimensões do molde e neste estado é vulcanizada pela acção de calor transmitido pelo molde.



**Figura 3.6** Prensa de vulcanização.

A prensa é aquecida com o vapor proveniente da caldeira e vulcaniza as placas de borracha a 18 bar com uma temperatura entre 155 a 160 °C. O tempo de vulcanização depende dos moldes, contudo espessuras até 8 mm demoram cerca de 6 minutos. Para placas de borracha com espessura superior, aumenta-se o tempo de vulcanização até que esta fique completamente vulcanizada com as características desejadas. Esta operação possui duas prensas pequenas (Guix 796 e Dieffenbacher 895) contendo cinco pratos cada, utilizadas para moldes com dimensões inferiores e duas prensas grandes (Dieffenbacher 1502 e Mapelli 1427), usadas para dimensões mais elevadas, em milímetros, (1120x825, 1315x825 e 1315x1020) com seis pratos cada. É importante referir que a todas as dimensões estão associadas um erro de  $\pm 3\%$ .

O operador verifica, no início do turno, que a pressão não é inferior a 6 bar e inicia a prensagem. Por vezes, pode ser necessário aquecer o provete após carregar o molde para eliminar defeitos que a placa possua. Esta fase, que se designa de pré-aquecimento, demora cerca de 20 segundos e pode ser efectuada da seguinte forma:

- Nas prensas maiores, 1427 e 1502, a operação é executada automaticamente com previa regulação do quadro eléctrico.

- Na prensa mais pequena, 895, após inserir os provetes, devem-se encostar os pratos sem deixar a prensa subir à pressão de 18 bar (pressão máxima de trabalho).

Depois de 20 segundos, de modo a que os provetes não vulcanizem, levar a prensa à pressão de operação.

Há a salientar que quando esta operação não é suficiente para eliminar as anomalias existentes na placa de borracha, recorre-se à fase de batidas onde a prensa é levada até à pressão máxima (18 bar).

Finalizado o processo de prensagem pode ser necessário a aplicação de silicone para melhorar a desmoldagem das placas (retirar a placa do molde) e/ou os defeitos de superfície. Concluído o processo, as placas de borracha vulcanizadas, possuem rebarbas (figura 3.7), que em função do sistema de vulcanização ou molde apresentam maior ou menor dificuldade em serem retiradas, por isso são extraídas pelo operador. Este pega numa das pontas da rebarba e com o auxílio de um x-acto golpeia a extremidade da placa que vai ser aparada. Separa as rebarbas por cores e coloca-as no respectivo contentor, para serem vendidas ou trituradas. Neste último as rebarbas são transformadas em pó para serem incorporadas noutros materiais.



**Figura 3.7** Rebarbas.

- **Arrefecimento das placas**

Seguidamente promove-se o **arrefecimento das placas**, uma vez que estas se encontram a uma temperatura elevada devido à vulcanização. As placas são colocadas em cima da mesa de arrefecimento (figura 3.8), uma por cada prato durante

aproximadamente 12 minutos. No interior dos pratos de arrefecimento circula água fria proveniente de um chiller de absorção<sup>4</sup>.



**Figura 3.8** Mesa de arrefecimento.

- **Serragem**

Na etapa seguinte, **Serragem**, procede-se à regularização da placa de borracha para a espessura desejada no produto final, ou seja a placa vulcanizada é dividida longitudinalmente em duas placas com espessuras idênticas, por acção de uma lâmina de aço. A parte superior da placa é designada por flor, a outra parte que se irá lixar, é denominado por carnaz. Geralmente verifica-se a espessura inicial com um medidor de espessura e compara-se com a espessura final, também medida com o mesmo aparelho.

- **Lixagem**

A **Lixagem** é a acção mecânica de uma ou várias lixas, que vão ser aplicadas sobre o carnaz e se necessário sobre a flor, para conferir ao artigo um aspecto característico ou preparar a placa para o sector do acabamento. Esta operação tem

---

<sup>4</sup> Equipamento usado para produção de água fria. A “produção de frio” é baseado na evaporação do refrigerante (água) no evaporador a uma pressão baixa. O refrigerante vaporizado é “aspirado” no absorvedor diluindo a solução. [PIOVAN, 2010].

como finalidade a uniformidade de toda a placa em termos de espessura e permitir que o cliente possa colar a sola (carnaz) à parte superior do sapato (gáspea).

Antes de se iniciar esta operação, o operador certifica-se que a abertura dos rolos possa permitir obter a espessura desejada. Se a espessura estiver correcta inicia-se a operação, senão é necessário redimensionar a abertura dos rolos. A máquina de lixagem (lixa Zur'lan 1601) contém quatro rolos para trabalhar com cintas de lixas. A utilização dos rolos depende do tipo de produto que se pretende. O operador introduz a placa em cima do tapete com a zona da flor voltada para cima e as placas seguem para a lixa. Quando a placa passa pelo primeiro rolo é introduzida a placa seguinte e assim sucessivamente até ao final da paleta. As placas lixadas vão sendo retiradas pelo operador e colocadas em paletes, com a face da flor voltada para baixo. No final faz-se a contagem das placas e é retirada a paleta para a área de stock - Armazém.

A figura 3.9 apresenta ambas as etapas para a produção de placas de borracha.



**Figura 3.9** Processo de serragem e lixagem.

As placas de borracha que necessitam de um acabamento seguem para o sector da **Pintura**, que se descreve na figura 3.10.

### 3.1.2. Processo de acabamento - sector da Pintura

Esta etapa tem como principal função embelezar e proteger a placa de borracha, através de fenómenos químicos que formam uma película protectora sobre a superfície da placa e todas as propriedades desejadas da tinta são atingidas.

Um dos objectivos deste trabalho consiste na implementação de medidas para minimizar as perdas energéticas associadas ao sector da Pintura. Para tal, é importante referir o processo que este sector envolve, de modo a uma melhor compreensão sobre os gastos energéticos dos equipamentos presentes nesta operação. Assim sendo, conseguir-se-á implementar medidas para minimizar as perdas energéticas.

O processo de aplicação da tinta é realizado em duas etapas importantes: a aplicação da tinta, actividade realizada por três máquinas de pintura; o processo de cura parcial, pelas estufas de infravermelho 2, e cura integral, estufa de infravermelho 6, IRK 6.

Na figura 3.10 está representado o diagrama de fluxo do sector da Pintura.

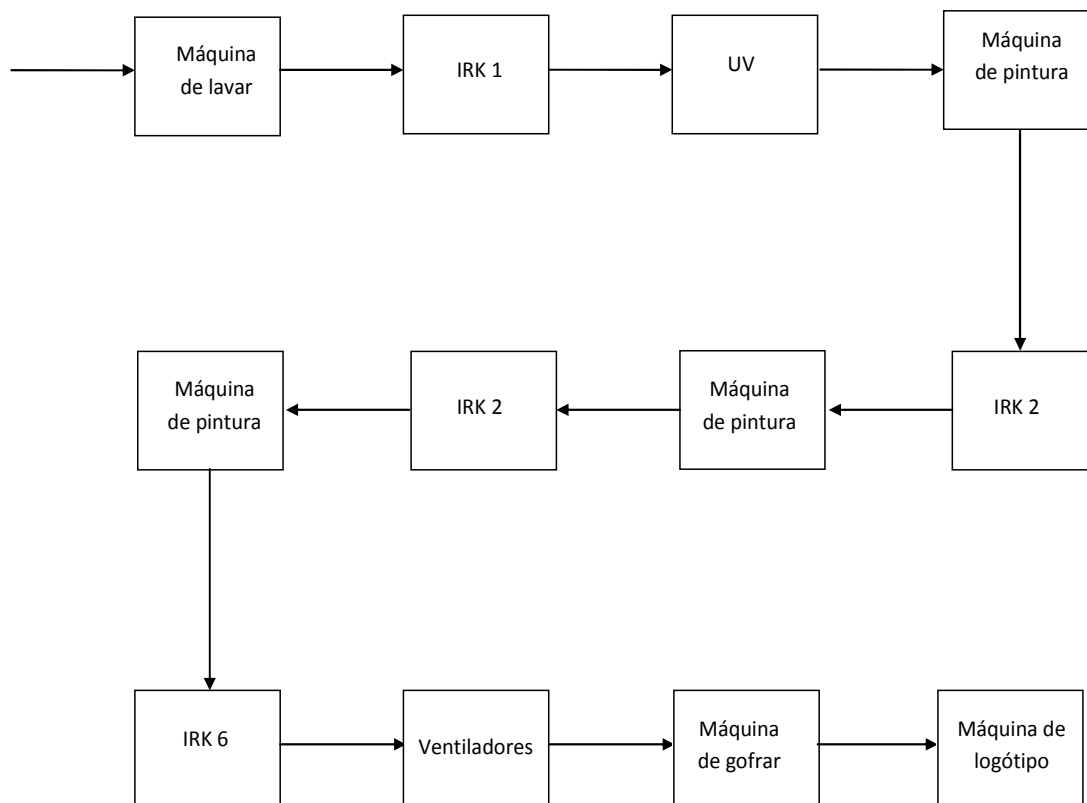


Figura 3.10 Diagrama de processo do sector da pintura, na empresa.

Antes de iniciar o processo de aplicação de tinta, o operador tem que averiguar/ alterar a velocidade das máquinas da linha. O medidor do taquímetro<sup>5</sup> deve ser inserido sobre a superfície rígida do rolo/ transporte a medir, executando uma leve pressão, caso seja necessário alguma alteração ajusta-se o variador de frequência do motor [MONTEIRO RIBAS, 2010]. De seguida descreve-se a passagem das placas de borracha pelas diferentes máquinas que constituem este sector.

#### *Máquina de lavar*

Esta operação serve essencialmente para retirar o pó, proveniente da Lixagem e lavar a placa para eliminar resíduos que esta possua. Contém um rolo de scotch-brite de modo a “arranhar” a superfície da placa, permitindo desta forma uma boa adesão da tinta nas etapas seguintes, figura 3.11. Para tal o operador tem como principal cargo ajustar a abertura do rolo em função da espessura da placa.



**Figura 3.11** Máquina de Lavar.

#### *Estufa IRK 1*

Este aquecedor de infravermelho com a designação 1, estufa que tem apenas uma cassete, tem como única finalidade de aquecer/ secar a água, que a placa ainda possui, figura 3.12.

---

<sup>5</sup> Taquímetro é um sensor de velocidade, uma vez que gera uma tensão de saída proporcional à velocidade angular de rotação do seu eixo.



**Figura 3.12** Máquina de Infravermelhos (IRK1).

### *Máquina de ultra-violeta*

A máquina de Ultra-Violeta serve para actuar sobre as ligações químicas do enxofre na estrutura do polímero, figura 3.13.



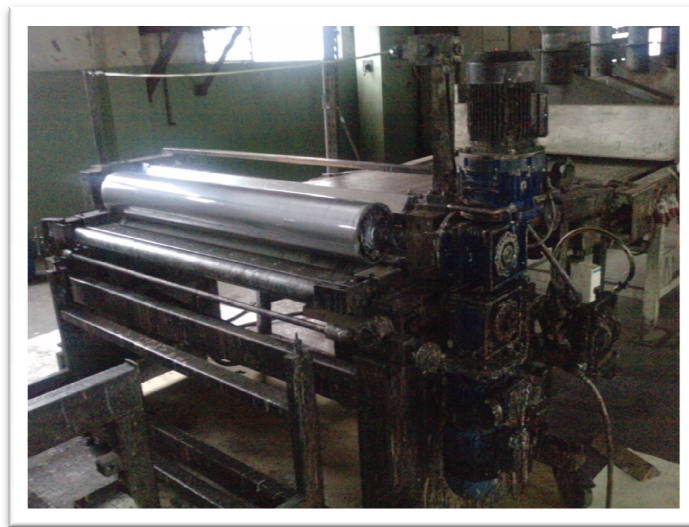
**Figura 3.13** Máquina Ultra-violeta.

### *Máquinas de Pintura*

As máquinas possuem um rolo superior (que contém uma lâmina) e um rolo inferior (para transportar a placa de borracha), figura 3.14.

Antes da linha de pintura entrar em funcionamento é indispensável:

- Verificar o estado da lâmina, lixar ou substituir se necessário;
- Colocar o suporte da lâmina na máquina e encostar a lâmina ao rolo;
- Passar o solvente (Metoxipropanol) na bomba;
- Passar a tinta a pintar na bomba;
- Colocar o tubo na grelha e fazer circular a tinta;
- Nivelar a lâmina se necessário.



**Figura 3.14** Máquina de Pintura.

### *Estufa IRK 2*

Ambos os secadores de infravermelho possuem duas cassetes, IRK 2, com a finalidade de secar a placa de borracha com tinta, figura 3.15.



**Figura 3.15** Máquina de Infravermelhos (IRK2).

### *Estufa IRK 6*

De modo a garantir uma completa secagem é utilizado o aquecedor de infravermelho com 6 cassetes. Nesta estufa a temperatura atingida no seu interior é de 160° C, figura 3.16.



**Figura 3.16** Máquina de Infravermelhos (IRK6).

### *Ventiladores*

Composto por 12 ventiladores, estas máquinas são destinadas ao arrefecimento da placa de borracha, uma vez que esta se encontra a uma temperatura elevada proveniente da estufa IRK 6, figura 3.17.



**Figura 3.17** Ventilador.

### *Máquina de Gofrar*

Equipamento que se destina a criar um relevo na placa de borracha, figura 3.18.



**Figura 3.18** Máquina de Gofrar.

### *Máquina de Logótipo*

Logótipo refere-se á forma particular como o nome da marca é representado graficamente, ou seja, todas as placas de borracha têm que possuir a assinatura institucional, figura 3.19.



**Figura 3.19** Máquina de Logótipo.

Finalizando estas fases do processo, é necessário fazer alguns testes à placa de borracha para verificar se esta está apta a ser comercializada. Os testes mais frequentes são: cor e brilho, resistência ao solvente, flexibilidade da tinta e aderência da tinta á placa.

## 3.2. Energia Utilizada

“Energia é toda a capacidade de produzir trabalho, isto é, tudo o que produz trabalho possui energia”. [Sindicato dos Fogueiros de Mar e Terra, 1992].

A utilização de energia, na empresa, é uma operação fundamental para o uso racional dos combustíveis e energia eléctrica. A gestão energética tem de se basear em dados concretos, exigindo para isso um controlo rigoroso dos consumos das várias formas de energia. A energia é utilizada para satisfazer uma serie de necessidades, que no caso concreto, se referem ao processo produtivo na unidade K (sector de produção de placas de borracha) e ao sector de pintura. Nestes sectores consomem-se gás natural, vapor e energia eléctrica.

O gás natural é formado por uma mistura de hidrocarbonetos leves, é o menos poluente, uma vez que emite menos substancias prejudiciais ao meio ambiente, é económico, eficiente e mais seguro que todos os outros tipos de energia fóssil. Deste modo é considerado, como uma alternativa energética do futuro. Este combustível é usado para o fornecimento de calor, geração de calor e força motriz. Para o sector de produção de placas de borracha, este tipo de combustível é utilizado para a alimentação das caldeiras de modo a produzir vapor, [GALP, 2010].

O vapor apenas se produz, quando a água recebe calor suficiente para distanciar as moléculas umas das outras. A vaporização efectua-se em duas fases: primeiro, atinge-se a temperatura de vaporização quando à água é fornecido calor; seguidamente, continuando a fornecer calor há uma mudança do estado líquido para o estado gasoso e obtém-se o vapor saturado. A produção de vapor para a unidade K, é assegurada através de caldeiras de tubos de fumo com três passagens dos gases de combustão. O vapor é utilizado também para fornecer calor às prensas de vulcanização.

A energia eléctrica é produzida em instalações próprias a que se dá o nome de centrais de produção de energia eléctrica. Uma central de produção deste tipo de energia é capaz de converter a energia mecânica (obtida a partir de outras fontes de energia primária) em energia eléctrica. Na fábrica a energia eléctrica é usada no sistema de aquecimento dos infravermelhos, iluminação e força electromotriz.

### 3.2.1. Central de vapor

O vapor de água é utilizado como meio de geração, transporte e utilização de energia. Imensas razões coadjuvaram para a formação de energia através do vapor, uma vez que a água é o composto mais abundante na Terra, portanto de fácil obtenção, associado a um baixo custo.

Na fábrica, a produção de vapor é conseguida através de três caldeiras cilíndricas e horizontais, de tubos de fumo de três passagens dos gases de combustão utilizando como combustível o gás natural. Actualmente só se encontram em funcionamento uma caldeira - LG 250 em virtude das outras se encontrarem com laboração suspensa pela DGEG.

Na caldeira – LG 250 - os gases de combustão circulam no interior dos tubos e a água/vapor no espaço entre a carcaça e os tubos. Os tubos de fumo fornecem o calor à água onde estão mergulhados, aquecendo-a até se formar vapor saturado. De modo a evitar áreas com gradientes térmicos importantes, a entrada de água é exposta longitudinalmente por meio de um tubo perfurado. Para um maior aproveitamento do calor, os gases de combustão invertem a sua direcção três vezes antes de se dirigirem para a chaminé. A caldeira contém para além de um controlador de nível, um controlador de pressão que comanda o sistema de queima; uma purga de nível, que garante o funcionamento dos órgãos de vigilância do nível; e uma purga de fundo com a finalidade de eliminar as lamas. Para além destes componentes que fazem parte do gerador, existem outros equipamentos auxiliares que permitem o bom funcionamento da caldeira, como por exemplo as bombas de alimentação, as válvulas de segurança, os pressostatos e o economizador, [TEIXEIRA, 2001].

Este tipo de caldeiras dão mais garantias a nível industrial, uma vez que têm uma óptima superfície de vaporização em comparação com o outro tipo de caldeira, por exemplo as aquatubulares, exigem menos cuidados de condução, são mais robustas e duráveis.

A tabela 3.1 apresenta as características das caldeiras presentes na fábrica para o abastecimento de vapor à unidade K (dados fornecidos pela empresa).

**Tabela 3.1** Características das Caldeiras de Vapor.

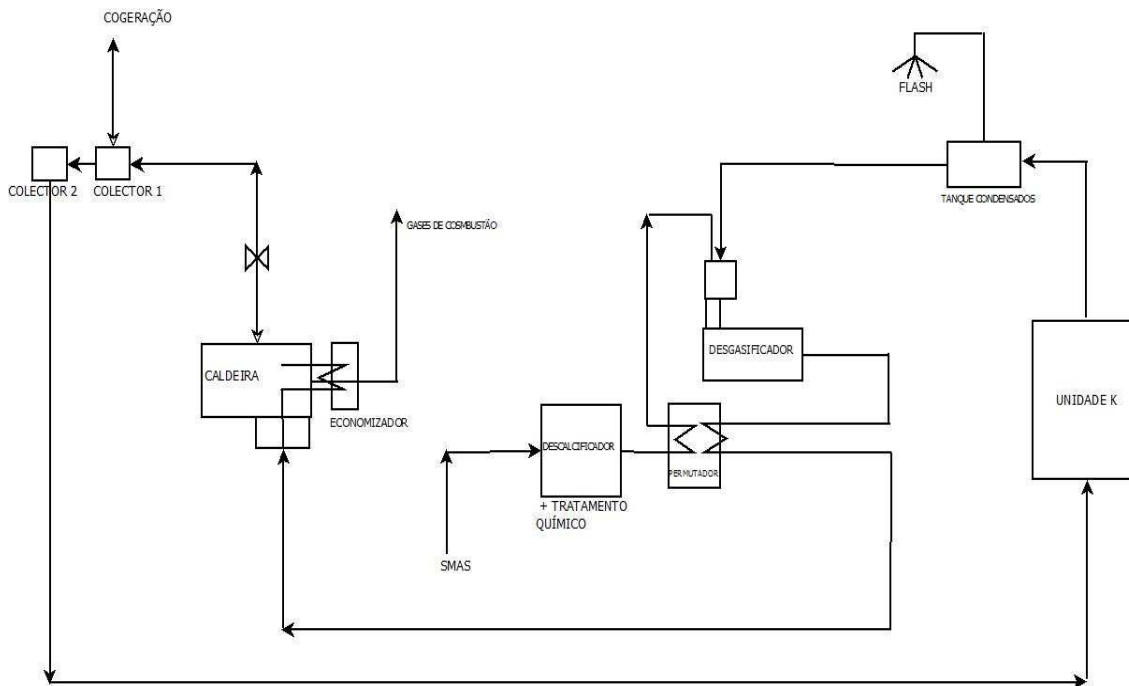
Marca	Luís Gonçalves	<b>Luís Gonçalves</b>	Biklim
Modelo	LG 150	<b>LG 250</b>	-
Ano	1970	<b>1978</b>	1981
Economizador	Não	<b>Sim</b>	Não
Volume (m <sup>3</sup> )	12,56	<b>17,36</b>	-
Superfície de Aquecimento (m <sup>2</sup> )	150	<b>250</b>	26
Timbre <sup>6</sup> (bar)	10	<b>10</b>	10
Vaporização (ton/h)	6	<b>10</b>	2,1
<b><u>Queimador</u></b>			
Fabricante	Weishaupt	<b>Weishaupt</b>	Weishaupt
Tipo	Modulante	<b>Modulante</b>	Dois estagios
Combustível	Gás natural	<b>Gás natural</b>	Fuelóleo
Chaminé	Tijolo	<b>Tijolo</b>	Aço

Embora a Caldeira LG 250, que se encontra em laboração, tenha uma capacidade de vaporização de 10 ton./h para a produção de vapor, esta opera a uma carga máxima de 5 ton./h ou uma carga mínima de 3 ton./h, de acordo com a quantidade de vapor que é necessário produzir.

### Rede de vapor

Na figura 3.20 é apresentado a rede de vapor da empresa, para abastecimento do sector de placas de borracha.

<sup>6</sup> É a pressão máxima (pressão de cálculo) que não pode ser ultrapassada durante o funcionamento do gerador. [GASPAR, 2004]



**Figura 3.20** Diagrama ilustrativo da rede de vapor.

A água proveniente da rede, SMAS, sofre um tratamento químico e segue para um descalcificador de modo a ser-lhe retiradas as impurezas de cálcio e magnésio. No permutador, a água já tratada é aquecida até 80°C e desloca-se para o desgasificador para se extrair os gases, como o oxigénio e o dióxido de carbono; nesta fase, é ainda adicionado os condensados, que se encontravam no tanque de recuperação de condensados resultantes da linha do vapor. À saída do desgasificador a temperatura é de 105°C, a qual é arrefecida no mesmo permutador até 80 °C.

A mistura é aquecida, por acção de um economizador, até 105°C (temperatura óptima) e é alimentada à caldeira. O pré-aquecimento é feito através da troca de calor com os gases de combustão que saem da caldeira, que possuem temperaturas bastante elevadas. Assim sendo, faz-se o aproveitamento do conteúdo energético dos gases de combustão, que depois de cederem calor à água passam a estar a uma temperatura de 120°C e são libertados para a atmosfera.

O vapor produzido na caldeira, a uma temperatura de aproximadamente 185°C, é encaminhado para o colector (C<sub>1</sub>) que faz a distribuição para o colector seguinte (C<sub>2</sub>) e para a cogeração. O segundo colector (C<sub>2</sub>) distribui o vapor para toda a unidade K, depois de passar por um posto redutor de pressão (válvula redutora de pressão).

Na unidade K, o vapor é utilizado no aquecimento das prensas. Em cada prato, que as constitui, existe uma serpentina por onde o vapor circula de modo a os aquecer e por conseguinte, ceder calor às placas de borracha. O condensado formado é purgado e segue para o tanque de recuperação de condensados para serem de novo alimentados à caldeira.

Na água de alimentação à caldeira é imprescindível um tratamento químico adequado para impedir a geração de incrustações na caldeira, para minimizar a corrosão da mesma ou da tubagem de vapor, para evitar a contaminação do vapor de água que pode ser transportado quer por formação de espumas quer por arrastamento e para reduzir a corrosão devido ao oxigénio dissolvido na água de alimentação, [ASSIS, 2009].

É essencial recuperar o máximo de condensado presente na instalação. Após o vapor abastecer a unidade K é recuperado sob a forma de condensado. O condensado retorna quente e é uma importante fonte de água de reposição para a caldeira porque representa uma maior economia de energia no processo de geração de vapor, [ASSIS, 2009].

### **Análise da eficiência da caldeira**

As equações usadas, para a determinação da % excesso de ar, rendimento da caldeira e % de perdas presentes na mesma, podem ser encontradas no livro referido em bibliografia [TEIXEIRA, 2001].

Para uma boa combustão é essencial uma boa mistura, ar suficiente, temperatura adequada e massa volúmica razoável para o desenvolvimento da chama. Para tal é fundamental a utilização de excesso de ar, da qual dependerá a composição dos gases de combustão. O valor do excesso de ar é conhecido através da concentração dos gases de combustão e pode ser calculado segundo a expressão:

$$\% \text{excesso de ar} = \frac{\% O_2}{21\% - \% O_2} \times 100 \quad \text{Equação 3.1}$$

Sendo a %  $O_2$  medida nos gases de combustão.

A regulação do excesso de ar deve ter em conta dois factores:

- excesso de ar é baixo - o combustível não é completamente queimado, aparecendo deste modo inqueimados. Tal facto, traduz uma perda de rendimento pois os elementos que não são queimados no interior da câmara de combustão, não libertam a sua energia que acaba por se perder sobre a forma de calor latente nos gases de combustão. Para além disso, parte do carbono que não é queimado acaba por sair pela chaminé, enquanto a restante parte é depositada nas paredes da câmara de combustão e forma-se uma camada isolante que dificulta a transferência de calor dos gases para a água/vapor.
- o excesso de ar elevado - provoca um maior arrefecimento da câmara de combustão e perde-se calor no aquecimento de um volume de ar desnecessário para a queima.

Assim o excesso de ar deve ser mantido numa gama tal que permita obter uma combustão o mais completa possível. De uma maneira geral, o excesso de ar recomendado varia entre 5 a 15 %, correspondente a uma gama entre 1,2 a 2,5% de O<sub>2</sub> nos gases de combustão. [SPIRAX, 2010].

A eficiência da caldeira é determinada pelo seu rendimento, relação entre a energia transferida e a energia química fornecida pelo gás natural. Vulgarmente varia entre 70 a 90% e pode ser calculado por dois métodos: método directo e método indirecto, também designado por método das perdas. O rendimento foi determinado a partir do método das perdas, seguindo a equação 3.2.

$$\eta = 100 - \sum \%Perdas \quad \text{Equação 3.2}$$

- **Perdas na caldeira**

Considerou-se apenas a existência de perdas por radiação e convecção, perdas correspondentes aos gases secos de combustão e perdas pela humidade dos gases de combustão.

Para avaliação da perdas por radiação e convecção recorre-se ao quadro editado pela associação ASME (American Society Of Mechanical Engineers), tabela 3.2.

**Tabela 3.2** Perdas por radiação de Caldeiras operando à capacidade nominal

Potência da Caldeira, MW	Perdas, %
0– 2	2,0
2– 5	1,6
>5	1,4

Como a caldeira opera em regime real, a perda por radiação e convecção obtém-se por meio da expressão seguinte:

$$\% \text{ Perda real} = \frac{c \text{ arg a no min al}}{c \text{ arg a real}} \times \% \text{ Perda no min al} \quad \text{Equação 3.3}$$

As perdas relativas aos gases secos de combustão ( $P_{gc}$ ) são obtidas a partir da equação 3.4:

$$\% P_{gc} = \frac{K \times (T_g - T_{ar}) \times (1 - \frac{P_{cv} - P_{cf}}{100})}{\% CO_2} \quad \text{Equação 3.4}$$

Em que  $T_g$  e  $T_{ar}$  representam, respectivamente, a temperatura dos gases à saída e a temperatura do ar de combustão (°C). O segundo produto é desprezável, para o caso em concreto, sendo  $P_{cv}$  e  $P_{cf}$  as perdas associadas ao combustível nas cinzas volantes e nas cinzas fumo, respectivamente.  $K$ , é uma constante que depende do combustível utilizado, o seu valor encontra-se tabelado ou é calculado a partir da próxima equação, onde  $C$  é a fracção mássica de carbono e  $PCI$  o poder calorífico inferior do combustível.

$$K = \frac{255 \times C}{PCI} \quad \text{Equação 3.5}$$

As perdas devido à humidade dos gases de combustão incluem em geral as perdas devido à humidade do gás natural e do vapor de água resultante da combustão do hidrogénio, equação 3.6.

$$\% P_{H_2O} = \frac{(H_2O + 9H) \times (210 - 4,2 \times T_{ar} + 2,1 \times T_g)}{PCI} \quad \text{Equação 3.6}$$

Onde H<sub>2</sub>O e H são, respectivamente, a % mássica da água e do hidrogénio presentes no gás natural. Neste caso considera-se que no gás natural a quantidade de água é desprezável – tabela B.2.

A tabela 3.3 mostra a composição dos gases de combustão da caldeira de vapor LG 250 e identifica o rendimento da mesma, para uma carga mínima e máxima, ou seja, trabalhando a 3 e 5 toneladas por hora. Os dados referentes às temperaturas, % O<sub>2</sub> e % CO<sub>2</sub> foram fornecidos pela empresa. Todos os outros, como % excesso de ar, % perdas por convecção e radiação, % perdas pela chaminé e rendimento (%) da caldeira foram obtidos por cálculo de acordo com as equações anteriormente apresentadas. Os resultados obtidos podem ser analisado no exemplo de cálculo - anexo B.

**Tabela 3.3** Análise dos gases de combustão (%) e rendimento (%), na Caldeira – LG 250.

	Carga mínima de operação	Carga máxima de operação
<b>Combustível</b>	Gás natural	
<b>Temp. dos gases sem economizador (°C)</b>	150	190
<b>Temp. ar combustão (°C)</b>	23	23
<b>% Oxigénio</b>	4,5	8,9
<b>% Dióxido de Carbono</b>	9,4	6,9
<b>% Excesso ar</b>	27,3	73,6
<b>% Perdas por Convecção e Radiação</b>	4,7	2,8
<b>% Perdas pela Chaminé</b>	7,8	12,8
<b>Rendimento</b>	87,5	84,4

Apesar do rendimento da caldeira, em ambas as cargas, ser aceitável e os valores da % O<sub>2</sub>, % CO<sub>2</sub> e % excesso de ar serem concordantes, como se averigua através de tabelas próprias [TAPLIN, 1991], tabela B.1, verifica-se que para um excesso de ar maior, o rendimento irá diminuir. Esta elevada percentagem de excesso de ar pode ser explicada devido:

- A problemas a nível do queimador, uma vez que deste modo a reacção de combustão carece de uma maior quantidade de excesso de ar. Sendo este abundante na Terra é preferível a sua utilização que o uso de O<sub>2</sub>.

- A caldeira, conforme está dimensionada, necessita de um caudal de gás mais elevado para que se dê a transferência de calor.

Os gases de exaustão, trabalhando em carga máxima, abandonam a caldeira com uma temperatura superior à do vapor produzido, parte desse calor é recuperado através do economizador. Este equipamento é um aquecedor de água de alimentação que pode poupar até 5% de gás natural, [SPIRAX, 2010].

- **Análise da perda de energia em algumas válvulas do processo**

Na verificação de um bom isolamento de válvulas deve-se quantificar a perda de calor a elas associada. Neste caso o calor perdido por convecção e por radiação sendo por isso utilizada a seguinte expressão [GEANKOPOLIS, 1993]:

$$Q = h \times A_v \times (T_{vapor} - T_{ar}) + \epsilon \times \sigma \times A_v \times (T_{vapor}^4 - T_{ar}^4) \quad \text{Equação 3.7}$$

Esta análise vai ser feita a algumas válvulas do processo de produção de placas de borracha, nas quais circula vapor saturado. Como estas válvulas não apresentam qualquer isolamento é de prever que as perdas de energia sejam bastantes elevadas.

As perdas de energia existentes devem-se à convecção natural entre as paredes das válvulas e o ar ambiente e, também à radiação entre a mesma superfície e a vizinhança.

Na falta de informação sobre a velocidade a que circula o vapor no interior das válvulas, e não permitindo estimar, recorrendo à convecção forçada, a temperatura da parede interior ( $T_{pi}$ ), assume-se que esta temperatura será aproximadamente a temperatura do vapor ( $T_{vapor}$ ), 185°C. O coeficiente de transferência de calor em convecção forçada ( $h_{conv. forçada}$ ) será bastante elevado. Por outro lado, sendo as válvulas de aço, material bom condutor, então assume-se também que a  $T_{pi}$  é aproximadamente igual à temperatura da parede externa ( $T_{pe}$ ), então como conclusão ter-se-á  $T_{vapor} = T_{pe}$ , daí usar o valor de  $T_{vapor}$  na equação 3.7.

No caso da radiação considera-se que as válvulas podem ser assumidas como um pequeno corpo num grande espaço e além disso, a temperatura da vizinhança ( $T_{vizinhança}$ ) é aproximadamente a temperatura do ar ( $T_{ar}$ ),  $T_{vizinhança} = T_{ar}$ . Esta temperatura varia entre 35°C, na casa da caldeira e 20°C nos restantes espaços.

Tendo em conta estas aproximações simplificativas, a determinação das perdas de energia é feita através da expressão identificada anteriormente (equação 3.7).

Em condições de convecção natural, a estimativa do coeficiente médio de transferência de calor é dado pela equação 3.8 [GEANKOPOLIS, 1993]:

$$Nu = \frac{h \times L_c}{k} = a \left[ \left( \frac{L_c^3 \times \rho^2 \times g \times \beta \times \Delta T}{\mu^2} \right) \times \left( \frac{cp \times \mu}{k} \right) \right]^m = a \times (Gr \times Pr)^m \quad \text{Equação 3.8}$$

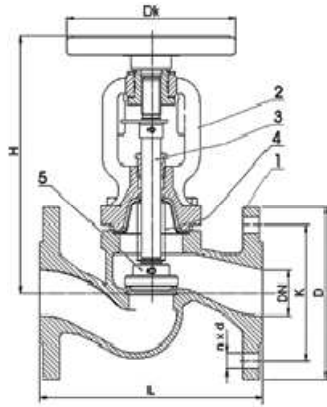
Onde  $a$  e  $m$  são constantes cujo valor se encontra tabelado em ábacos, tabela B.7. Para tal é essencial a determinação do número de Grashof ( $Gr$ ) e o número de Prandtl ( $Pr$ ). As propriedades físicas do ar são avaliadas à temperatura do filme, equação 3.9:

$$T_{filme} = \frac{T_{pe} + T_{ar}}{2} \quad \text{Equação 3.9}$$

O parâmetro  $L_c$  representa uma dimensão característica tendo em consideração a geometria em causa. No caso concreto as válvulas são do tipo globo com fole flangeadas, figura 3.21 e 3.22.



**Figura 3.21** Válvula de globo com fole flangeada. [fonte:www.pinhol.pt].



**Figura 3.22** Válvula de globo com fole flangeada, vista em corte.[fonte: www.pinhol.pt]

Face às figuras 3.21 e 3.22, em termos geométricos as válvulas podem ser aproximadas por 2 tubos cilindros, um horizontal – corpo da válvula – e outro vertical. Isso implicaria que se determinassem dois coeficientes de convecção natural, usando a mesma equação 3.8. A dimensão característica,  $L_c$ , para o tubo horizontal é o diâmetro externo da válvula,  $D$ , e para o tubo vertical a dimensão característica,  $L_c$ , será dado pela altura da válvula,  $H-(D/2)$ , figura 3.22. Este procedimento leva a valores de coeficientes de convecção muito próximos, pelo que apenas se calculou o coeficiente de convecção para o tubo horizontal. Tendo em conta as mesmas figuras, o cálculo da área de transferência de calor é dado pela expressão:

$$A_v = \Pi \times D \times L + \Pi \times D_k \times \left(H - \frac{D}{2}\right) \quad \text{Equação 3.10}$$

Para se determinar o comprimento do tubo equivalente à geometria da válvula,  $L_T$ , iguala-se a equação 3.10 à equação que permite determinar a área da parede lateral de um tubo cilíndrico.

$$\Pi \times D \times L + \Pi \times D_k \times \left(H - \frac{D}{2}\right) = \Pi \times D \times L_T \quad \text{Equação 3.11}$$

As válvulas do processo estão presentes nos equipamentos apresentados na tabela 3.4, assim como os seus diâmetros nominais (DN), valores fornecidos pela empresa, diâmetro externo (D), valores extraídos de ábaco - Anexo B, tabela B.4.

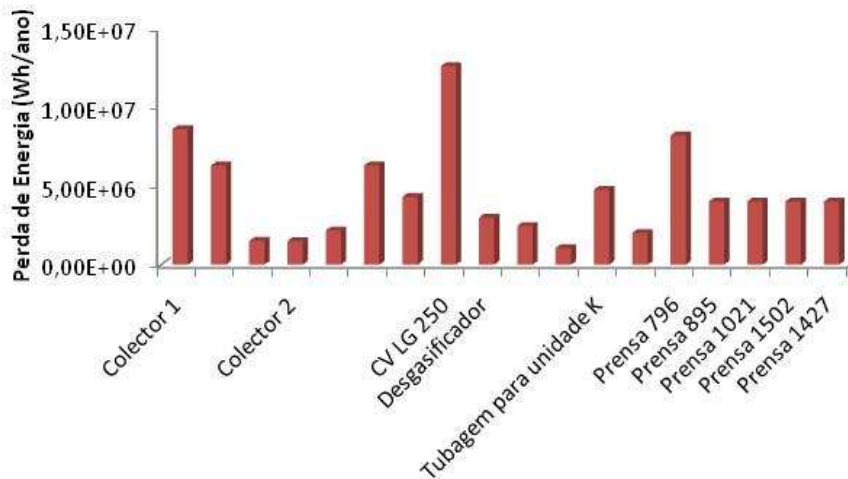
Nesta tabela 3.4, apresenta-se também a perda de calor e perda de energia anual, determinados analiticamente, pela equação 3.7 tendo usado as simplificações explicadas no texto.

**Tabela 3.4** Perda de calor, W, e perda de energia, Wh/ano, das válvulas presentes nos diferentes equipamentos.

Equipamentos	Diâmetro Nominal	Diâmetro externo (D <sub>0</sub> )	Perda Calor (Q)	Perda de Energia
	(DN)	mm	W	Wh/ano
Colector 1	2 x DN 125	250	1040	8613395
	1 x DN 150	285	1523	6306809
	1 x DN 80	200	365	1513123
Colector 2	1 x DN 50	165	362	1498170
	1 x DN 65	185	523	2166091
	1 x DN 150	285	1523	6306809
	1 x DN 125	250	1040	4306698
CV LG 250	2 x DN 150	285	1523	12613618
Desgasificador	2 x DN 50	165	362	2996339
	2 x DN 40	150	298	2463416
	1 x DN 32	140	257	1063675
Tubagem para unidade K	1 x DN 125	250	1152	4767415
	1 x DN 50	165	485	2009928
Prensa 796	4 x DN 40	150	497	8226852
Prensa 895	2 x DN 50	165	485	4019856
Prensa 1021	2 x DN 50	165	485	4019856
Prensa 1502	2 x DN 50	165	485	4019856
Prensa 1427	2 x DN 50	165	485	4019856
		<b>Ano (2009)</b>	<b>12893</b>	<b>80931759</b>

No ano de 2009, as perdas de energia foram de 80931,76 kWh/ano. Tendo sido este valor muito elevado é fundamental medidas de melhoria, de modo a que estas perdas sejam reduzidas.

A figura 3.23 quantifica a perda de energia nas válvulas, por equipamento, permitindo a visualização das que conferem maior perda de energia ao sistema.



**Figura 3.23** Perda de Energia das válvulas nos diferentes equipamentos.

Através da análise da tabela 3.4 e da figura 3.23, verifica-se que são as válvulas da caldeira LG-250 que conferem uma maior perda de energia. Isto pode ser justificado pelo facto das válvulas presentes, que possuem um maior diâmetro externo na sua totalidade, não estarem correctamente isoladas. Para minimizar as perdas associadas a estas válvulas, sugere-se no capítulo seguinte uma estratégia para evitar este inconveniente.

### 3.2.2. Energia Eléctrica

O desenvolvimento tecnológico alcançado na sociedade industrial actual, não seria viável sem a assistência de uma máquina, que na sua simplicidade e robustez, resolveu o problema de gerar movimento e energia mecânica. Essa máquina é o motor eléctrico de corrente alternada - Motor AC. Fabricaram-se equipamentos eficientes de produção de ondas de corrente alternada com frequência e tensão controlada (conversores de frequência) que aplicadas ao motor fazem dele uma máquina tão versátil como o motor em contínuo, ou seja, com este tipo de conversor a energia mecânica pode ser produzida com motores eléctricos convencionais, de forma alternada controlada e flexível [FIGINI, 2002]. Como consequência atingem-se melhores prestações de eficiência e minimiza-se a contaminação ambiental.

O consumo de electricidade pelos motores eléctricos é influenciado por diversos factores que envolvem: a eficiência e o controlo da velocidade do motor, a qualidade

da rede de alimentação, o dimensionamento dos sistemas, a rede de distribuição, os sistemas, mecânicos de transmissão, as práticas de manutenção e a eficiência do dispositivo utilizador final.

Na tabela 3.5 (sector principal – equipamentos presentes na unidade K) e 3.6 (sector auxiliar – máquinas para auxiliar a produção de placas de borracha) são apresentados os levantamentos energéticos (unidades, tipo de accionamento, funcionamento (h/ano) e potências (kW)) de toda a força motriz presente na unidade de produção de placas de borracha. Este levantamento foi realizado no início do trabalho desenvolvido na empresa e teve a duração de cinco semanas.

**Tabela 3.5** Levantamento energético dos equipamentos.

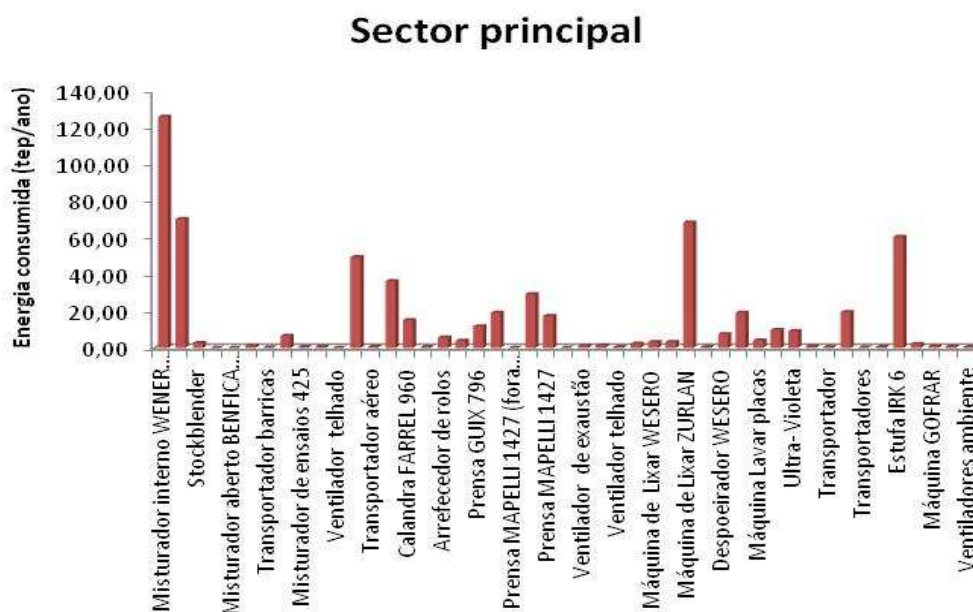
Sector	Equipamentos	Unidades	Tipo de accionamento	Funcionamento	Potência Nominal
				(h/ano)	(kW)
Pesagem / Mistura	Misturador interno WENER 1307	1	Motor AC	2760	212,05
	Misturador aberto GUIX 1271	1	Motor AC	2760	118,35
	Stockblender	1	Varição velocidade - Conversor de Frequência	2760	4,50
	Misturador GUIX 797	1	Motor AC	0	113,45
	Misturador aberto BENFICA 1201	1	Motor AC	0	110,75
	Guilhotina GUIX 751	1	Motor AC	1380	4,00
	Transportador barricas	1	Motor AC	690	1,10
	Unidade despoiramento	1	Motor AC	2760	11,00
	Misturador de ensaios 425	1	Motor AC	192	9,00
	Transportador GUIX / BENFICA	1	Motor AC	2760	1,10
	Ventilador telhado	7	Motor AC	414	1,10
Provetagem	Misturador aberto BENFICA 1095	1	Motor AC	2760	83,25
	Transportador aéreo	1	Motor AC	2760	1,10
	Extrusora FARREL 959	1	Varição velocidade- Conversor AC/DC	2760	61,25
	Calandra FARREL 960	1	Varição velocidade - Conversor AC/DC	2760	25,42
	Transportador aéreo	2	Varição velocidade - Conversor Frequência	2760	0,75
	Arrefecedor de rolos	1	Varição velocidade - Conversor AC/DC	2760	9,56
Vulcanização	Guilhotina FK 964	1	Varição velocidade- Conversor Frequência	2760	6,5
	Prensa GUIX 796	1	Motor AC	1840	29,5
	Prensa DIEFFENBACHER 895	1	Motor AC	2960	30,00
	<i>Prensa MAPELLI 1427 (fora de serviço)</i>	1	Motor AC		22,00
	Prensa DIEFFENBACHER 1502	1	Motor AC	3680	37,00
	Prensa MAPELLI 1427	1	Motor AC	3680	22,00
	<i>Prensa Francesa (fora de serviço)</i>	1	Motor AC		45,00
	Ventilador de exaustão	5	Motor AC	3680	1,50
	Estufa de Placas	1	Motor AC	460	14,30
Ventilador telhado	5	Motor AC	1932	1,1	
Serragem / Lixagem	Máquina de Dividir FK 1930	1	Varição velocidade- Conversor AC/DC	768	14,01
	Máquina de Lixar WESERO	1	Motor AC	460	33,37
	Máquina de Lixar WESERO	1	Motor AC	460	33,37
	Máquina de Lixar ZURLAN	1	Motor AC	3680	86,36
	Transportadores	4	Varição velocidade- Conversor AC/DC	3680	0,55
	Despoeirador WESERO	1	Motor AC	768	45,00
	Despoeirador ZURLAN	1	Motor AC	1920	46,5
Pintura	Máquina Lavar placas	1	Motor AC	1840	10,50
	Estufa IRK 1	1	Varição velocidade- Conversor Frequência	1840	26,00
	Ultra- Violeta	1	Motor AC + Lâmpadas UV	1840	23,20
	Máquina Pintar MONTEIRO RIBAS	1	Motor AC	1840	2,20
	Transportador	1	Motor AC	1840	1,00
	Estufa IRK 2	2	Motor AC + Lâmpadas IRK	1840	52,00
	Transportadores	8	Motor AC	1840	0,37
	Máquina de Pintar REVERSE	2	Motor AC	1840	1,50
	Estufa IRK 6	1	Motor AC + Lâmpadas IRK	1840	156,00
	Tapete Arrefecedor	2	Motor AC	1840	5,60
	Máquina GOFRAR	1	Motor AC	1840	2,50
	Máquina de Logotipo	1	Motor AC	1840	2,00
	Ventiladores ambiente	2	Motor AC	1840	1,10

**Tabela 3.6** Levantamento do equipamento auxiliar na unidade K.

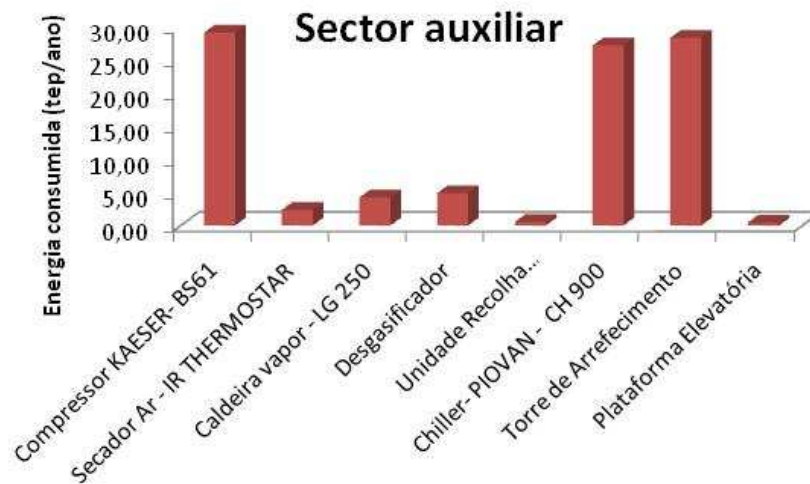
	Equipamento	Unidades	Tipo accionamento	Funcionamento (h/ano)	Potência Nominal (kW)
Serviços Auxiliares	Compressor KAESER- BS61	2	Motor AC	3680	37,00
	Secador Ar - IR THERMOSTAR	1	Motor AC	3680	3,00
	Caldeira vapor - LG 250	1	Motor AC	460	43,00
	Desgasificador	1	Motor AC	1840	12,40
	Unidade Recolha Condensados	1	Motor AC	1656	1,50
	Chiller- PIOVAN - CH 900	1	Motor AC	3680	34,50
	Torre de Arrefecimento	1	Motor AC	3680	36,00
	Plataforma Elevatória	1	Motor AC	230	9,00

Determinou-se o consumo de energia eléctrica dos equipamentos, tabela A.2 e tabela A.3, anexo A. O consumo de energia eléctrica, no ano de 2009, por parte de todos os equipamentos foi de 3307762,4 kWh/ano.

Nas ilustrações seguintes, figura 3.24 e 3.25 é possível verificar quais os equipamentos que consomem a maior parte da energia eléctrica.



**Figura 3.24** Energia consumida (tep/ano) em função dos equipamentos, no sector principal.



**Figura 3.25** Energia consumida (tep/ano) em função dos equipamentos, no sector auxiliar.

Após análise de ambos os gráficos, verifica-se que é no sector principal onde existe uma maior energia consumida. De tal modo, verifica-se na figura 3.24 que é o misturador interno que gasta mais energia eléctrica comparativamente com os restantes equipamentos. Contudo também o Stock blender, a máquina de lixar Zurlan e a estufa de infravermelhos com 6 cassetes (IRK 6) têm associado valores elevados de energia eléctrica consumida. Como um dos objectivos deste trabalho passa pela Optimização do sector da Pintura, e a estufa IRK 6 presente neste sector, é um dos equipamentos com maior gastos energéticos dever-se-á procurar adoptar uma estratégia integrada de gestão de energia de modo a evitar este inconveniente.

## Iluminação

A iluminação é responsável por parte da energia eléctrica consumida pelo sector de produção de placas de borracha. O sistema, sobre o ponto de vista de eficiência energética, deve ser capaz de fornecer apenas a energia necessária ao desempenho de cada actividade específica. Assim, procura-se instalar equipamentos que proporcionem os níveis de iluminação adequados ao desempenho das actividades reduzindo quer o consumo de energia eléctrica quer os custos de manutenção dos sistemas. Para tal deve-se tomar em consideração os seguintes parâmetros:

- Níveis de iluminação: a iluminação deve garantir os níveis de iluminação adequados quer à exigência das tarefas a desempenhar quer às características dos

operadores. A Comissão Internacional de Iluminação (C.I.E) recomenda níveis mínimos de iluminação para as diferentes tarefas.

- Encandeamento, directo ou reflectido, produz desconforto por parte dos utilizadores, em casos extremos pode conduzir à incapacidade de visão. É frequente a ocorrência deste fenómeno em instalações com lâmpadas fluorescentes montadas em régua desprotegidas, mas a sua anulação é fácil sendo instaladas armaduras de grelhas.

- Equilíbrio da iluminação, evitando assim uma iluminação demasiado forte e reduzindo contrastes acentuados.

- Restituição de cor é o modo como a luz reproduz as cores dos objectos. Uma característica relevante nas lâmpadas é o seu índice de restituição de cor, factor determinante para a sua escolha em função das tarefas a desempenhar. [ASSIS, 2009]

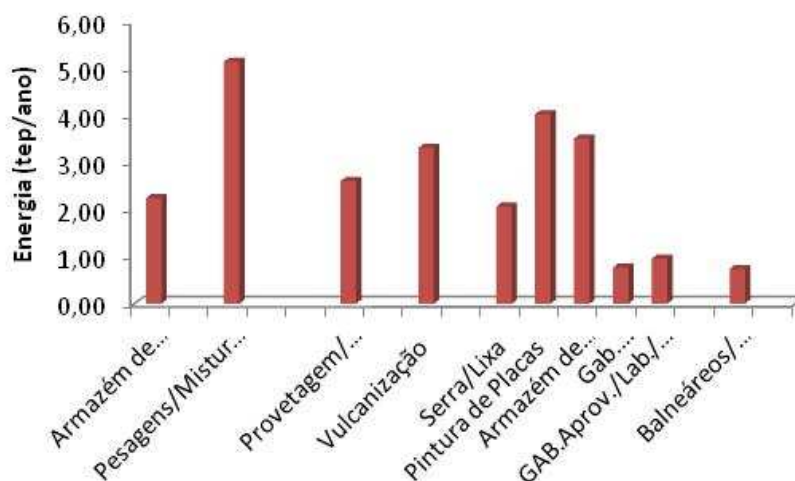
Num sistema de iluminação subsistem lâmpadas de diferentes tipos, umas são utilizadas para fins de iluminação enquanto outras possuem aplicações especiais. Estas lâmpadas oferecem diferentes eficiências luminosas e o seu valor vem expresso em Watt, no caso particular são usadas lâmpadas fluorescentes T8. As luminárias presentes, armadura fluorescente, são equipamentos que permitem filtrar, repartir e transformar a luz das lâmpadas, concebendo todos os acessórios para as fixar, proteger e unir ao circuito de alimentação eléctrica, apresentando também um rendimento. Os balastos, que são normais, são aparelhos que na sua constituição têm duas funções primordiais: limitar a corrente para valores apropriados para que possa atravessar a lâmpada e produzir o efeito desejado; elevar a tensão de forma a estabelecer uma diferença de potencial, para dar origem ao arco electrónico que provocará a descarga na lâmpada [ADENE, 2004].

A tabela 3.7 apresenta a quantidade de luminárias e número de lâmpadas por sectores, bem como a energia associada, levantamento realizando ao longo do trabalho efectuado na empresa.

**Tabela 3.7** Constituição do sistema de iluminação e respectiva energia, presente na unidade K.

Sector	Quantidade de Luminárias	Número de Lâmpadas	Potencia <sub>unidade</sub> (W)	Potência total (W)	Energia (kWh/ano)	Energia (tep/ano)	Energia (tep/ano) <sub>sector</sub>
Armazém de matérias-primas	27	54	36,00	1944,00	8048,16	1,73	2,25
	5	10	58,00	580,00	2401,20	0,52	
Pesagens/Mistura/ Zona 2º Piso	18	36	36,00	1296,00	5365,44	1,15	5,14
	2	2	36,00	72,00	298,08	0,06	
	38	76	58,00	4408,00	18249,12	3,92	
Provetagem/ Manutenção	2	4	36,00	144,00	596,16	0,13	2,61
	24	48	58,00	2784,00	11525,76	2,48	
Vulcanização	5	10	36,00	360,00	1490,40	0,32	3,31
	29	58	58,00	3364,00	13926,96	2,99	
Serra/Lixa	20	40	58,00	2320,00	9604,80	2,07	2,07
Pintura de Placas	39	78	58,00	4524,00	18729,36	4,03	4,03
Armazém de Produtos acabados	34	68	58,00	3944,00	16328,16	3,51	3,51
Gab. Produção/Desenvolvimento	12	24	36,00	864,00	3576,96	0,77	0,77
GAB.Aprov./Lab./Comercial	4	16	18,00	288,00	1192,32	0,26	0,96
	11	22	36,00	792,00	3278,88	0,70	
Balneáreos/ Vestuário	11	44	18,00	792,00	3278,88	0,70	0,74
	1	1	36,00	36,00	149,04	0,03	
<b>Total (2009)</b>	<b>282</b>	<b>591</b>		<b>28512,00</b>	<b>118039,68</b>	<b>25,39</b>	<b>25,39</b>

A figura 3.26 ilustra a variação da energia, do sistema de iluminação, nos diferentes sectores.



**Figura 3.26** Variação de energia em função do sector.

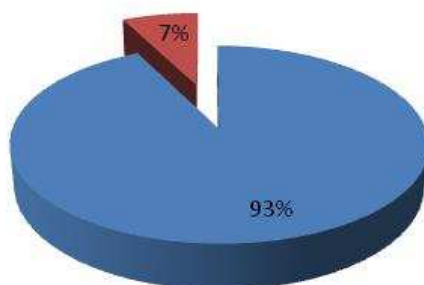
Após análise da tabela 3.7 e/ou figura 3.26 verifica-se que o sector - Pesagens/Mistura/ Zona do 2º Piso - consome mais energia (tep/ano), uma vez que possui uma elevada quantidade de luminárias, sendo também as que apresentam

potência mais elevada, portanto tem um consumo de energia eléctrica maior que nos restantes sectores.

De seguida é apresentado o percentual de energia eléctrica associado aos equipamentos e à iluminação, com base na energia total eléctrica real consumida, que corresponde a 1619090 kWh/ano, dado fornecido pela empresa.

### Distribuição dos Consumos de Energia Eléctrica

■ Energia Eléctrica equipamentos ■ Energia Eléctrica iluminação



**Figura 3.27** Distribuição dos gastos energéticos com os equipamentos e com a iluminação.

A iluminação corresponde apenas a 7% da energia eléctrica consumida pela fábrica, valor que ainda pode ser reduzido através da implementação de medidas de melhoria. Embora o maior percentual diga respeito à energia eléctrica por parte dos equipamentos, neste caso este valor é difícil de reduzir.

Para um melhor desempenho das tarefas realizadas na unidade K, torna-se fundamental que o sistema de iluminação seja o mais adequado possível. Para tal torna-se inevitável a optimização deste sistema de modo a reduzir o consumo de energia eléctrica.

Os cálculos relativos à optimização do sector eléctrico são apresentados no anexo A.

### 3.2.3. Central de ar comprimido

Sendo o ar comprimido uma utilidade muito utilizada na indústria transformadora e que envolve um elevado consumo de energia eléctrica, é muitas vezes tratado de forma deficiente no que respeita a este aspecto.

A produção de ar comprimido é realizada através de compressores, sendo estes accionados por motores eléctricos. A compressão tem como principal objectivo debitar ar a uma pressão superior àquela a que se encontra na sua forma original.

No caso em concreto, o ar atmosférico é aspirado por dois compressores que irão elevar a sua pressão para cerca de 10 bar. Os compressores, que funcionam alternadamente, são de via volumétrica também conhecidos por deslocamento positivo ou fluxo intermitente. A compressão origina uma diminuição do volume e como consequência um aumento da pressão. Este compressores volumétricos são do tipo rotativo de parafuso, sendo portanto constituídos por um corpo de secção octal, no interior do qual rodam dois rotores, em sentidos opostos. Os rotores possuem lóbulos helicoidais que engrenam um no outro, resultando deste modo o ar comprimido. Isto é, numa primeira fase o ar atmosférico enche por completo o espaço livre dos rotores; na segunda fase o ar fica retido na interligação e dá-se início à compressão; à medida que os rotores giram o volume helicoidal torna-se menor e finalmente, o ar à pressão de serviço abandona o parafuso. Os compressores rotativos de parafusos são lubrificados, ou seja, o ar entra em contacto com o óleo na câmara de compressão, uma vez que o óleo tem com principal função: vedar (para a eliminação de pontos de fuga, impedindo a perda de ar que se quer comprimir, aumentando deste modo o rendimento), lubrificar (para impedir o contacto metálico entre as peças móveis) e arrefecer [NOVAIS, 1995].

O sistema de controlo de um compressor serve essencialmente para regular o seu débito (caudal) de acordo com a pressão de trabalho de cada operação e com o consumo efectivo. Como o consumo é irregular é utilizado o sistema de controlo por carga / vazio, onde a unidade de compressão comprime o ar entre dois limites de pressão: quando é atingido a pressão máxima a válvula de admissão fecha e atinge o regime de vazio; quando a pressão diminui a válvula de admissão abre e encontra-se em regime de carga.

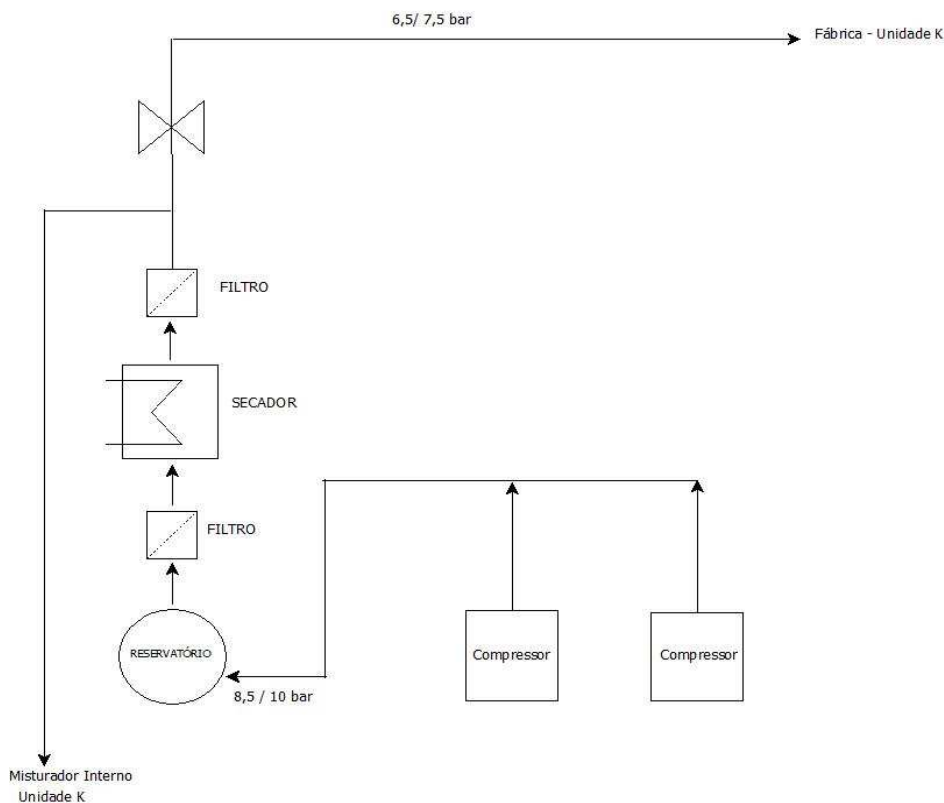
O arrefecimento do compressor rotativo de parafuso que é efectuado através do ar, apesar de a água ser mais eficaz que este na transferência de calor, levanta alguns problemas tanto ao nível da sua qualidade como no seu tratamento.

As análises das características descritas anteriormente encontram-se na tabela 3.8, bem como a marca, modelo, potência do motor (kW), capacidade (m<sup>3</sup>/min.) e consumo específico (kWh/m<sup>3</sup>) dos compressores.

**Tabela 3.8** Características de ambos os compressores rotativos de parafuso.

Marca	<b>Kaeser</b>
Modelo	<b>BS 61</b>
Tipo	<b>Parafuso em banho de óleo</b>
Potencia Motor	<b>37 kW</b>
Capacidade FAB a 10 bar	<b>5,25 m<sup>3</sup>/min</b>
Consumo especifico nominal	<b>0,117 kWh/m<sup>3</sup></b>
Regulação	<b>Carga/ Vazio</b>
Arrefecimento	<b>Ar</b>

A figura 3.28 representa a rede de ar comprimido presente na empresa para a produção de placas de borracha.



**Figura 3.28** Diagrama ilustrativo da rede de ar comprimido.

Inicialmente o ar atmosférico é aspirado pelos compressores, que funcionam alternadamente, produzindo-se ar comprimido que é armazenado num reservatório que tem como principais funções: a acumulação de energia sobre forma de pressão; permitir compensar as flutuações na rede de distribuição, devido ao consumo de ar comprimido ser irregular; arrefecer o ar comprimido e actuar como permutador secundário, removendo os condensados através de purga manual ou automática. De seguida, o ar comprimido segue para um filtro de coalescência de modo a serem eliminadas as impurezas que este possuiu. O secador, de expansão directa, remove a humidade, um dos poluentes mais incomodativos na generalidade do sistema. Para que o ar comprimido seco, fique puro é necessário um novo filtro de coalescência. Parte do ar comprimido puro e seco, à uma pressão entre 8,5 a 10 bar, dirige-se para o misturador interno, enquanto a restante parte passa por uma válvula redutora, para reduzir a pressão a 6,5/7 bar, e abastecer os restantes sectores da fabricação de placas de borracha, sendo a provetagem, lixagem e a máquina de lavar (sector da pintura) os grandes consumidores desta forma de energia.

Todos os equipamentos para a obtenção e tratamento do ar comprimido, antes de este ser abastecido à unidade K, encontram-se num local próprio, com as dimensões do espaço satisfatório, ou seja, o espaço é amplo de modo a facultar a circulação em torno de todos os equipamentos, bem como uma entrada alta e larga para possibilitar a deslocação dos aparelhos, caso seja necessário.

Como a maior parte da energia eléctrica consumida no compressor é transformada em calor é necessário a sua remoção através da ventilação natural.

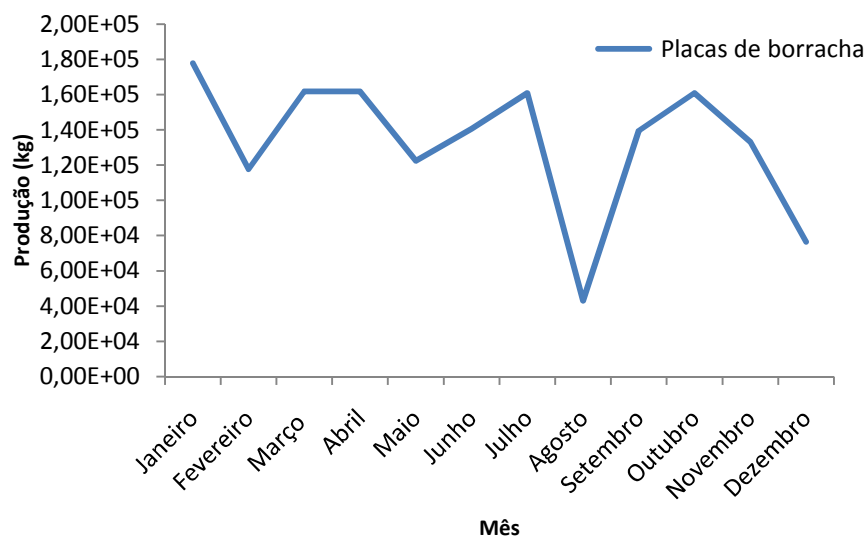
### **3.3. Dados de Produção**

No ano de 2009, a unidade K apresenta os seguintes valores tabelados (valores fornecidos pela empresa), tabela 3.9.

**Tabela 3.9** Produção mensal de placas de borracha, no ano de 2009.

Mês	Produção (kg)
Janeiro	177769
Fevereiro	117593
Março	161767
Abril	161819
Mai	122318
Junho	140493
Julho	160919
Agosto	43000
Setembro	139490
Outubro	160929
Novembro	133128
Dezembro	76422
<b>Ano (2009)</b>	<b>1595647</b>

A figura 3.29 mostra a evolução da Produção ao longo do ano de 2009.



**Figura 3.29** Produção de placas de borracha em função do mês, no ano de 2009.

No ano de 2009 foram produzidos 1.595.647 placas de borracha. No mês de Agosto existe uma menor produção de placas de borracha que pode ser justificado por, como já referido anteriormente, ser o mês de férias por parte da maioria dos funcionários. Contudo verifica-se uma produção bastante irregular durante todo o ano.

É importante referir que o consumo de energia varia directamente com a produção, ou seja, para o mês com maior produção há um maior consumo de energia e para o mês menor produção de placas de borracha existe um menor consumo de energia.

### 3.4. Distribuição dos consumos e custos

A análise energética de sistemas complexos deve ser precedida de um lúcido entendimento sobre consumo energético, pois a frase “Conservação de Energia” pode estabelecer armadilhas na percepção do fenómeno de transferência e conversão de energia.

As várias formas de energia não são igualmente convertidas umas nas outras. No entanto todas podem ser transformadas integralmente em calor mas o calor, por sua vez, não se pode converter completamente noutras formas de energia.

A energia final é a forma de energia medida em contadores, a sua unidade física depende da forma de energia, em causa sendo: kWh no caso da energia eléctrica, m<sup>3</sup> no gás natural e toneladas para o vapor. Todas as utilidades foram convertidas em tep (tonelada equivalente de petróleo), energia primária reconhecida mundialmente. A conversão de um consumo de energia final para um consumo de energia primária é feita de modo a avaliar da mesma forma todas as energias no processo para a produção de placas de borracha.

Neste subcapítulo são analisados aspectos como a distribuição dos vários consumos de energia utilizadas bem como a produção de placas de borracha, anual e mensal, no ano de 2009.

- **Consumos globais**

Na tabela 3.10 encontram-se discriminados as utilidades utilizadas, consumos, custos (€) e emissões de gases com efeito de estufa (kg CO<sub>2</sub> equivalente), no ano de 2009. O valor de energia primária apresentada é determinado com base nos factores de conversão presentes na tabela A.1 – anexo A.

**Tabela 3.10** Consumos de energia (gás natural, vapor e energia eléctrica), custos energéticos e gases de efeito estufa.

	Massa (ton.)	Volume (m <sup>3</sup> (n))	Energia (tep)	Custo energetico (€)	Gases efeito estufa (kg CO <sub>2</sub> e)
Gás Natural	34,53	41091,10	37,19	13848	99823
Vapor	6919,80	-	463,63	69198	1262919
Energia Eléctrica	-	-	348,10	148956	760956
Ano (2009)	-	-	<b>848,92</b>	<b>232002</b>	<b>2123698</b>

Como se pode verificar, a maior energia utilizada é o vapor cujo valor é de 463,63 tep, sendo portanto a utilidade primária que emite maior quantidade de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) assumindo um valor de 1262918,9 kg CO<sub>2</sub> e.

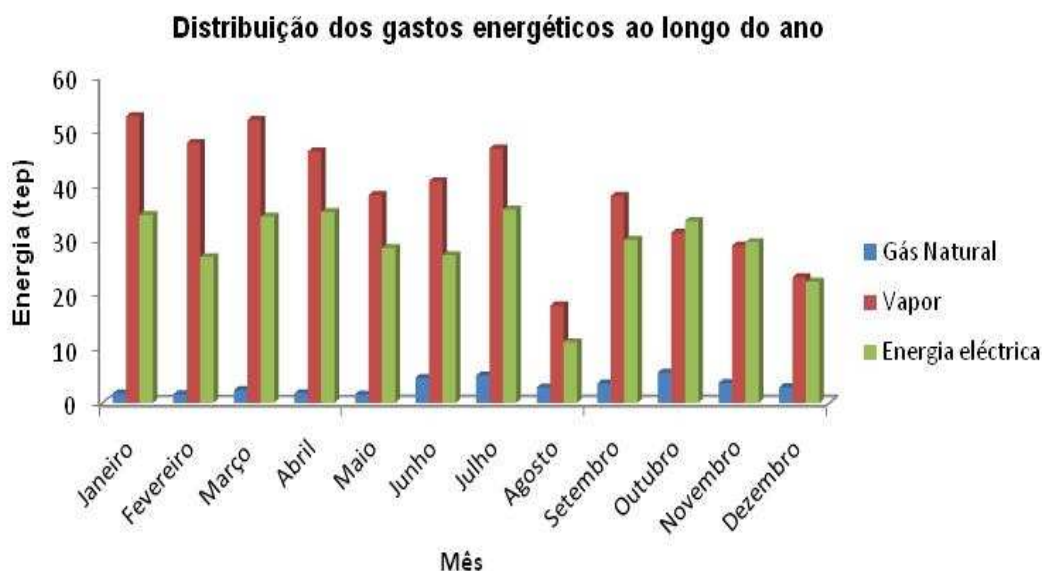
Apesar disso, relativamente ao custo energético, a energia eléctrica representa um maior peso, cujo preço é de 148.956,28 € por ano.

De acordo com o Decreto-Lei nº.17313/2008, anexo E, o sector de produção de placas de borracha na empresa Monteiro Ribas - Industria, SA é Consumidora Intensiva de Energia (CIE) uma vez que durante o período de auditoria, apresentou um consumo total de energia de 848,92 tep, superior ao valor de 500 tep por ano referido no despacho.

A empresa deve produzir relatórios trimestrais da sua situação energética e enviar anualmente à DGEG um documento de comparação da situação real com as previsões indicadas no Plano de Racionalização. De cinco em cinco anos é necessário repetir a auditoria energética e apresentar um novo plano de racionalização.

- **Consumos mensais globais**

A figura 3.30 apresenta os consumos energéticos mensais globais das utilidades, ao longo do ano de 2009.



**Figura 3.30** Distribuição dos gastos energéticos ao longo do ano de 2009.

Analisando a figura 3.30 verifica-se que o vapor é a utilidade mais consumida, no período da Auditoria. No mês de Agosto existe um menor consumo global, pelo

facto de ser um período de férias por parte da maioria dos funcionários, existindo portanto menos produção de placas de borracha.

- **Consumo mensal de Gás Natural**

Este tipo de combustível é usado para a produção de vapor na caldeira, quando o sistema de cogeração está parado, e, para alimentar as caldeiras. A composição do gás natural vem apresentada na tabela B.2, e como se pode constatar corresponde a uma mistura de vários hidrocarbonetos. O poder calorífico do gás natural é referido como poder calorífico superior (PCS) ou inferior (PCI).

**Tabela 3.11** Consumo e respectivo custo de Gás Natural no de 2009.

Mês	volume (m <sup>3</sup> (n))	massa (ton.)	Energia (GJ)	Energia (tep)	Custo (€)	IC (kg CO <sub>2</sub> e)
Janeiro	1901,6	1,60	72,07	1,72	641	4620
Fevereiro	1766,5	1,48	66,95	1,60	595	4291
Março	2565,9	2,16	97,25	2,32	865	6233
Abril	1965,5	1,65	74,50	1,78	662	4775
Maio	1707,8	1,44	64,73	1,55	576	4149
Junho	5073,4	4,26	192,29	4,59	1710	12325
Julho	5576,5	4,69	211,36	5,05	1879	13547
Agosto	3145,5	2,64	119,22	2,85	1060	7641
Setembro	3972,3	3,34	150,56	3,60	1339	9650
Outubro	6176,0	5,19	234,08	5,59	2081	15003
Novembro	4050,0	3,40	153,50	3,67	1365	9839
Dezembro	3190,1	2,68	120,91	2,89	1075	7750
<b>Ano (2009)</b>	<b>41091,1</b>	<b>34,53</b>	<b>1557,4</b>	<b>37,19</b>	<b>13848</b>	<b>99823</b>

Refere-se a necessidade de se proceder a uma vistoria anual do equipamento principal e dos vários acessórios de segurança e controlo. A acompanhar os procedimentos de vistoria devem também ser recolhidos dados das emissões poluentes e compará-los com os valores permitidos pela legislação em vigor.

- Consumo mensal de Vapor

O vapor é usado para fornecer calor a todos os equipamentos que assim o necessitam – prensas de vulcanização. A contabilização do vapor adquirido é feita pela medição de água consumida na Caldeira.

**Tabela 3.12** Consumo e respectivo custo de Vapor no ano 2009.

Mês	Massa (ton.)	Energia (GJ)	Energia (tep)	Custo (€)	IC (kg CO <sub>2</sub> e)
Janeiro	786,50	1989,85	52,70	7865	143543
Fevereiro	713,30	1804,65	47,79	7133	130183
Março	776,00	1963,28	51,99	7760	141626
Abril	689,60	1744,69	46,20	6896	125858
Mai	569,90	1441,85	38,18	5699	104011
Junho	608,20	1538,75	40,75	6082	111001
Julho	698,10	1766,19	46,77	6981	127409
Agosto	267,70	677,28	17,94	2677	48857
Setembro	568,00	1437,04	38,06	5680	103665
Outubro	467,00	1181,51	31,29	4670	85231
Novembro	431,00	1090,43	28,88	4310	78661
Dezembro	344,50	871,59	23,08	3445	62874
<b>Ano (2009)</b>	<b>6919,80</b>	<b>17507,09</b>	<b>463,63</b>	<b>69198</b>	<b>1262919</b>

- Consumo de energia eléctrica

O conceito de energia eléctrica visa caracterizar o tipo de utilização de energia na forma de electricidade. Tipicamente, a energia eléctrica é usada no accionamento da força electromotriz, para a iluminação e nos sistemas de aquecimento de infravermelhos da fábrica.

**Tabela 3.13** Consumo e respectivo custo de energia eléctrica no ano de 2009.

Mês	Energia (kWh)	Energia (GJ)	Energia (tep)	Custo (€)	IC (kg Co2 e)
Janeiro	160604	578,17	34,53	14776	75482
Fevereiro	124686	448,87	26,81	11471	58601
Março	159251	573,30	34,24	14651	74846
Abril	163309	587,91	35,11	15024	76754
Mai	132203	475,93	28,42	12163	62134
Junho	126218	454,38	27,14	11612	59321
Julho	165270	594,97	35,53	15205	77675
Agosto	51908	186,87	11,16	4776	24396
Setembro	139270	501,37	29,94	12813	65456
Outubro	155383	559,38	33,41	14295	73028
Novembro	137436	494,77	29,55	12644	64594
Dezembro	103552	372,79	22,26	9527	48668
<b>Ano</b>	<b>1619090</b>	<b>5828,72</b>	<b>348,10</b>	<b>148956</b>	<b>760956</b>

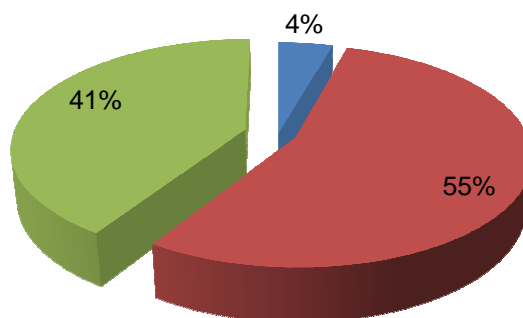
- **Distribuição das utilidades**

Com base nos consumos de energia nas várias utilidades que a empresa apresenta, é determinado o percentual de cada energia, em tonelada equivalente de petróleo (tep), tabela A.11.

A figura seguinte representa a repartição dos diferentes tipos de energia consumida, gás natural, vapor e energia eléctrica.

### Repartição do consumo energia (tep)

■ Gás Natural ■ Vapor ■ Energia eléctrica



**Figura 3.31** Repartição dos consumos de energia (tep).

A partir da figura 3.31 verifica-se que para a produção de placas de borracha, na empresa Monteiro Ribas - Industrias, SA, o vapor é a energia mais utilizada apresentando uma percentagem de 55%, segue-se a energia eléctrica com 41% e por fim o gás natural com 4%.

As diferentes formas de energia, de acordo com o seu consumo, têm associado um custo, tabela A.11. Na figura 3.32 é apresentado o percentual dos gastos que a empresa teve para o sector de produção de placas de borracha.

### Repartição do custo de energia (€)

■ Gás Natural ■ Vapor ■ Energia eléctrica

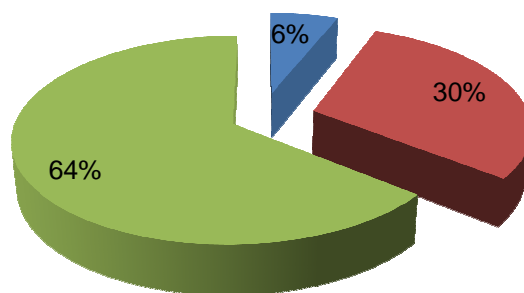


Figura 3.32 Repartição do custo de energia (€).

Analisando a figura verifica-se que é a energia eléctrica que está associado um maior custo, apesar de esta utilidade não ser a mais consumida. Tal facto é justificado pelo custo do kWh ser superior ao custo das restantes formas de energia.

Os factores de conversão usados para a determinação de energia, custo e intensidades carbónicas, das diferentes utilidades, são indicados na tabela A.1.

### 3.5. Indicadores Energéticos

O artigo 7º, do Despacho nº 171449/2008 - anexo E, estabelece as metas relativas às intensidades energética e carbónica e ao consumo específico de energia.

O consumo específico é um indicador bastante utilizado quando se pretende equiparar a eficiência energética entre diferentes tecnologias no fabrico de placas de borracha. É obtido com base na relação entre o consumo total de energia da fábrica (tep) e a produção (ton) da mesma, equação 3.12.

$$\text{Consumo Específico Energia} = \frac{\text{Consumo total Energia (tep)}}{\text{Produção (ton)}} \quad \text{Equação 3.12}$$

A razão da sua utilização baseia-se na simplicidade do seu cálculo, compreendendo as grandezas de directa avaliação (caudal produtivo e potência). Esta simplicidade não permite concluir o grau de optimização do processo

No período de auditoria, os valores mensais e anuais do Consumo Específico encontram-se na tabela 3.14.

**Tabela 3.14** Consumo específico de Energia no período da Auditoria.

Mês	Produção (ton.)	Consumo total Energia (tep.)	Consumo Específico (tep/ton)
Janeiro	177,77	88,95	0,50
Fevereiro	117,59	76,20	0,65
Março	161,77	88,55	0,55
Abril	161,82	83,09	0,51
Mai	122,32	68,15	0,56
Junho	140,49	72,48	0,52
Julho	160,92	87,35	0,54
Agosto	43,00	31,94	0,74
Setembro	139,49	71,59	0,51
Outubro	160,93	70,29	0,44
Novembro	133,13	62,09	0,47
Dezembro	76,42	48,23	0,63
<b>Ano (2009)</b>	<b>1595,65</b>	<b>848,92</b>	<b>0,53</b>

O Consumo Específico, durante o período da auditoria, é de 0,53 tep/ton e como já foi referido anteriormente, o consumo total de energia primária é superior a 500 tep então, de acordo com a legislação em vigor, a empresa é Consumidora Intensiva de Energia.

A figura 3.33 mostra a evolução do Consumo Específico no período de 2009.

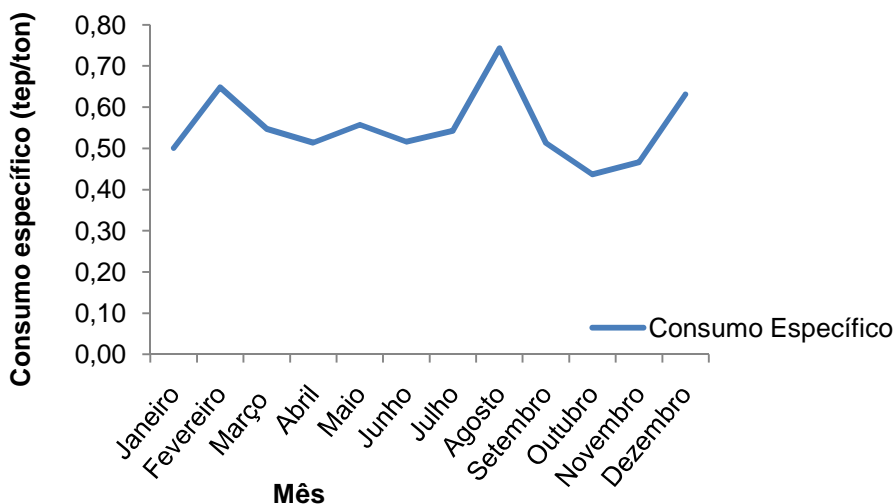


Figura 3.33 Evolução do Consumo Específico (tep/ton.) no período de auditoria.

Na figura 3.34 é representado o Consumo Específico (tep/ton) e a Produção (ton) no sector K da fábrica, ao longo do ano de 2009.

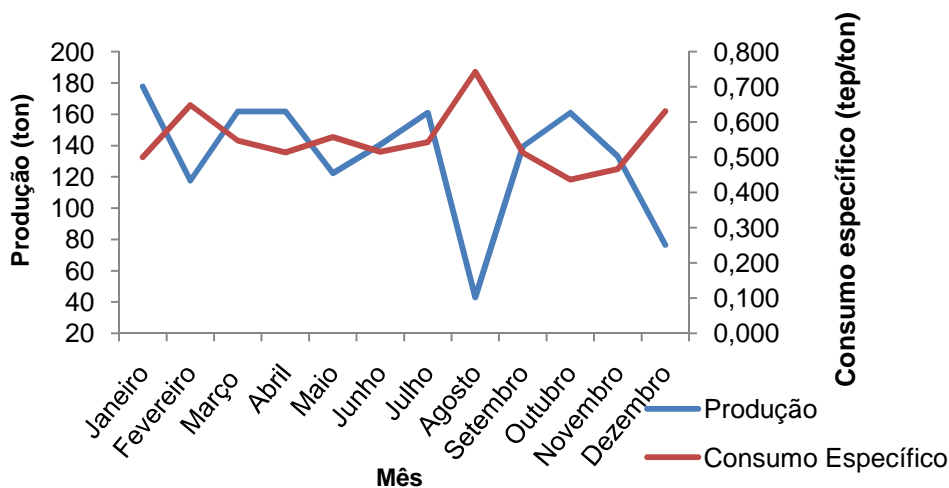


Figura 3.34 Evolução do Consumo Específico (tep/ton) e Produção (ton) em 2009.

Como a Produção e o Consumo Específico de Energia são inversamente proporcionais, pode-se identificar a partir da figura 3.34 que nos meses onde há um défice de Produção há um acréscimo de Consumo Específico de Energia.

A emissão excessiva de CO<sub>2</sub> e de outros gases com efeito estufa é uma das principais consequências da falta de eficiência no consumo de energia obtida da queima de combustíveis fósseis.

A Intensidade Carbónica é medida pelo quociente entre o valor das emissões dos gases de efeito estufa, resultantes das várias utilidades usadas no sector de produção de placa de borracha, e o Consumo total de Energia (tep), isto é:

$$\text{Intensidade Carbónica} = \frac{\text{emissões GEE (kg CO}_2\text{e)}}{\text{Consumo total Energia (tep)}} \quad \text{Equação 3.13}$$

Os valores da Intensidade Carbónica (kg CO<sub>2</sub> e/tep), durante o ano de 2009, encontram-se na tabela 3.15.

**Tabela 3.15** Valores mensais e anuais da Intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e/tep) na unidade K.

<b>Mês</b>	<b>Gases Efeito Estufa (kg CO<sub>2</sub> e)</b>	<b>Consumo total Energia (tep)</b>	<b>Intensidade Carbónica (kg CO<sub>2</sub> e/tep)</b>
Janeiro	223644,41	88,95	2514,37
Fevereiro	193075,52	76,20	2533,88
Março	222705,97	88,55	2514,93
Abril	207385,94	83,09	2495,81
Mai	170294,19	68,15	2498,72
Junho	182647,46	72,48	2520,03
Julho	218631,17	87,35	2502,84
Agosto	80895,05	31,94	2532,47
Setembro	178770,03	71,59	2496,98
Outubro	173263,16	70,29	2465,11
Novembro	153093,23	62,09	2465,61
Dezembro	119292,18	48,23	2473,27
<b>Ano (2009)</b>	<b>2123698,29</b>	<b>848,92</b>	<b>30014,03</b>

### 3.6. Recomendações

A Auditoria incidiu essencialmente sobre os aspectos relacionados com o consumo de energia das utilidades presentes na produção de placas de borracha e no seu acabamento.

Este subcapítulo tem como intuito focar os principais pontos nos quais se deve efectuar a gestão dos recursos energéticos. Deste modo, são sugeridas medidas de boa gestão energética, cuja implementação pode ser imediata na redução dos consumos energéticos e conseqüentemente na redução das emissões de CO<sub>2</sub>. São ainda definidas algumas medidas de intervenção estrutural, envolvendo algum investimento, mas com um tempo de retorno reduzido, que conduzem a fortes minimizações dos consumos das utilidades.

Na perspectiva de otimizar os sectores referidos, no capítulo seguinte, é feito um estudo do isolamento das válvulas, no sector de iluminação, uma sugestão de alteração na rede de ar comprimido, e uma análise pormenorizada à máquina de infravermelhos com 6 cassetes – IRK 6.

O programa de combate ao desperdício e a campanha educativa não se encerram e devem ser constantes, pois haverá sempre algum potencial de redução do consumo de energia e serão sempre necessárias orientações para garantir a mudança de hábitos.

Entre as acções de optimização que serão estudadas, poder-se-á ainda divulgar outras actividades a ter em conta na empresa, onde se destacam:

- Promover palestras de consciencialização, expondo os conceitos básicos do programa de luta contra os desperdícios de energia e os principais aspectos abordados no diagnostico.
- Divulgar os resultados, exibindo através de cálculos simples, os ganhos obtidos com as acções implementadas.

## 4. Optimização Energética

Verifica-se, nos dias actuais, uma crescente preocupação com o meio ambiente, e consequentemente uma maior consciência crítica que deve contribuir na busca da qualidade de vida e nas mudanças de hábitos de consumo.

Uma maneira mais eficiente de consciencialização será a criação de medidas de conservação de energia, que irão ser responsáveis pela elaboração das metas a serem atingidas, que visam disseminar a cultura do combate ao desperdício de energia, por parte da empresa. Deste modo podem-se desenvolver acções de intervenção em diversos tipos de equipamentos e sector. Para tal, e face aos objectivos do trabalho são analisados:

- Isolamento térmico – válvulas;
- Iluminação;
- Rede de ar comprimido;
- Sector da Pintura – Estufa IRK 6.

- **Isolamento térmico - válvulas**

Por falta de isolamento térmico ou por estar em estado precário de conservação, existe perdas de energia nas tubulações e válvulas. Para solucionar este problema, sugere-se fazer uma análise na implementação do isolamento térmico às válvulas onde circula vapor (é onde se perde mais energia), fazendo duas análises:

- Poupança tendo em conta o isolamento usando lã de rocha;
- Custo de investimento.

Estudar-se-á de seguida a perda de calor e poupança de energia, caso esta medida de melhoria seja implementada, de modo a verificar se efectivamente é viável para a empresa esta alteração. Como é de esperar, com o isolamento térmico a temperatura da parede exterior das válvulas decresce; neste caso a temperatura passará para 40°C, valor fornecido pelo responsável do sector de energia da empresa Monteiro Ribas. A tabela 4.1 apresenta os valores calculados para a perda de calor e

poupança de energia utilizando a lã de rocha para o isolamento térmico. Estes cálculos são apresentados no anexo C.

**Tabela 4.1** Perda de calor, perda de energia e respectiva poupança com a implementação de isolamento térmico.

Equipamentos	Diâmetro externo (D <sub>0</sub> )	Perda Calor	Perda de Energia	Poupança de Energia
	mm	W	Wh/ano	%
Colector 1	250	11,08	91782	98,93
	285	16,39	67846	98,92
	200	3,83	15862	98,95
Colector 2	165	3,74	15482	98,97
	185	5,45	22576	98,96
	285	16,39	67846	98,92
	250	11,08	45891	98,93
CV LG 250	285	16,39	135691	98,92
Desgasificador	165	3,74	30965	98,97
	150	3,05	25277	98,97
	140	2,62	10858	98,98
Tubagem para unidade K	250	46,13	190958	95,99
	165	17,60	72869	96,37
Prensa 796	150	17,60	291517	96,46
Prensa 895	165	17,60	145739	96,37
Prensa 1021	165	17,60	145739	96,37
Prensa 1502	165	17,60	145739	96,37
Prensa 1427	165	17,60	145739	96,37
	<b>Ano (2009)</b>	<b>245,51</b>	<b>1668376</b>	<b>97,93</b>

Após a análise da tabela 4.1 verifica-se que com o isolamento das válvulas consegue-se uma elevada redução, 97,93% das perdas de energia para o exterior, tornando-se por isso uma medida de melhoria vantajosa para a empresa.

Estudou-se o custo a que este investimento está associado. Para isso foi necessária informação sobre o preço do isolamento para os diferentes diâmetros nominais, que foi fornecido pela empresa Portugalisol Norte – Isolamentos Industriais, Lda. Porém esses valores correspondiam ao preço do isolamento para o ano de 2005, tabelas C.1, com exclusão de IVA. Para estimativa do custo de investimento os valores apresentados nessa tabela sofrem um agravamento de 7,5% para o ano de 2010.

A tabela 4.2 apresenta o custo da implementação do isolamento térmico para a empresa.

**Tabela 4.2** Investimento por cada válvula e investimento anual com a implementação do isolamento.

Equipamentos	Diâmetro Nominal	Diâmetro externo (D <sub>0</sub> )	Investimento
		mm	€
Colector 1	2 x DN 125	250	141,90
	1 x DN 150	285	87,42
	1 x DN 80	200	52,15
Colector 2	1 x DN 50	165	47,85
	1 x DN 65	185	49,98
	1 x DN 150	285	87,42
	1 x DN 125	250	70,95
CV LG 250	2 x DN 150	285	174,84
Desgasificador	2 x DN 50	165	95,70
	2 x DN 40	150	75,25
	1 x DN 32	140	36,55
Tubagem para unidade K	1 x DN 125	250	70,95
	1 x DN 50	165	47,85
Prensa 796	4 x DN 40	150	150,50
Prensa 895	2 x DN 50	165	95,70
Prensa 1021	2 x DN 50	165	95,70
Prensa 1502	2 x DN 50	165	95,70
Prensa 1427	2 x DN 50	165	95,70
		<b>Anual</b>	<b>1572,11</b>

Através da análise de investimento afere-se a viabilidade económica do projecto, verificando se é rentável para a empresa implementar esta medida. A ferramenta de análise de investimento para examinar a rentabilidade do projecto utilizada é o Pay-back<sup>7</sup>. Quanto maior o “Pay-back”, maior o tempo necessário para que o investimento seja pago pelos resultados anuais, sabendo também que maior é o risco, na medida que o futuro é incerto.

A empresa irá ter um custo total de 1.572,11 €, recuperando o capital investido em 1,4 anos, valor aceitável - ver exemplo de cálculo no anexo C.

#### • Iluminação

A concepção das instalações de iluminação, na óptica da utilização racional de energia, prevê a averiguação de alguns parâmetros fundamentais, para a diminuição dos consumos de energia, conservando ou aperfeiçoando as condições globais de iluminação nos espaços considerados. Assim, deve ter-se em consideração os seguintes aspectos:

- Dar prioridade à iluminação natural, mantendo sempre limpas as áreas de entrada de luz.

<sup>7</sup> Período de tempo que o projecto leva a recuperar o capital inicialmente investido.

- Dimensionar correctamente os níveis de iluminação necessários para os locais, prevendo níveis gerais de iluminação e níveis específicos para os diferentes postos de trabalho.

- Optar correctamente pelo tipo de iluminação mais adequada para os locais em questão, tendo em atenção as necessidades de restituição de cor das tarefas a executar.

- Usar equipamentos de rendimento elevado, não só no que se refere ao tipo de lâmpadas como também das luminárias e seus acessórios.

- Empregar sistemas de controlo e comando automático nas instalações de iluminação.

- Proceder regularmente a operações de limpeza e manutenção das instalações, de acordo com um plano estabelecido, e apoiados preferencialmente nos sistemas automáticos de gestão de iluminação.

- Decidir correctamente os períodos de substituição das lâmpadas, optando pelo método de substituição em grupos.

A eficiência de um sistema de iluminação amplia à medida que tornamos as salas mais claras devido à distribuição de cores nas superfícies envolventes dos espaços. Este aumento pode atingir, em sistemas de iluminação indirecta, valores na ordem dos 50%, se compararmos com a situação inicial e definida como base. O aumento de rendimento do sistema pressupõe uma diminuição do número de luminárias instaladas e, conseqüentemente, uma redução da potência instalada e uma diminuição do consumo energético do sistema [GASPAR, 2004].

Uma das melhorias a adoptar, por parte da empresa, neste sector diz respeito à alteração dos balastos normais por balastos electrónicos, uma vez que estes apresentam algumas vantagens, como são citadas posteriormente:

- Aumento da eficiência da lâmpada, devido ao uso de altas-frequências;

- Aumento do rendimento do balastro;

- Acréscimo da vida útil da lâmpada;

- Redução do ruído sonoro;

- Decrescimento das dimensões do balastro.

Torna-se necessário fazer um estudo sobre a viabilidade económica e a poupança de energia associada à implementação de balastros electrónicos. Para tal, de forma a averiguar qual a energia eléctrica consumida, em kWh/ano, com a utilização de balastros electrónicos e qual o seu investimento, surge a tabela 4.3.

**Tabela 4.3** Poupança de energia (kWh/ano) e Investimento (€), no sector de iluminação, com implementação de balastros electrónicos.

Sector	Energia (kWh/ano)	Poupança com balastro electrónico (kWh/ano)	Investimento (€)
Armazém de matérias-primas	8048	2012	1104
	2401	600	518
Pesagens/Mistura/ Zona 2º Piso	5365	1341	1472
	298	75	82
	18249	4562	3937
Provetagem/ Manutenção	596	149	164
	11526	2881	2486
Vulcanização	1490	373	409
	13927	3482	3004
Serra/Lixa	9605	2401	2072
Pintura de Placas	18729	4682	4040
Armazém de Produtos acabados	16328	4082	3522
Gab. Produção/Desenvolvimento	3577	894	981
GAB.Aprov./Lab./Comercial	1192	298	475
	3279	820	899
	3279	820	1306
Balneários/ Vestuário	149	37	41
<b>Total</b>	<b>118040</b>	<b>29510</b>	<b>26512</b>

A utilização deste equipamento, mais eficiente, do ponto de vista energético traduz-se num decréscimo, anual e mensal, para cerca de 25% dos valores de energia relativa a utilização de balastros normais, [SIME, 2010]. Ou seja, se a empresa para o ano de 2009 consome 118.040 kWh, com a implementação de balastros electrónicos passaria a debitar apenas 29.510 kWh.

O acréscimo do investimento inicial devido à implementação de balastros electrónicos não é recuperado em tempo aceitável, 10 anos. Uma das sugestões será analisar a recuperação do capital investido apenas para o sector de Pesagens/Mistura/ Zona 2ºPiso, por este ser o responsável por uma maior energia consumida.

- **Rede de ar comprimido**

Uma das principais medidas a ser adoptadas pela empresa, é a análise da rede de distribuição de ar comprimido. É aconselhável que esta seja em forma de anel, para garantir que a pressão seja igual em todos os “pontos” da tubagem. No entanto, no caso particular, tal não acontece existindo deste modo queda de pressão, que faz com que os compressores trabalhem em esforço, para garantir que a pressão seja idêntica em todos os sectores da tubagem [NOVAIS, 1995].

Esta análise saí fora do âmbito deste trabalho, no entanto é muito importante o estudo detalhado da rede de ar comprimido.

- **Sector Pintura - Estufa IRK 6**

Foi proposto na dissertação a optimização do sector da pintura. Após a análise do consumo de energia eléctrica, como verificado no subcapítulo 3.2.2., no sector da pintura é a estufa IRK 6 o equipamento com maior gasto energético, optando-se deste modo por se optimizar este secador.

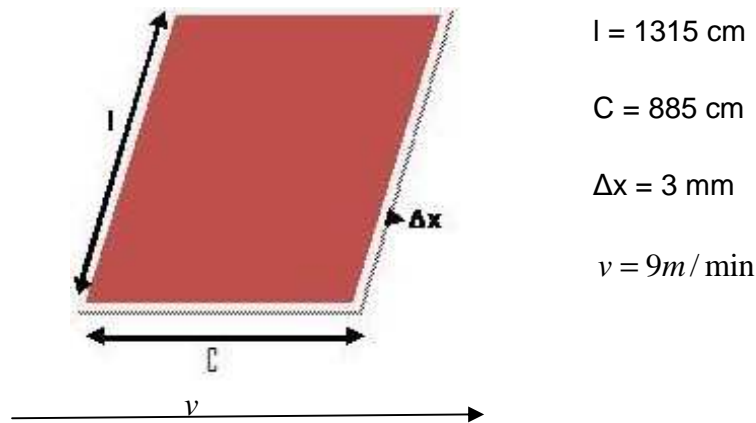
No sector do acabamento – Pintura - o principal objectivo é proteger a placa de borracha e embelezá-la de acordo com a preferência do cliente.

Para a placa de borracha pintada, é apropriado a utilização do aquecedor de infravermelho, uma vez que endurece e proporciona uma completa secagem, num tempo extremamente curto, ficando esta apta a ser comercializada. As lâmpadas de luz infravermelha, que a estufa possui, transmitem calor à placa de borracha sobre a forma de radiação o que permite uma maior eficiência que outros tipos de lâmpadas, fazendo com que mais rapidamente o calor penetre, aqueça e seque a placa. No entanto, face ao aquecimento a que as lâmpadas estão sujeitas é conveniente o uso de ventiladores embutidos para refrigerar as lâmpadas, prolongando a sua vida útil, ao mesmo tempo que as mantêm livre de névoa de tinta e pó, [MONTEIRO RIBAS, 2010].

A estufa de infravermelho com seis cassetes (IRK 6) apresenta uma elevada potência, 156000 W, que permite superfícies de secagem maiores aquecendo a placa com temperaturas elevadas, comparativamente com as restantes estufas de infravermelho presentes na fábrica. As seis cassetes, que apresentam um determinado número de lâmpadas, cada cassete possuiu uma potência nominal de 26 kW.

A placa de borracha entra no IRK 6 a uma temperatura de cerca de 70°C, temperatura alta devido à sua passagem anterior pelas estufas IRK 1 e IRK 2, e sai a uma temperatura elevadíssima, 160°C.

A velocidade do tapete, onde é submetida a placa de borracha, de modo a passar pelo interior da estufa é cerca de 9 m/min., dado fornecido pela empresa. Na fábrica, as placas de borracha possuem várias dimensões, de acordo com a solicitação do cliente, para efeito de cálculo todos os valores obtidos são determinados para a medida standart 1315 × 885 cm. A figura 4.1 ilustra a placa de borracha com as dimensões características da mesma.



**Figura 4.1** Placa de borracha com dimensões características.

Numa primeira fase da otimização é necessário estimar a perda de calor nesta estufa. Para isso é preciso determinar o calor necessário ao aquecimento da placa, da parte sólida da tinta e à evaporação dos solventes que constituem a tinta. Foi através da equação 4.1 que se fez esses cálculos.

$$Q = \dot{m}_{borracha} \times c_{p_{borracha}} \times \Delta T + \dot{m}_{sólido} \times c_{p_{sólido}} \times \Delta T + \chi \times \dot{m}_{solvente} \times [c_p \times \Delta T + \lambda] \quad \text{Equação 4.1}$$

No caso das propriedades da borracha, do sólido e dos solventes foi feita uma pesquisa bibliográfica. No que diz respeito à borracha os valores encontrados foram  $c_p=0,48 \text{ cal/(g.}^\circ\text{C)}$  e  $\rho = 940 \text{ Kg/m}^3$  a uma temperatura inferior a 100°C [RUBBERPEDIA, 2010].

A tinta é formada por sólidos suspensos e solventes, constituindo uma mistura homogénea. Foi necessária a determinação da % de solventes que se evapora. Foram então realizados ensaios, no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e chegou-se à conclusão que se evapora 10% de solvente. De acordo com o diagrama ilustrativo do sector da pintura – ver figura 3.10 - verifica-se que existem três máquinas de pintura, na qual a quantidade de tinta que é aplicada em cada uma é diferente, e consequentemente o caudal de sólido e solvente também, tabela 4.4.

**Tabela 4.4** Quantidade de tinta aplicada a cada máquina de pintura e respectivo caudal de sólido e solvente.

Máquina de pintura	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup> + 2 <sup>a</sup> <sup>8</sup>
Quantidade de tinta	25 g/m <sup>2</sup>	35 g/m <sup>2</sup>	10 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup>
$m_{\text{sólido}}$	22,5 g/m <sup>2</sup>	31,5 g/m <sup>2</sup>	9 g/m <sup>2</sup>	54 g/m <sup>2</sup>
$m_{\text{solvente}}$	2,5 g/m <sup>2</sup>	3,5 g/m <sup>2</sup>	1 g/m <sup>2</sup>	6 g/m <sup>2</sup>

Para além destas quantidades de tinta, quando se utiliza a 1<sup>a</sup> e/ou 2<sup>a</sup> máquina de pintura é adicionada a ambas 29% de metoxipropanol. Se for usada a 3<sup>a</sup> máquina de pintura acrescenta-se 10% de butilglicol.

A quantidade de tinta por unidade de área, relativamente ao sólido e ao solvente, apresentados na tabela, são determinados a partir das seguintes equações:

$$m_{\text{sólido}} \text{ (g / m}^2\text{)} = \text{Quantidade tinta} \times 0,9 \quad \text{Equação 4.2}$$

$$m_{\text{solvente}} \text{ (g / m}^2\text{)} = \text{Quantidade tinta} \times 0,1 \quad \text{Equação 4.3}$$

A formulação base das tintas tornaram-se cada vez mais complexas e hoje em dia os revestimentos não só protegem e embelezam os substratos, como também lhes

<sup>8</sup> Combinação da 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> máquinas de pintura, ou seja, a placa de borracha passa por ambas as máquinas.

conferem propriedades: antiderrapantes, isoladoras, condutoras, reflectoras e protectoras, contribuindo assim para a durabilidade dos objectos. A formulação da tinta, fornecida pela empresa, encontra-se discriminada na tabela seguinte. Para efeitos de cálculos assume-se uma concentração para cada solvente correspondente a um valor médio dos limites dos valores fornecidos, tabela 4.5. As propriedades de cada solvente estão apresentados na tabela C.4, tendo como base os valores apresentados nas fichas de segurança dos respectivos solventes, anexo D.

**Tabela 4.5** Solventes presentes na tinta e respectiva concentração.

Solventes	concentração (%)	concentração (g/g tinta)
xileno	5 a 30	18
n-butanol	3 a 15	9
isobutanol	2 a 15	8
etilbenzeno	1 a 10	5
acetato-butilo	0 a 5	3
metoxipropanol	29	29
butilglicol	10	10
	<b>Total</b>	<b>72</b>

Para efeito de cálculo, considerou-se a potência nominal da estufa IRK 6, 156000 W. É esta energia efectiva que o equipamento debita, por radiação, sobre a placa de borracha, uma vez que a distância entre as lâmpadas e a placa de borracha é muito pequena, cerca de 7,5 cm. Esta distância permitiu estimar o factor de forma da radiação entre as lâmpadas e a placa de borracha. Verificou-se ser muito próximo de 1, isto significa que toda a potência de radiação da estufa IRK 6 atinge a placa.

Desta forma determina-se o calor necessário, Q, através da equação 4.1, e o respectivo percentual da perda de energia, na estufa IRK 6, de acordo com a máquina de pintura onde a placa de borracha é pintada inicialmente. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 4.6 e o exemplo de cálculo é apresentado no anexo C.

**Tabela 4.6** Calor necessário, Q (W), e respectiva perda de energia, %, na estufa IRK 6.

Máquina de pintura	Q (W)	Perda energia IRK 6 (%)
1 <sup>a</sup>	101332,39	35,04
2 <sup>a</sup>	101649,10	34,84
3 <sup>a</sup>	100862,31	35,34
1 <sup>a</sup> + 2 <sup>a</sup>	102896,03	34,04

Após análise da tabela, verifica-se que a potência que é debitada sobre a placa é superior ao que é necessário, deste modo, as perdas de energia são consideráveis. Estudar-se-á, de seguida, uma medida de optimização do equipamento em questão, para reduzir estas perdas. Para tal, analisou-se o comportamento de cada um dos termos da equação 4.1 quando a placa de borracha passa pelas diferentes máquinas. A tabela 4.7 quantifica o calor relativamente à borracha, ao sólido e ao solvente, na estufa IRK 6, dependendo da(s) máquina(s) de pintura por onde a placa passa.

**Tabela 4.7** Quantificação do calor necessário nas diferentes máquinas de pintura.

	Calor necessário, Q (W)			
	1ª Máq. Pintura	2ª Máq. Pintura	3ª Máq. Pintura	1ª + 2ª Máq. Pintura
Q borracha (W)	100541	100541	100541	100541
Q sólido (W)	501	702	201	1203
Q solvente (W)	290	407	121	1152
<b>Q (W)</b>	<b>101332</b>	<b>101649</b>	<b>100862</b>	<b>102896</b>

Em todas as máquinas de pintura, por onde a placa passa, é o calor necessário ao aquecimento da própria borracha que constitui a maior parcela, como se verifica na tabela anterior. Devido a este facto, analisa-se qual/quais os parâmetros que interferem directamente com essa quantidade de calor. Sendo o  $Q_{borracha}$  dado pela expressão 4.4.

$$Q_{borracha} (W) = m_{borracha} \times cp_{borracha} \times \Delta T \quad \text{Equação 4.4}$$

Apenas o caudal de borracha pode influenciar directamente o calor obtido. O caudal da placa de borracha pode ser determinado pela equação seguinte:

$$m_{borracha} = \rho \times v \times l \times \Delta x \quad \text{Equação 4.5}$$

Como o único termo variável é a velocidade do tapete na estufa IRK6,  $v$ , e este altera não só a quantidade de calor associado à borracha, como também a quantidade de calor relativa ao sólido e solventes, estuda-se a variação do calor necessário e respectiva perda de energia com a diminuição da velocidade. Há a salientar que o decréscimo da velocidade tem como principal desvantagem, a menor produção de placas de borracha; portanto, apenas se alterou a velocidade para 8 e 7 m/minutos, visto que, face à produção actual da empresa, esta alteração não irá afectar os valores de produção.

Contudo se apenas for reduzido a velocidade do tapete, na estufa IRK 6, acabaria-se por perder ainda maior quantidade de calor, uma vez que a energia fornecida pelas lâmpadas da estufa é a mesma, 156000 W, anexo C- tabela C.6. Então optou-se por verificar qual o comportamento do equipamento, se também se reduzisse o número de cassetes (potência que incide directamente na borracha).

Na tabela 4.8 são apresentados os respectivos valores de % de eficiência da estufa de infravermelhos em estudo, com a alteração da velocidade do tapete e do número de cassetes do equipamento. Para determinar a eficiência da estufa IRK 6, usa-se a expressão:

$$\eta_{IRK6} = \frac{Q(W)}{Potência\ instalada(W)} \times 100 \quad \text{Equação 4.6}$$

**Tabela 4.8** Eficiência da estufa IRK 6, %, com diferentes potencias a diversas velocidades, m/min.

		<b>6 cassetes</b>	<b>5 cassetes</b>	<b>4 cassetes</b>
		<b>Potência 156000W</b>	<b>Potência 130000</b>	<b>Potência 104000W</b>
	velocidade (m/min.)	% Eficiência	% Eficiência	% Eficiência
<b>1ª Máq. pintura</b>	9	64,96	77,95	97,43
	8	57,74	69,29	86,61
	7	50,52	60,63	75,78
<b>2ª Máq. pintura</b>	9	65,16	78,19	97,74
	8	57,92	69,50	86,88
	7	50,68	60,82	76,02
<b>3ª Máq. pintura</b>	9	64,66	77,59	96,98
	8	57,47	68,97	86,21
	7	50,29	60,35	75,43
<b>1ª + 2ª Máq. pintura</b>	9	65,67	78,80	98,50
	8	58,37	70,05	87,56
	7	58,37	61,29	76,61

Analisando a tabela anterior, consegue-se otimizar a estufa de IRK 6, uma vez que com a diminuição da velocidade, reduzindo em simultâneo a potência, existe um menor percentual de perdas de energia. A empresa Monteiro Ribas pode manter a velocidade do tapete, 9 m/min., e minimizar o número de cassetes para 4, de modo a reduzir o consumo de energia, aumentar a eficiência do equipamento sem afectar a produção, relativamente às condições de 2009.

Como o número de cassetes é reduzido para 4 e por consequência a potência das lâmpadas é menor, 104000 W, haverá um menor consumo de energia eléctrica por parte da empresa, visto este equipamento ser um dos principais consumidores de energia eléctrica. Se a empresa gasta, com a estufa de infravermelhos de 6 cassetes 26.407,7 €/ano, com a implementação desta medida a estufa em causa pode passar a ser designada de IRK 4 e a empresa gastará apenas 17.605,1 €/ano. O que corresponde a uma poupança de 8.802,6 €/ano, cerca de 33%.

## 5. Conclusão e Sugestão de Trabalho Futuro

A Auditoria incidiu essencialmente sobre os aspectos relacionados com as utilidades usadas, para a produção e o acabamento de placas de borracha, e no respectivo consumo de energia.

O “saber usar” a energia é uma operação fundamental para a utilização racional dos combustíveis e energia eléctrica. Na empresa existem várias formas de energia: gás natural (utilizado para a alimentação da caldeira), vapor (usado para fornecer calor às prensas de vulcanização), e energia eléctrica (a iluminação e força electromotriz das máquinas).

Produz-se vapor na fábrica através da caldeira LG-250 de tubos de fumo de 3 passagens dos gases de combustão, usando gás natural como combustível. Analisou-se os gases de combustão e o rendimento da caldeira, chegando-se à conclusão que a caldeira apresenta rendimentos aceitáveis, 87,5% (trabalhando na carga mínima) e 84,4% (operando em carga máxima). Os percentuais de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e excesso de ar encontram-se concordantes entre si, como se pode constatar pela tabela B.1. O facto da % de excesso de ar ser elevado justifica-se ou por problemas a nível do queimador, ou pelo facto da caldeira estar dimensionada para trabalhar com um maior caudal de gás.

Analisou-se a perda de energia em algumas válvulas do processo, obtendo-se valores elevados para a perda de calor, 80931,76 kWh/ano. De tal forma, optou-se por otimizar este sector, através da implementação de isolamento.

No consumo de energia eléctrica, por parte dos equipamentos, verificou-se que o misturador interno, stock blender, máquina de lixar zurlan e estufa de IRK 6 têm associado valores elevados de energia eléctrica consumida. Como um dos objectivos do trabalho é otimizar o sector da pintura e a máquina de infravermelhos com 6 cassetes faz parte deste sector, optou-se então por otimizar este equipamento.

A iluminação é também responsável por parte da energia eléctrica consumida pela fábrica, deste modo procedeu-se a um levantamento energético. O sector de pesagem/mistura/ zona 2º piso consome mais energia eléctrica, por parte da iluminação.

Da energia eléctrica consumida, verificou-se que 93% desta energia diz respeito aos equipamentos e o restante à iluminação. Os 7%, ainda podem ser reduzidos através de medidas de melhorias.

A energia mais utilizada, na empresa, é o vapor, 463,63 tep, seguido da energia eléctrica, 348,10 tep, e por fim o gás natural, 37,19 tep. Relativamente aos custos de energia nas diferentes utilidades, à energia eléctrica corresponde um percentual de 64, seguido do vapor, 30%, e em último o gás natural, 6%. No mês de Agosto há menores gastos energéticos, por parte das diferentes formas de energia, este facto pode ser justificado por ser um período de férias por parte da maioria dos funcionários.

De acordo com o Despacho nº 17313/2008, como a empresa apresentou, para o ano de 2009, um total de energia consumida de 848,99 tep (superior a 500 tep) com um consumo específico de 0,53 tep/ton, a empresa Monteiro Ribas – Industria, Sa é consumidora intensiva de energia. No período de auditoria, a fábrica apresentou uma intensidade carbónica de 30014,03 kg CO<sub>2</sub>/tep.

Como medida de optimização referiu-se a implementação do isolamento térmico usando lã de rocha, desta forma reduz-se a perda de calor para o valor de 1.668,376 kWh/ano. Este investimento tem um custo anual associado de 1.572,11 € e corresponde a pay-back de 1,4 anos.

Identificaram-se algumas medidas gerais a ter em conta no sector da iluminação, e estudou-se em concreto a alteração dos balastros normais, presentes na fábrica, por balastros electrónicos. A poupança anual de energia com os balastros electrónicos é de 29.509,92 kWh/ano com um investimento associado de 26.512,08 €. No entanto o pay-back obtido corresponde 10 anos.

Na rede de ar comprimido é aconselhável que esta seja em forma de anel, de modo a garantir a igual pressão em toda a tubagem.

Como principal medida de optimização proposta, sugere-se a optimização do sector da pintura. Neste sector é a estufa de infravermelhos com 6 cassetes, o equipamento que apresenta um dos maiores consumos de energia. Estudou-se algumas medidas, de modo a obter um menor consumo de energia, chegando à conclusão que mantendo a velocidade do tapete para 9 m/min. e diminuindo a potência nominal, 104000 W, reduzindo para isso o numero de cassetes para 4 a eficiência da estufa passa a ter valores entre 96 e 99%. Com a implementação desta melhoria, a empresa, passa a gastar com a estufa IRK 6 17.605,1 €/ano, em vez de 26.407,7 €/ano, o que corresponde a uma poupança de cerca de 33%.

Não se estudou pormenorizadamente a rede de ar comprimido, contudo num trabalho futuro, deve ser feito um estudo detalhado desta rede, uma vez que esta não está projectada da melhor forma. Sempre que possível a rede principal de ar comprimido deve ser mantida na forma de anel fechado. Desta forma consegue-se usar um diâmetro menor de tubagem do que em rede aberta, para o mesmo caudal, [NOVAIS, 1995].

## 6. Bibliografia

Assis, C., “Apontamentos da cadeira - Utilidades na Indústria”, Mestrado em Engenharia Química, ramo: Optimização Energético na Indústria Química, ano lectivo 2008/2009.

Barreto, M., “Estratégia Nacional para a Energia”, artigo redigido em Fevereiro 2008.

Braga, L., “Auditorias Energéticas Cenertec – documentação de apoio”, 2009.

Figini, G., “Electrónica Industrial – circuitos e aplicações”, Hemus Livraria, 2002.

Gaspar, C., “Eficiência Energética na Indústria – apontamentos”, curso de utilização racional de energia, 2004.

Geankoplis, C.J., “Transport Processes and Unit Operations”, Prentice Hall Inc., 3 ed., 1993.

Monteiro Ribas, “Informação interna – fornecida pela empresa”, 2010.

Novais, J., “Ar Comprimido Industrial – Produção Tratamento e Distribuição”, F. C. Gulbenkian, Lisboa, 1995.

Perry, C. K., “Perry’s Chemical Engineers Handbook”, McGraw-Hill, 4 ed., 1950.

Rocha, E. C, Pierozan, N. J, “Ensaio látex natural pré – vulcanizado”, relatório nº P064034/95, Centro tecnológico de Polímeros, 1995.

Sindicato dos Fogueiros de Mar e Terra, “Vapor – Produção e Utilização”, Sinfomate, 1 ed., 1992.

Smith, J., Ness, H., Abbott, M., “Introduction of Chemical Engineering Thermodynamics”, McGraw-Hill, 7ed., 2007.

Taplin, H., “Combustion Efficiency Tables”, Libbum: The Fairmont Press, 1991.

Teixeira, F., Pereira, I., Santos, R., Belezza, V., “Tratamento de Água de Caldeiras” Publicações Politema, Colecção Cadernos Profissionais 7, 2001.

## Endereço electrónico

ADENE, Agência para a Energia, disponível no endereço – <http://www.adene.pt/SGCIE/pages/default.aspx>, acedido no dia 20 Maio de 2010.

ASME, American Society Of Mechanical Engineers, disponível no endereço – <http://www.asme.org/>, acedido no dia 27 de Setembro de 2010.

CEPIS, disponível no endereço - <http://www.cepis.org.pe/bvsAIDIS/PuertoRico29/wiemes.pdf>, acedido no dia 14 de Setembro de 2010.

CIE, International Commission on Illumination, disponível no endereço – <http://www.cie.co.at/>, acedido no dia 26 Abril de 2010.

DGEG, Direcção Geral de Energia e Geologia, disponível no endereço - <http://www.dgge.pt/>, acedido em 11 Março de 2010.

EDP, Energia de Portugal, disponível no endereço – <http://www.edp.pt/pt/empresas/servicosenergia/eficienciaenergetica/Pages/PlanodeRacionaliza%C3%A7%C3%A3o.aspx>, acedido no dia 16 de Março de 2010.

EDP, Energia de Portugal, disponível no endereço - [http://www.edp.pt/pt/empresas/servicosenergia/eficienciaenergetica/Pages/DiagnósticoEnergético\(vertenteeléctrica\).aspx](http://www.edp.pt/pt/empresas/servicosenergia/eficienciaenergetica/Pages/DiagnósticoEnergético(vertenteeléctrica).aspx), acedido no dia 6 Maio de 2010.

EDP, Energia de Portugal, disponível no endereço - <http://www.edp.pt/pt/empresas/servicosenergia/eficienciaenergetica/Pages/AuditoriaEnergética.aspx>, acedida no dia 12 Maio de 2010.

EDP, Energia de Portugal, disponível no endereço - <http://www.edp.pt/pt/empresas/servicosenergia/eficienciaenergetica/Pages/IluminaçãoEficiente.aspx>, acedido no dia 18 de Setembro de 2010.

EIA, U.S. Energy Information Administration, disponível no endereço - [http://www.eia.gov/oil\\_gas/natural\\_gas/info\\_glance/natural\\_gas.html](http://www.eia.gov/oil_gas/natural_gas/info_glance/natural_gas.html), acedido no dia 04 Março de 2010; <http://www.eia.gov/fuelelectric.html>, acedido no dia 12 Março de 2010.

Jesus Ferreira, disponível no endereço - [http://www.jesusferreira.com.pt/ficheiros\\_artigos/economiaegest%C3%A3odaenergia.pdf](http://www.jesusferreira.com.pt/ficheiros_artigos/economiaegest%C3%A3odaenergia.pdf), acedido no dia 5 Abril de 2010.

Galp Energia, disponível no endereço –

<http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/SolucoesPara/Paginas/Industrias.aspx>, acessido no dia 15 Maio de 2010.

MEID, Ministério da Economia da Inovação e do Desenvolvimento, disponível do endereço -

<http://www.min-economia.pt/innerPage.aspx?idCat=51&idMasterCat=13&idLang=1>, acessido no dia 20 de Março de 2010.

Monteiro Ribas, disponível no endereço –

<http://www.mri.pt/index.php?areas=7>, acessido no dia 3 de Setembro de 2010.

Península gás, disponível no endereço -

<http://www.peninsulagas.com/content/view/25/39/1/2/>, acessido no dia 17 Junho de 2010.

Pinhol, disponível no endereço -

<http://www.pinhol.pt/fotos/editor2/zetkama215.pdf>, acessido no dia 12 Outubro de 2010.

Piovan, disponível no endereço –

[http://www.piovan.com/news\\_dett.asp?idnews=68&lingua=spa](http://www.piovan.com/news_dett.asp?idnews=68&lingua=spa), acessido no dia 20 Fevereiro de 2010.

PME, Pequenas Medias Empresas de Portugal, disponível no endereço -

<http://www.pmeportugal.com.pt/Geral/Tem%C3%A1ticas/Gest%C3%A3o-da-Energia-na-Ind%C3%BAstria.aspx>, acessido no dia 18 Fevereiro de 2010.

Portugalisol Norte – Isolamento Industriais, disponível no endereço -

<http://www.portugalisolnorte.pt/>, acessido no dia 15 Outubro de 2010.

Rubberpedia, portal da borracha, disponível no endereço –

<http://www.rubberpedia.com/>, acessido no dia 2 Fevereiro de 2010.

SIME, disponível no endereço - <http://www.sime.pt/pdf.php?BCFEIL.pdf>, acessido no dia 3 Outubro de 2010.

SIME, disponível no endereço - <http://www.sime.pt/?tipo=3&id=51&s=3>, acessido no dia 7 Outubro de 2010.

Spirax Sarco, disponível no endereço – <http://www.spiraxsarco.com/pt/>, acessido no dia 6 Abril de 2010.

## 7. Anexos

### Anexo A: Cálculo dos consumos e custos das várias utilidades

Para a determinação da energia, nas diferentes unidades, e do custo associado é necessário a utilização de alguns factores de conversão, tabela A.1.

**Tabela A. 1** Factores de conversão, para as diferentes utilidades presentes na empresa.

			FE	Custo	
	GJ/ton	tep/ton	kg CO2 eq/tep	€/kg	€/kWh
<b>Gás Natural</b>	45,1	1,077	2684	0,401	-
<b>Vapor</b>	2,53	0,067	2724	0,01	0,014
<b>Energia eléctrica</b>	<b>GJ/MWh</b>	<b>tep/kWh</b>	<b>kg CO2 eq/tep</b>	<b>€/kWh</b>	
	3,6	0,000215	2186	0,092	

- **Consumo de Energia Eléctrica**

Levantamento dos equipamentos por sector presentes para a fabricação de placas de borracha, tipo de accionamento, funcionamento (h/ano) e respectiva Potência nominal (kW). Estas tabelas já foram referidas no ponto 3.2.2, tabela 3.5 e tabela 3.6.

**Tabela 3.5** Levantamento energético dos equipamentos.

Sector	Equipamentos	Unidades	Tipo de accionamento	Funcionamento	Potência Nominal
				(h/ano)	(kW)
Pesagem / Mistura	Misturador interno WENER 1307	1	Motor AC	2760	212,05
	Misturador aberto GUIX 1271	1	Motor AC	2760	118,35
	Stockblender	1	Varição velocidade - Conversor de Frequência	2760	4,50
	Misturador GUIX 797	1	Motor AC	0	113,45
	Misturador aberto BENFICA 1201	1	Motor AC	0	110,75
	Guilhotina GUIX 751	1	Motor AC	1380	4,00
	Transportador barricas	1	Motor AC	690	1,10
	Unidade despoiramento	1	Motor AC	2760	11,00
	Misturador de ensaios 425	1	Motor AC	192	9,00
	Transportador GUIX / BENFICA	1	Motor AC	2760	1,10
Ventilador telhado	7	Motor AC	414	1,10	
Provetagem	Misturador aberto BENFICA 1095	1	Motor AC	2760	83,25
	Transportador aéreo	1	Motor AC	2760	1,10
	Extrusora FARREL 959	1	Varição velocidade- Conversor AC/DC	2760	61,25
	Calandra FARREL 960	1	Varição velocidade - Conversor AC/DC	2760	25,42
	Transportador aéreo	2	Varição velocidade - Conversor Frequência	2760	0,75
	Arrefecedor de rolos	1	Varição velocidade - Conversor AC/DC	2760	9,56
Vulcanização	Guilhotina FK 964	1	Varição velocidade- Conversor Frequência	2760	6,5
	Prensa GUIX 796	1	Motor AC	1840	29,5
	Prensa DIEFFENBACHER 895	1	Motor AC	2960	30,00
	Prensa MAPELLI 1427 (fora de serviço)	1	Motor AC		22,00
	Prensa DIEFFENBACHER 1502	1	Motor AC	3680	37,00
	Prensa MAPELLI 1427	1	Motor AC	3680	22,00
	Prensa Francesa (fora de serviço)	1	Motor AC		45,00
	Ventilador de exaustão	5	Motor AC	3680	1,50
	Estufa de Placas	1	Motor AC	460	14,30
Ventilador telhado	5	Motor AC	1932	1,1	
Serragem / Lixagem	Máquina de Dividir FK 1930	1	Varição velocidade- Conversor AC/DC	768	14,01
	Máquina de Lixar WESERO	1	Motor AC	460	33,37
	Máquina de Lixar WESERO	1	Motor AC	460	33,37
	Máquina de Lixar ZURLAN	1	Motor AC	3680	86,36
	Transportadores	4	Varição velocidade- Conversor AC/DC	3680	0,55
	Despoirador WESERO	1	Motor AC	768	45,00
	Despoirador ZURLAN	1	Motor AC	1920	46,5
Pintura	Máquina Lavar placas	1	Motor AC	1840	10,50
	Estufa IRK 1	1	Varição velocidade- Conversor Frequência	1840	26,00
	Ultra- Violeta	1	Motor AC + Lâmpadas UV	1840	23,20
	Máquina Pintar MONTEIRO RIBAS	1	Motor AC	1840	2,20
	Transportador	1	Motor AC	1840	1,00
	Estufa IRK 2	2	Motor AC + Lâmpadas IRK	1840	52,00
	Transportadores	8	Motor AC	1840	0,37
	Máquina de Pintar REVERSE	2	Motor AC	1840	1,50
	Estufa IRK 6	1	Motor AC + Lâmpadas IRK	1840	156,00
	Tapete Arrefecedor	2	Motor AC	1840	5,60
	Máquina GOFRRAR	1	Motor AC	1840	2,50
	Máquina de Logotipo	1	Motor AC	1840	2,00
	Ventiladores ambiente	2	Motor AC	1840	1,10

**Tabela 3.6** Levantamento do equipamento auxiliar na unidade K.

	Equipamento	Unidades	Tipo accionamento	Funcionamento	Potência Nominal
				(h/ano)	(kW)
Serviços Auxiliares	Compressor KAESER- BS61	2	Motor AC	3680	37,00
	Secador Ar - IR THERMOSTAR	1	Motor AC	3680	3,00
	Caldeira vapor - LG 250	1	Motor AC	460	43,00
	Desgasificador	1	Motor AC	1840	12,40
	Unidade Recolha Condensados	1	Motor AC	1656	1,50
	Chiller- PIOVAN - CH 900	1	Motor AC	3680	34,50
	Torre de Arrefecimento	1	Motor AC	3680	36,00
	Plataforma Elevatória	1	Motor AC	230	9,00

**Exemplo de cálculo para a determinação da Energia anual consumida pelos equipamentos:**

Por exemplo para o Misturador Interno Wener 1307, cuja potência nominal é de 212,05 kW, funciona 2760 h/ano, tabela A.2, obtém-se:

$$\text{Energia anual consumida (kWh/ano)} = \text{Potência nominal (kW)} \times \text{funcionamento (h/ano)}$$

$$\text{Energia anual consumida (kWh/ano)} = 212,05 \times 2760$$

$$\text{Energia anual consumida} = 585258 \text{ kWh/ano}$$

A partir da tabela de conversão apresentada, tabela A.1, converte-se a energia anual consumida em tep/ano.

$$\text{Energia anual consumida (tep/h)} = \text{Energia anual consumida (kWh/ano)} \times 2,15 \times 10^{-4}$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia anual consumida (tep/h)} = 585258 \times 2,15 \times 10^{-4}$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia anual consumida (tep/h)} = 125,83 \text{ tep/ano}$$

O consumo anual de energia eléctrica (kWh/ano) de todos os equipamentos, corresponde ao somatório da energia consumida, em kWh/ano, dos mesmos. O valor deste consumo é de 3.307.762,48 kWh/ano, corresponde à soma dos totais mencionados nas tabelas A.2 e A.3.

Nas tabelas seguintes são apresentados os valores de energia anual consumida, em kWh/ano e tep/ano, pelos vários equipamentos e por cada sector.

**Tabela A. 2** Consumo de energia eléctrica consumida, no ano de 2009.

Sector	Energia anual consumida (kWh/ano)	Energia anual consumida (tep/ano)	Energia anual consumida sector (kWano)
Pesagem / Mistura	585258,00	125,83	966182,40
	326646,00	70,23	
	12420,00	2,67	
	0,00	0,00	
	0,00	0,00	
	5520,00	1,19	
	759,00	0,16	
	30360,00	6,53	
	1728,00	0,37	
	3036,00	0,65	
455,40	0,10		
Provetagem	229770,00	49,40	518410,80
	3036,00	0,65	
	169050,00	36,35	
	70159,20	15,08	
	2070,00	0,45	
	26385,60	5,67	
	17940,00	3,86	
Vulcanização	54280,00	11,67	374423,20
	88800,00	19,09	
	0,00	0,00	
	136160,00	29,27	
	80960,00	17,41	
	0,00	0,00	
	5520,00	1,19	
	6578,00	1,41	
2125,20	0,46		
Serragem / Lixagem	10759,68	2,31	485128,88
	15350,20	3,30	
	15350,20	3,30	
	317804,80	68,33	
	2024,00	0,44	
	34560,00	7,43	
	89280,00	19,20	
Pintura	19320,00	4,15	509827,20
	45429,60	9,77	
	42688,00	9,18	
	4048,00	0,87	
	1840,00	0,40	
	91135,20	19,59	
	680,80	0,15	
	2760,00	0,59	
	281317,60	60,48	
	10304,00	2,22	
	4600,00	0,99	
	3680,00	0,79	
	2024,00	0,44	
	<b>613,60</b>	<b>2853972,48</b>	

**Tabela A. 3** Consumo de energia eléctrica consumida nos serviços auxiliares, em 2009.

Equipamento	Energia anual consumida (kWh/ano)	Energia anual consumida (tep/ano)
Compressor KAESER- BS61	136160,00	29,27
Secador Ar - IR THERMOSTAR	11040,00	2,37
Caldeira vapor - LG 250	19780,00	4,25
Desgasificador	22816,00	4,91
Unidade Recolha Condensados	2484,00	0,53
Chiller- PIOVAN - CH 900	126960,00	27,30
Torre de Arrefecimento	132480,00	28,48
Plataforma Elevatória	2070,00	0,45
	<b>453790,00</b>	<b>97,56</b>

## Iluminação

A iluminação também faz parte da energia eléctrica utilizada pela fábrica. Todas as lâmpadas são fluorescente T8, o tipo de luminárias é de armadura fluorescente e todas as lâmpadas possuem balastro normal.

De seguida é apresentada na tabela A.4, a quantidade de luminárias, o número de lâmpadas utilizadas e a potência (W) em cada sector.

**Tabela A. 4** Levantamento energético para a iluminação.

Sector	Quantidade de Luminárias	Número de Lâmpadas	Potencia (W)	Potência total <sub>sector</sub> (W)	Funcionamento (h/ano)
Armazém de matérias-primas	27	54	36	1944	4140
	5	10	58	580	4140
Pesagens/Mistura/ Zona 2º Piso	18	36	36	1296	4140
	2	2	36	72	4140
	38	76	58	4408	4140
Provetagem/ Manutenção	2	4	36	144	4140
	24	48	58	2784	4140
Vulcanização	5	10	36	360	4140
	29	58	58	3364	4140
Serra/Lixa	20	40	58	2320	4140
Pintura de Placas	39	78	58	4524	4140
Armazém de Produtos acabados	34	68	58	3944	4140
Gab. Produção/Desenvolvimento	12	24	36	864	4140
GAB.Aprov./Lab./Comercial	4	16	18	288	4140
	11	22	36	792	4140
Balneários/ Vestuário	11	44	18	792	4140
	1	1	36	36	4140
<b>Total</b>	<b>282</b>	<b>591</b>	<b>730</b>	<b>28512</b>	

**Exemplo de cálculo para a determinação da energia em kWh/ano e tep/ano, bem com a energia de cada sector (tep/ano):**

Para o armazém de matérias-primas a iluminação presente possui uma potência é de 1944 W e o funciona 4140 horas, então:

$$\begin{aligned} \text{Energia (kWh/ano)} &= \text{Potência (kW)} \times \text{tempo funcionamento (h)} \\ \Leftrightarrow \text{Energia (kWh/ano)} &= 8048,16 \end{aligned}$$

A partir da tabela A.1 converte-se a Energia para tep/ano.

$$\begin{aligned} \text{Energia (tep/ano)} &= \text{Energia (kWh/ano)} \times 2,15 \times 10^{-4} \\ \Leftrightarrow \text{Energia (tep/ano)} &= 1,73 \end{aligned}$$

A tabela mostra os valores da energia anual consumida, em kWh/ano e tep/ano, das várias lâmpadas em cada sector.

**Tabela A. 5** Consumo de energia eléctrica pela iluminação.

Sector	Energia (kWh/ano)	Energia (tep/ano)	Energia (tep/ano) <sub>sector</sub>
Armazém de matérias-primas	8048,16	1,73	2,25
	2401,2	0,52	
Pesagens/Mistura/ Zona 2º Piso	5365,44	1,15	5,14
	298,08	0,06	
	18249,12	3,92	
Provetagem/ Manutenção	596,16	0,13	2,61
	11525,76	2,48	
Vulcanização	1490,4	0,32	3,31
	13926,96	2,99	
Serra/Lixa	9604,8	2,07	2,07
Pintura de Placas	18729,36	4,03	4,03
Armazém de Produtos acabados	16328,16	3,51	3,51
Gab. Produção/Desenvolvimento	3576,96	0,77	0,77
GAB.Aprov./Lab./Comercial	1192,32	0,26	0,96
	3278,88	0,70	
Balneários/ Vestuário	3278,88	0,70	0,74
	149,04	0,03	
<b>Total</b>	<b>118039,68</b>	<b>25,38</b>	<b>25,39</b>

**Exemplo de cálculo da % Energia das lâmpadas no sector de armazém de matérias-primas**

$$\% \text{ Energia} = \frac{\text{Energia}_{\text{sector}} (\text{tep} / \text{ano})}{\text{Energia}_{\text{total}} (\text{tep} / \text{ano})} \times 100$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Energia} = \frac{2,25}{25,38} \times 100$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Energia} = 8,85\%$$

A tabela seguinte permite visualiza a % Energia (tep/ano) em cada sector.

**Tabela A. 6** % Energia (tep/ano), da iluminação, em cada sector.

<b>Sector</b>	<b>Energia (tep/ano)<sub>sector</sub></b>	<b>% Energia</b>
Armazém de matérias-primas	2,25	8,85
Pesagens/Mistura/ Zona 2º Piso	5,14	20,26
Provetagem/ Manutenção	2,61	10,27
Vulcanização	3,31	13,06
Serra/Lixa	2,07	8,14
Pintura de Placas	4,03	15,87
Armazém de Produtos acabados	3,51	13,83
Gab. Produção/Desenvolvimento	0,77	3,03
GAB.Aprov./Lab./Comercial	0,96	3,79
Balneários/ Vestuário	0,74	2,92
<b>Total</b>	<b>25,38</b>	<b>100</b>

O consumo de energia anual por parte da iluminação tem como valor 118.039,68 kWh/ano, tabela A.5.

A soma do consumo anual de energia eléctrica, por parte dos equipamentos e por parte da iluminação, corresponde ao consumo anual total de energia eléctrica. Esse valor é de 3.425.802,6 kWh/ano. Contudo o consumo total de energia eléctrica real, para o ano de 2009, presente na fábrica para a produção de placas de borracha é de 1619090 kWh/ano – tabela 3.13.

De seguida é apresentado o consumo de energia eléctrica mensal em diferentes unidades, para o ano de 2009, o custo (€) e intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e) associados.

**Exemplo de cálculo para a determinação do consumo de energia nas diferentes unidades, do custo (€) e da intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e), para o mês de Janeiro.**

Sabendo que a energia eléctrica tem como valor 160604 kWh, tabela 3.13, e utilizando os factores de conversão da tabela A.1, vem:

$$\text{Energia (GJ)} = 160,604 \times 3,6$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia (GJ)} = 578,17$$

$$\text{Energia (tep)} = 578,17 \times 2,15 \times 10^{-4}$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia (tep)} = 34,53$$

$$\text{Custo(€)} = 160604 \times 0,092$$

$$\Leftrightarrow \text{Custo (€)} = 14775,57$$

$$\text{Intensidade Carbónica(kgCO}_2\text{e)} = 34,53 \times 286$$

$$\Leftrightarrow \text{Intensidade Carbónica(kgCO}_2\text{e)} = 75482,27$$

**Tabela A. 7** Consumo de energia eléctrica, custo (€) e intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e)

Mês	Energia (kWh)	Energia (MWh)	Energia (GJ)	Energia (tep)	Custo (€)	Intensidade Carbonica (kg Co2 e)
Janeiro	160604,00	160,60	578,17	34,53	14775,57	75482,27
Fevereiro	124686,00	124,69	448,87	26,81	11471,11	58601,17
Março	159251,00	159,25	573,30	34,24	14651,09	74846,38
Abril	163309,00	163,31	587,91	35,11	15024,43	76753,60
Mai	132203,00	132,20	475,93	28,42	12162,68	62134,09
Junho	126218,00	126,22	454,38	27,14	11612,06	59321,20
Julho	165270,00	165,27	594,97	35,53	15204,84	77675,25
Agosto	51908,00	51,91	186,87	11,16	4775,54	24396,24
Setembro	139270,00	139,27	501,37	29,94	12812,84	65455,51
Outubro	155383,00	155,38	559,38	33,41	14295,24	73028,46
Novembro	137436,00	137,44	494,77	29,55	12644,11	64593,55
Dezembro	103552,00	103,55	372,79	22,26	9526,78	48668,40
<b>Ano (2009)</b>	<b>1619090,00</b>	<b>1619,09</b>	<b>5828,72</b>	<b>348,10</b>	<b>148956,28</b>	<b>760956,11</b>

- **Consumo de gás natural**

Os consumos de gás natural bem como o seu custo (€) e a intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub>e), estão apresentados na tabela seguinte.

É necessária a utilização dos factores de conversão, tabela A.1, e da massa volúmica do gás natural,  $\rho = 0,8404 \text{ kg} / \text{m}^3 (n)$ , dado fornecido pela empresa.

**Exemplo de cálculo da massa (ton.), do gás natural, para o mês de Janeiro.**

$$massa \text{ (kg)} = volume \text{ (m}^3\text{)} \times \rho \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

$$\Leftrightarrow massa \text{ (kg)} = 1901,6 \times 0,8404$$

$$\Leftrightarrow massa \text{ (kg)} = 1600$$

$$\Leftrightarrow massa \text{ (ton.)} = 1.6$$

**Exemplo de cálculo para a determinação do consumo de energia nas diferentes unidades, do seu custo (€) e da intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e), no mês de Janeiro.**

Utilizando os factores de conversão presentes na tabela A.1, vem:

$$Energia \text{ (GJ)} = 1,60 \times 45,1$$

$$\Leftrightarrow Energia \text{ (GJ)} = 72,07$$

$$Energia \text{ (tep)} = 1,60 \times 1,077$$

$$\Leftrightarrow Energia \text{ (tep)} = 1,72$$

$$Custo_c \text{ (€)} = 1,60 \times 0,401 \times 10^3$$

$$\Leftrightarrow Custo \text{ (€)} = 640,84$$

$$Intensidade \text{ Carbónica (kgCO}_2\text{e)} = 1,72 \times 286$$

$$\Leftrightarrow Intensidade \text{ Carbónica (kgCO}_2\text{e)} = 4619,59$$

**Tabela A. 8** Consumo de gás natural, custo (€) e intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e) associada.

Mês	volume (m3 (n))	massa (ton.)	Energia (GJ)	Energia (tep)	Custo (€)	IC (kg CO <sub>2</sub> e)
Janeiro	1901,6	1,60	72,07	1,72	640,84	4619,59
Fevereiro	1766,5	1,48	66,95	1,60	595,31	4291,39
Março	2565,9	2,16	97,25	2,32	864,71	6233,39
Abril	1965,5	1,65	74,50	1,78	662,37	4774,82
Maior	1707,8	1,44	64,73	1,55	575,53	4148,79
Junho	5073,4	4,26	192,29	4,59	1709,74	12324,90
Julho	5576,5	4,69	211,36	5,05	1879,28	13547,09
Agosto	3145,5	2,64	119,22	2,85	1060,03	7641,42
Setembro	3972,3	3,34	150,56	3,60	1338,67	9649,98
Outubro	6176,0	5,19	234,08	5,59	2081,31	15003,46
Novembro	4050,0	3,40	153,50	3,67	1364,85	9838,74
Dezembro	3190,1	2,68	120,91	2,89	1075,06	7749,77
<b>Ano (2009)</b>	<b>41091,1</b>	<b>34,53</b>	<b>1557,4</b>	<b>37,19</b>	<b>13847,72</b>	<b>99823,32</b>

- **Consumo de vapor**

Os consumos de vapor bem como o custo (€) e a intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e) estão apresentados na tabela seguinte.

É necessária a utilização dos factores de conversão, tabela A.1.

**Exemplo de cálculo para a determinação do consumo de energia nas diferentes unidades, custo (€) e intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e).**

$$\text{Energia (GJ)} = 786,5 \times 2,53$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia (GJ)} = 1989,85$$

$$\text{Energia (tep)} = 786,5 \times 0,067$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia (tep)} = 52,70$$

$$\text{Custo (€)} = 786,5 \times 10$$

$$\Leftrightarrow \text{Custo (€)} = 7865$$

$$\text{Intensidade Carbónica(kgCO}_2\text{e)} = 52,7 \times 2724$$

$$\Leftrightarrow \text{Intensidade Carbónica(kgCO}_2\text{e)} = 143542,54$$

**Tabela A. 9** Consumo de vapor, custo (€) e intensidade carbónica (kg CO<sub>2</sub> e) associada

Mês	Massa (ton.)	Energia (GJ)	Energia (tep)	Custo (€)	IC (kg CO <sub>2</sub> e)
Janeiro	786,50	1989,85	52,70	7865,00	143542,54
Fevereiro	713,30	1804,65	47,79	7133,00	130182,96
Março	776,00	1963,28	51,99	7760,00	141626,21
Abril	689,60	1744,69	46,20	6896,00	125857,52
Mai	569,90	1441,85	38,18	5699,00	104011,31
Junho	608,20	1538,75	40,75	6082,00	111001,37
Julho	698,10	1766,19	46,77	6981,00	127408,83
Agosto	267,70	677,28	17,94	2677,00	48857,39
Setembro	568,00	1437,04	38,06	5680,00	103664,54
Outubro	467,00	1181,51	31,29	4670,00	85231,24
Novembro	431,00	1090,43	28,88	4310,00	78660,95
Dezembro	344,50	871,59	23,08	3445,00	62874,01
<b>Ano</b>	<b>6919,80</b>	<b>17507,09</b>	<b>463,63</b>	<b>69198,00</b>	<b>1262918,86</b>

- **Consumo Específico**

Para a determinação do consumo específico é necessário o cálculo do consumo anual de todas as utilidades. O consumo específico é a razão entre o consumo total de energia e a produção. O consumo total de energia durante o mês é o somatório do consumo de gás natural, de vapor e de energia eléctrica, nesse mesmo mês.

### Exemplo de cálculo do consumo específico no mês de Janeiro

$$\text{Consumo específico}(tep / ton.) = \frac{\text{Consumo total Energia}(tep)}{\text{Produção}(ton.)}$$

$$\Leftrightarrow \text{Consumo específico}(tep / ton.) = \frac{88,95}{177,77}$$

$$\Leftrightarrow \text{Consumo específico}(tep / ton.) = 0,50$$

### Exemplo de cálculo do consumo específico para ano 2009

$$\text{Consumo específico}(tep / ton.)_{ano\ 2009} = \sum \text{Consumo específico}(tep / ton.)_{mês}$$

Na tabela seguinte estão expostos os valores mensais e anual da produção, do consumo total e do consumo específico.

**Tabela A. 10** Consumo específico de todas as utilidades.

<b>Mês</b>	<b>Produção (ton.)</b>	<b>Consumo total Energia (tep.)</b>	<b>Consumo Específico (tep/ton)</b>
Janeiro	177,77	88,95	0,50
Fevereiro	117,59	76,20	0,65
Março	161,77	88,55	0,55
Abril	161,82	83,09	0,51
Maio	122,32	68,15	0,56
Junho	140,49	72,48	0,52
Julho	160,92	87,35	0,54
Agosto	43,00	31,94	0,74
Setembro	139,49	71,59	0,51
Outubro	160,93	70,29	0,44
Novembro	133,13	62,09	0,47
Dezembro	76,42	48,23	0,63
<b>Ano (2009)</b>	<b>1595,65</b>	<b>848,92</b>	<b>0,53</b>

- **Repartição dos Consumos**

Para a repartição anual dos consumos das várias formas de energia presentes na fábrica, é necessário o cálculo do percentual das mesmas, a tabela A.11 apresenta esses valores.

**Exemplo de cálculo do percentual de energia consumida e do percentual de custo, para o gás natural.**

$$\% \text{ Energia} = \frac{\text{Energia}_{\text{Gás Natural}} (\text{tep})}{\text{Energia total} (\text{tep})} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Energia} = \frac{37,19}{848,92} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Energia} = 4,38$$

$$\% \text{ Custo} = \frac{\text{Custo}_{\text{Gás Natural}} (\text{€})}{\text{Custo total} (\text{€})} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Custo} = \frac{13847,72}{232002} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Custo} = 5,97$$

**Tabela A. 11** Percentual de energia consumida e custo das várias utilidades.

Ano de 2009	Energia (tep)	Energia total (tep)	% Energia	Custo (€)	Custo total (€)	% Custo
Gás Natural	37,19	848,92	4,38	13847,72	232002,00	5,97
Vapor	463,63		54,61	69198,00		29,83
Energia eléctrica	348,10		41,01	148956,28		64,20

## Anexo B: Central de Vapor – cálculo de perdas

- **Análise dos gases de combustão**

Todos os cálculos foram obtidos para a caldeira LG - 250, uma vez que é a única que se encontra em laboração.

De seguida é apresentada a tabela 3.3, mencionada no trabalho, que mostra os valores determinados da % de excesso de ar, % perdas por convecção e radiação, % perdas pela chaminé e rendimento (%) para uma carga mínima e máxima de operação.

**Tabela 3.3** Análise dos gases de combustão, %, e rendimento na caldeira LG-250.

Combustível	Carga mínima de operação	Carga máxima de operação
	Gás natural	
Temp. dos gases sem economizador (°C)	150	190
Temp. ar combustão (°C)	23	23
% Oxigénio	4,5	8,9
% Dióxido de Carbono	9,4	6,9
% Excesso ar	27,3	73,6
% Perdas por Convecção e Radiação	4,7	2,8
% Perdas pela Chaminé	7,8	12,8
Rendimento	87,5	84,4

### Exemplo de cálculo do % excesso de ar, para a carga mínima de operação.

$$\% \text{ excesso de ar} = \frac{\% O_2}{21\% - \% O_2} \times 100 \quad \text{Equação 3.1}$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ excesso de ar} = \frac{4,5}{21 - 4,5} \times 100$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ excesso de ar} = 27,3$$

Apesar da % O<sub>2</sub>, % CO<sub>2</sub> e % Excesso de ar serem elevadas, os valores são concordantes entre si, conforme se pode verificar na tabela seguinte, para as temperaturas em causa, [TAPLIN, 1991].

**Tabela B. 1** %O<sub>2</sub>, %CO<sub>2</sub>, % Excesso de ar e saída de gases de combustão para temperaturas entre 300 a 450 F.

EXIT GAS HEAT LOSSES																		
EXCESS AIR	% OXYGEN	% CO <sub>2</sub>	NET STACK TEMPERATURE DEG F															
			EXIT FLUE GAS TEMPERATURE - COMBUSTION AIR TEMPERATURE															
			300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450
0.0	0.0	11.7	14.5	14.7	14.8	15.0	15.2	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.1	16.3	16.5	16.6	16.8	17.0
2.2	0.5	11.4	14.6	14.8	15.0	15.1	15.3	15.5	15.6	15.8	16.0	16.1	16.3	16.5	16.6	16.8	17.0	17.1
4.4	1.0	11.1	14.8	14.9	15.1	15.3	15.4	15.6	15.8	15.9	16.1	16.3	16.5	16.6	16.8	17.0	17.1	17.3
6.8	1.5	10.9	14.9	15.1	15.2	15.4	15.6	15.8	15.9	16.1	16.3	16.4	16.6	16.8	17.0	17.1	17.3	17.5
9.3	2.0	10.6	15.0	15.2	15.4	15.5	15.7	15.9	16.1	16.3	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.3	17.5	17.7
12.0	2.5	10.3	15.2	15.3	15.5	15.7	15.9	16.1	16.2	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.5	17.7	17.9
14.8	3.0	10.0	15.3	15.5	15.7	15.9	16.1	16.2	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.6	17.8	17.9	18.1
17.7	3.5	9.8	15.5	15.7	15.8	16.0	16.2	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4
20.8	4.0	9.5	15.6	15.8	16.0	16.2	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6
24.1	4.5	9.2	15.8	16.0	16.2	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.6	17.9	18.1	18.3	18.5	18.7	18.9
27.6	5.0	8.9	16.0	16.2	16.4	16.6	16.8	17.0	17.3	17.5	17.7	17.9	18.1	18.3	18.5	18.7	18.9	19.2
31.4	5.5	8.6	16.2	16.4	16.6	16.8	17.1	17.3	17.5	17.7	17.9	18.1	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2	19.5
35.4	6.0	8.4	16.4	16.6	16.8	17.1	17.3	17.5	17.7	18.0	18.2	18.4	18.6	18.9	19.1	19.3	19.5	19.8
39.6	6.5	8.1	16.6	16.9	17.1	17.3	17.6	17.8	18.0	18.3	18.5	18.7	19.0	19.2	19.4	19.6	19.9	20.1
44.2	7.0	7.8	16.9	17.1	17.3	17.6	17.8	18.1	18.3	18.6	18.8	19.0	19.3	19.5	19.8	20.0	20.2	20.5
49.0	7.5	7.5	17.1	17.4	17.6	17.9	18.1	18.4	18.6	18.9	19.1	19.4	19.6	19.9	20.1	20.4	20.6	20.9
54.3	8.0	7.2	17.4	17.7	17.9	18.2	18.4	18.7	19.0	19.2	19.5	19.7	20.0	20.3	20.5	20.8	21.0	21.3
60.0	8.5	7.0	17.7	18.0	18.3	18.5	18.8	19.1	19.3	19.6	19.9	20.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.5	21.7
66.1	9.0	6.7	18.0	18.3	18.6	18.9	19.2	19.4	19.7	20.0	20.3	20.6	20.8	21.1	21.4	21.7	22.0	22.2
72.8	9.5	6.4	18.4	18.7	19.0	19.3	19.6	19.9	20.2	20.4	20.7	21.0	21.3	21.6	21.9	22.2	22.5	22.8
80.0	10.0	6.1	18.8	19.1	19.4	19.7	20.0	20.3	20.6	20.9	21.2	21.5	21.8	22.1	22.4	22.8	23.1	23.4
88.0	10.5	5.9	19.2	19.5	19.9	20.2	20.5	20.8	21.1	21.5	21.8	22.1	22.4	22.7	23.0	23.4	23.7	24.0
96.7	11.0	5.6	19.7	20.0	20.4	20.7	21.0	21.4	21.7	22.0	22.4	22.7	23.0	23.4	23.7	24.0	24.4	24.7
106.3	11.5	5.3	20.2	20.6	20.9	21.3	21.6	22.0	22.3	22.7	23.0	23.4	23.7	24.1	24.4	24.8	25.1	25.5
117.0	12.0	5.0	20.8	21.2	21.5	21.9	22.3	22.6	23.0	23.4	23.8	24.1	24.5	24.9	25.2	25.6	26.0	26.4
128.9	12.5	4.7	21.4	21.8	22.2	22.6	23.0	23.4	23.8	24.2	24.6	25.0	25.4	25.8	26.1	26.5	26.9	27.3
142.3	13.0	4.5	22.2	22.6	23.0	23.4	23.8	24.2	24.7	25.1	25.5	25.9	26.3	26.7	27.2	27.6	28.0	28.4
157.4	13.5	4.2	23.0	23.4	23.9	24.3	24.8	25.2	25.6	26.1	26.5	27.0	27.4	27.9	28.3	28.8	29.2	29.6
174.6	14.0	3.9	23.9	24.4	24.9	25.3	25.8	26.3	26.8	27.3	27.7	28.2	28.7	29.2	29.6	30.1	30.6	31.1
194.4	14.5	3.6	25.0	25.5	26.0	26.5	27.1	27.6	28.1	28.6	29.1	29.6	30.1	30.6	31.1	31.7	32.2	32.7
217.4	15.0	3.3	26.3	26.8	27.4	27.9	28.5	29.0	29.6	30.2	30.7	31.3	31.8	32.4	32.9	33.5	34.0	34.6
244.4	15.5	3.1	27.8	28.4	29.0	29.6	30.2	30.8	31.4	32.0	32.6	33.2	33.8	34.4	35.0	35.6	36.2	36.8
276.7	16.0	2.8	29.6	30.2	30.9	31.6	32.2	32.9	33.5	34.2	34.9	35.5	36.2	36.9	37.5	38.2	38.9	39.5

**Exemplo de cálculo das % perdas por convecção e radiação, para a carga mínima de operação.**

Para o cálculo destas perdas é necessário determinar a potência da caldeira,  $Q_v$ , para a carga nominal.

Usa-se a seguinte expressão:

$$Q_v = m_v \times \Delta H_v$$

A produção nominal de vapor na caldeira em estudo é de 10 ton./h, que corresponde a um caudal de vapor de  $m_v = 2,78 \text{ kg/s}$ , e a pressão de operação 10 bar.

Usando as tabelas de termodinâmica [SMITH, 2005]:

$P = 10 \text{ bar}$ , retirar:

$$H_v = 2776,48 \text{ kJ/kg}$$

$$H_L = 763,13 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_v &= H_v - H_L \\ \Leftrightarrow \Delta H_v &= 2776,48 - 763,13 \\ \Leftrightarrow \Delta H_v &= 2013,35 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Então:

$$\begin{aligned} Q_v &= 2,78 \times 2013,35 \\ \Leftrightarrow Q_v &= 5597,11 \text{ kW} \cong 5,6 \text{ MW} \end{aligned}$$

Recorrendo à tabela seguinte:

**Tabela 3.2** Perdas por radiação em Caldeiras, operando à carga nominal [ASME, 2010].

Potência da Caldeira, $Q_v$ (MW)	Perdas nominais, %
0– 2	2,0
2– 5	1,6
>5	1,4

Verifica-se que as perdas nominais são de 1,4 %.

A carga nominal é de 10 ton./h. A carga real é a carga mínima de operação que apresenta o valor de 3 ton/h ou a carga máxima de operação cujo valor é de 5 ton./h. Com a equação seguinte é possível a determinação da % de perda real (% perda por convecção e radiação), [TEIXEIRA, 2001].

$$\% Perdas\ real = \frac{c\ arga\ no\ min\ al}{c\ arga\ real} \times \% Perda\ no\ min\ al \quad \text{Equação 3.3}$$

$$\Leftrightarrow \% Perda\ real = \frac{10}{3} \times 1,4$$

$$\Leftrightarrow \% Perda\ real = 4,7$$

### Exemplo de cálculo das perdas pela chaminé (%)

% perdas chaminé = % perdas gases secos combustão + % perda humidade dos gases combustão

#### % Perdas gases secos combustão

As perdas dos gases secos de combustão ( $P_{gc}$ ) são obtidas através da equação 3.4, em que se considerou  $P_{cv}$  e  $P_{cf}$  desprezáveis [TEIXEIRA, 2001]:

$$P_{gc} = \frac{K \times (T_g - T_{ar})}{\% CO_2} \quad \text{Equação 3.4}$$

Como se verifica na tabela 3.3, mediante a carga de operação, a temperatura do gás varia.

$K$  é a constante que depende do combustível utilizado, pode obter-se o seu valor através de tabelas ou pode ser determinado através da expressão:

$$K = \frac{255C}{PCI} \quad \text{Equação 3.5}$$

$C$  é a % em peso de carbono no gás natural, nas condições de queima.

$PCI$  é o poder calorífico inferior do gás natural (kJ/kg), cujo valor é 45097, 57 kJ/kg, valor fornecido pela empresa.

Para a determinação da fracção mássica de carbono (%C) presente no gás natural, é fundamental conhecer a sua composição, valores facultados no site da empresa Península gás.

**Tabela B. 2** Composição de gás natural.

Composição do Gás Natural	% Gás Natural	Massa Molecular (kg/kmol)
CH <sub>4</sub>	0,865	16,05
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,094	30,08
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,026	44,11
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,011	58,14
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,001	72,17
N <sub>2</sub>	0,003	28,02

$$Massa\ Molecular_{carbono} = 12\ kg / kmol$$

$$Massa\ Molecular_{gás\ natural} = \sum \% gás_i \times Massa\ Molecular_i$$

$$\Leftrightarrow Massa\ Molecular_{gás\ natural} = 0,865 \times 16,05 + 0,094 \times 30,08 + 0,026 \times 44,11 + 0,011 \times 58,14 + 0,001 \times 72,17 + 0,003 \times 28,02$$

$$\Leftrightarrow Massa\ Molecular_{gás\ natural} = 18,65\ kg / kmol$$

*Cálculo da massa molecular total do carbono presente no gás natural.*

$$Massa\ Molecular_C = \sum \% gás_i \times n^\circ\ átomos\ Carbono \times Massa\ Molecular_{carbono}$$

$$\Leftrightarrow Massa\ Molecular_C = 0,865 \times 1 \times 12 + 0,094 \times 2 \times 12 + 0,026 \times 3 \times 12 + 0,011 \times 4 \times 12 + 0,001 \times 5 \times 12$$

$$\Leftrightarrow Massa\ Molecular_C = 14,16\ kg / kmol$$

*Cálculo da % de carbono*

$$\%Carbono = \frac{Massa\ Molecular_C}{Massa\ Molecular_{gás\ natural}} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow \%Carbono = 75,91$$

Vem:

$$K = \frac{255 \times 75,91\%}{45097,57}$$

$$\Leftrightarrow K = 0,43$$

Então, para uma temperatura dos gases a 150 °C (carga mínima de operação):

$$P_{gc} = \frac{0,43 \times (150 - 23)}{9,4}$$

$$\Leftrightarrow P_{gc} = 5,8\%$$

### Perdas relativas ao vapor de água presentes nos gases de combustão.

As perdas relativas ao vapor de água dos gases de combustão ( $P_{H_2O}$ ) são determinadas através da expressão seguinte, [TEIXEIRA, 2001]:

$$\% P_{H_2O} = \frac{(H_2O + 9H) \times (210 - 4,2 \times Tar + 2,1Tg)}{PCI} \quad \text{Equação 3.6}$$

Na qual  $H_2O$  corresponde % em peso da humidade no gás natural nas condições de queima, H é a % em peso de hidrogénio no combustível nas condições de queima. Tar e Tg são a temperatura do ar de combustão e temperatura dos gases de combustão (°C), respectivamente. PCI, o poder calorífico inferior do gás natural nas condições de queima (kJ/kg). Considera-se que  $H_2O$  é desprezável, como se verifica na tabela B.2. Os valores para a fracção de hidrogénio calcularam-se da seguinte maneira:

$$\text{Massa Molecular}_{\text{Hidrogenio}} = 1 \text{ kg / kmol}$$

$$\text{Massa Molecular}_{\text{Hidrogenio}_{\text{composto}}} = \sum \% \text{ gás}_i \times n^\circ \text{ átomos}_{\text{gás}} \times \text{Massa Molecular}_{\text{Hidrogenio}}$$

$$\Leftrightarrow \text{Massa Molecular}_{\text{Hidrogenio}_{\text{composto}}} = 0,865 \times 4 \times 1 + 0,094 \times 6 \times 1 + 0,026 \times 8 \times 1 + 0,011 \times 10 \times 1 + 0,001 \times 12 \times 1$$

$$\Leftrightarrow \text{Massa Molecular}_{\text{Hidrogenio}_{\text{composto}}} = 4,35 \text{ kg / kmol}$$

$$\% \text{ Hidrogenio} = \frac{\text{Massa Molecular}_{\text{Hidrogenio}_{\text{composto}}}}{\text{Massa Molecular}_{\text{Gás Natural}}} \times 100$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Hidrogenio} = \frac{4,35}{18,65} \times 100$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ Hidrogenio} = 23,34$$

Então, para a carga mínima de operação onde a Temperatura é de 150°C, vem:

$$\% P_{H_2O} = \frac{(H_2O + 9H) \times (210 - 4,2 \times Tar + 2,1Tg)}{PCI}$$

$$\Leftrightarrow \% P_{H_2O} = \frac{(9 \times 23,34) \times (210 - 4,2 + 23 + 2,1 \times 150)}{45097,57}$$

$$\Leftrightarrow \% P_{H_2O} = 2$$

Como:

$$\% \text{Perdas pela chama} = \% P_{gc} + \% P_{H_2O}$$

$$\Leftrightarrow \% \text{Perdas pela chama} = 5,8 + 2$$

$$\Leftrightarrow \% \text{Perdas pela chama} = 7,8$$

Depois de determinar todas as perdas, o rendimento da caldeira obtém-se a partir da equação:

$$\eta = 100 - \Sigma \% \text{Perdas}$$

**Equação 3.2**

Obtendo-se:

$$\eta_{\text{carga mínima}} = 100 - (4,7 + 7,8)$$

$$\Leftrightarrow \eta_{\text{carga mínima}} = 87,5\%$$

### **Análise da perda de energia em algumas válvulas do processo**

Fez-se uma análise do tipo de válvula do processo (válvula de globo com fole, flangeadas) e através de tabelas apropriadas, Pinhol - Válvulas Industriais Zetkama, obtiveram-se as suas características, que se apresentam na tabela seguinte.

**Tabela B. 3** Válvulas de globo com fole, flangeadas, dimensões características.

Fig. 234 C - Válvulas de globo com fole, flangeadas										Lista 4162
DN	L	Obturador	DK	D	K	n x d	PN	Kg	Código	Preço
DN15	130	plano	125	95	65	4 x 14	16/25	3,2	4234 C03D1	113,00 €
DN20	150	plano	125	105	75	4 x 14	16/25	3,9	4234 C04D1	120,00 €
DN25	160	plano	125	115	85	4 x 14	16/25	4,9	4234 C05D1	135,50 €
DN25	160	hiperbólico	125	115	85	4 x 14	16/25	5,0	4234 C05D7	165,00 €
DN32	180	plano	150	140	100	4 x 18	16/25	6,5	4234 C06D1	160,00 €
DN40	200	plano	150	150	110	4 x 18	16/25	9,0	4234 C07D1	182,00 €
DN40	200	hiperbólico	150	150	110	4 x 18	16/25	9,3	4234 C07D7	212,00 €
DN50	230	plano	150	165	125	4 x 18	16/25	11,0	4234 C08D1	212,00 €
DN50	230	hiperbólico	150	165	125	4 x 18	16/25	11,5	4234 C08D7	263,00 €
DN65	290	plano	175	185	145	** 4 x 18 * 8 x 18	16 16/25	15,8	4234 C09D1	291,50 €
DN80	310	plano	200	200	160	8 x 18	16/25	20,5	4234 C10D1	372,00 €
DN80	310	hiperbólico	200	200	160	8 x 18	16/25	21,4	4234 C10D7	455,00 €
DN100	350	plano	250	220	180	8 x 18	16	35,0	4234 C11C1	498,00 €
DN125	400	plano	300	250	210	8 x 18	16	49,0	4234 C12C1	767,00 €
DN150	480	plano	400	285	240	8 x 22	16	76,0	4234 C13C1	967,50 €

Na tabela B.4 apresenta-se o número de válvulas e a respectiva dimensão, que estão associadas a cada equipamento.

**Tabela B. 4** Diâmetro externo das válvulas de globo com fole, flangeadas em estudo.

Equipamentos	Diâmetro Nominal	Diâmetro externo (D)
		mm
Colector 1	2 x DN 125	250
	1 x DN 150	285
	1 x DN 80	200
Colector 2	1 x DN 50	165
	1 x DN 65	185
	1 x DN 150	285
	1 x DN 125	250
CV LG 250	2 x DN 150	285
Desgasificador	2 x DN 50	165
	2 x DN 40	150
	1 x DN 32	140
Tubagem para unidade K	1 x DN 125	250
	1 x DN 50	165
Prensa 796	4 x DN 40	150
Prensa 895	2 x DN 50	165
Prensa 1021	2 x DN 50	165
Prensa 1502	2 x DN 50	165
Prensa 1427	2 x DN 50	165

### **Coefficiente médio de transferência de calor por convecção (h)**

Para os colectores, caldeira e desgasificador, equipamentos presentes na casa das caldeiras, considerou-se uma temperatura média do ar durante o ano de 35 °C, enquanto nos restantes espaços a temperatura média do ar durante o ano é 20 °C. O vapor encontra-se a uma temperatura de 185 °C. A temperatura do filme, em cada espaço, é dada pela média das temperaturas, entre o vapor e o ar.

Em condições de convecção natural, o coeficiente médio de transferência de calor pode ser calculado através da expressão, [GEANKOPOLIS, 1993]:

$$Nu = \frac{h \times L_c}{k} = a \left[ \left( \frac{L_c^3 \times \rho^2 \times g \times \beta \times \Delta T}{\mu^2} \right) \times \left( \frac{cp \times \mu}{k} \right) \right]^m = a \times (Gr \times Pr)^m \quad \text{Equação 3.8}$$

Onde  $a$  e  $m$  são constantes cujo valor encontra-se tabelado em B.7, para tal é essencial a determinação do número de Grashof ( $Gr$ ) e o número de Prandtl ( $Pr$ );  $L_c$ , representa uma dimensão característica, que neste caso como os tubos são horizontais a dimensão a usar é o diâmetro externo;  $\Delta T$  é a diferença positiva de temperaturas entre o vapor e a parede. As propriedades físicas são avaliadas à temperatura do filme.

Os valores das propriedades físicas do ar foram determinados por interpolação entre uma temperatura de 100°C e 121°C e entre 100°C e 105°C, respectivamente; os valores das propriedades físicas para estas temperaturas foram retirados de Geankoplis, 1993.

**Tabela B. 5** Propriedades físicas do ar a uma temperatura de filme de 110°C.

<b>Propriedades físicas</b>	
$\rho$	0,9224 kg/m <sup>3</sup>
$cp$	1,011067 kJ/(kg.K)
$\mu$	2,20x10 <sup>-5</sup> Pa.s
$k$	0,03198 W/(m.°C)
$\beta$	0,002616 K <sup>-1</sup>
$\frac{g \times \beta \times \rho^2}{\mu^2}$	4,5x10 <sup>7</sup> 1/(K.m <sup>3</sup> )

**Tabela B. 6** Propriedades físicas do ar a uma temperatura de filme de 102,5°C.

Propriedades físicas	
$\rho$	0,9411 kg/m <sup>3</sup>
cp	1,01181 kJ/(kg.K)
$\mu$	2,20×10 <sup>-5</sup> Pa.s
k	0,032539 W/(m.°C)
$\beta$	0,002674 K <sup>-1</sup>
$\frac{g \times \beta \times \rho^2}{\mu^2}$	4,85×10 <sup>7</sup> 1/(K.m <sup>3</sup> )

Para a casa das caldeiras em que a  $T_{ar} = 35^\circ\text{C}$ , obtem-se:

$$Gr = \frac{g \times \beta \times \rho^2 \times L_c^3 \times \Delta T}{\mu^2} = 4,5 \times 10^7 \times (250 \times 10^{-3})^3 \times 150$$

$$\Leftrightarrow Gr = 1,05 \times 10^8$$

$$Pr = \frac{cp \times \mu}{k}$$

$$\Leftrightarrow Pr = \frac{1,011067 \times 1000 \times 2,2 \times 10^{-5}}{0,03198}$$

$$\Leftrightarrow Pr = 0,696$$

$$Gr \times Pr = 1,05 \times 10^8 \times 0,696$$

$$\Leftrightarrow Gr \times Pr = 7,34 \times 10^7$$

Com o valor do  $Gr \times Pr$  recorre-se à tabela B.7 e retira-se o valores das constantes a e m.

$$a = 0,53$$

$$m = \frac{1}{4}$$

**Tabela B. 7** Valores das constantes  $a$  e  $m$  a usar no cálculo do coeficiente médio de transferência de calor em convecção natural, [GEANKOPOLIS, 1993]

<b>Geometria</b>	<b><math>Gr \times Pr</math></b>	<b><math>a</math></b>	<b><math>m</math></b>
Placas ou cilindros verticais ( $L < 1m$ )	$< 10^4$	1,36	1/5
	$10^4 - 10^9$	0,59	1/4
	$> 10^9$	0,13	1/3
<b>Cilindros horizontais</b> ( $d_e < 0,20m$ )	$< 10^{-5}$	0,49	0
	$10^{-5} - 10^{-3}$	0,71	1/25
	$10^{-3} - 1$	1,09	1/10
	$1 - 10^4$	1,09	1/5
	<b><math>10^4 - 10^9</math></b>	<b>0,53</b>	<b>1/4</b>
	$> 10^9$	0,13	1/3
Placas horizontais: com a superfície superior aquecida ou a superfície inferior arrefecida	$10^5 - 2 \times 10^7$	0,54	1/4
	$2 \times 10^7 - 3 \times 10^{10}$	0,14	1/3
Placas horizontais: com a superfície inferior aquecida ou a superior arrefecida	$10^5 - 10^{11}$	0,58	1/5

**Exemplo de cálculo do coeficiente médio de transferência de calor, para o colector 1 – 2xDN 125.**

Usando a equação 3.8, vem:

$$h = \frac{(a \times (Gr \times Pr)^m) \times k}{L_c}$$

Com  $L_c = D = 250 \text{ mm}$

$$\Leftrightarrow h = \frac{49,05 \times 0,03198}{(250/1000)} = 6,27 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

A tabela seguinte apresenta os valores necessários de todos os membros utilizados no cálculo de  $h$ , bem como os respectivos valores deste nos diferentes equipamentos.

**Tabela B. 8** Valores do coeficiente médio de transferência de calor.

Equipamentos	T filme (°C)	$\Delta T = T_{\text{vapor}} - T_{\text{média}}$ durante o ano (°C)	Gr	Pr	Gr*Pr	$a^*(Gr*Pr)^m$	h (W/(m <sup>2</sup> .K))		
Colector 1	110	150	1,05E+08	0,696	7,34E+07	49,05	6,27		
			3,22E+07		2,24E+07	36,45	6,93		
			4,74E+06		3,30E+06	22,59	8,13		
1,48E+06			1,03E+06		16,89	8,95			
2,63E+06			1,83E+06		19,49	8,53			
3,22E+07			2,24E+07		36,45	6,93			
1,90E+07			1,32E+07		31,97	7,24			
3,22E+07			2,24E+07		36,45	6,93			
Desgasificador			1,48E+06		1,03E+06	16,89	8,95		
			7,59E+05		5,28E+05	14,28	9,47		
	5,06E+05	3,52E+05	12,91	9,79					
Tubagem para unidade K	102,5	165	1,25E+08	6,84E-01	8,55E+07	50,97	6,63		
			3,59E+07		2,46E+07	37,32	7,36		
2,70E+07			1,85E+07		30,96	6,72			
3,59E+07			2,46E+07		37,32	7,36			
3,59E+07			2,46E+07		37,32	7,36			
3,59E+07			2,46E+07		37,32	7,36			
3,59E+07			2,46E+07		37,32	7,36			
3,59E+07			2,46E+07		37,32	7,36			
Prensa 796									
Prensa 895									
Prensa 1021									
Prensa 1502									
Prensa 1427									

**Exemplo de cálculo da área de transferência de calor,  $A_v$ , para o colector 1 – 2×DN 125.**

A área de transferência de calor,  $A_v$ , é determinada a partir das dimensões características, presentes na tabela B.3.

$$A_v = \Pi \times D \times L + \Pi \times D_K \times \left(H - \frac{D}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow A_v = \Pi \times 250 \times 10^{-3} \times 400 \times 10^{-3} + \Pi \times 300 \times 10^{-3} \times \left(400 \times 10^{-3} - \frac{250 \times 10^{-3}}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow A_v = 0,57 \text{ m}^2$$

Pode-se analisar qual o comprimento do tubo horizontal equivalente à válvula que conduzirá à mesma área de transferência de calor.

$$\Pi \times D \times L + \Pi \times D_K \times \left(H - \frac{D}{2}\right) = \Pi \times D \times L_T$$

$$\Leftrightarrow 0,57 = \Pi \times 250 \times 10^{-3} \times L_T$$

$$\Leftrightarrow L_T = 0,73m$$

Na tabela seguinte são apresentados os valores obtidos das Áreas, em m<sup>2</sup>.

**Tabela B. 9** Valores das Áreas de transferência de calor.

Equipamentos	Diametro externo (de)	Área (A <sub>v</sub> )
	m	m <sup>2</sup>
Colector 1	0,25	0,573
	0,285	0,854
	0,2	0,196
Colector 2	0,165	0,189
	0,185	0,277
	0,285	0,854
	0,25	0,573
CV LG 250	0,285	0,854
Desgasificador	0,165	0,189
	0,15	0,153
	0,14	0,131
Tubagem para unidade K	0,2500	0,573
	0,1650	0,189
Prensa 796	0,1500	0,181
Prensa 895	0,1650	0,189
Prensa 1021	0,1650	0,189
Prensa 1502	0,1650	0,189
Prensa 1427	0,1650	0,189

## Perda de Energia

Depois de determinado todos os valores necessários, para a obtenção da perda de calor é utilizada a equação 3.7, como já foi referido anteriormente.

Sendo as válvulas de aço comercial considerou-se  $\varepsilon = 0,44$ , pela equação 3.7, determina-se a perda de calor:

$$Q = h \times A_v \times (T_{\text{vapor}} - T_{\text{filme}}) + \varepsilon \times \sigma \times A_v \times (T_{\text{vapor}}^4 - T_{\text{filme}}^4) \quad \text{Equação 3.7}$$

$$\Leftrightarrow Q = (6,27 \times 0,573 \times 150 + 0,44 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 0,573 \times ((185 + 273)^4 - (35 + 273)^4)) \times 2$$

$$\Leftrightarrow Q = 1040,27 \text{ W}$$

Como o tempo de funcionamento = 4140 h/ano, a perda de energia obtém-se:

$$\text{Perda Energia} = Q \times \text{tempo funcionamento}$$

$$\Leftrightarrow \text{Perda Energia} = 1040,27 \times 4140 \times 2$$

$$\Leftrightarrow \text{Perda Energia} = 8,6 \times 10^6 \text{ Wh/ano}$$

É de salientar que a multiplicação da equação pelo algarismo 2, é feita porque no colector 1 há duas válvulas DN 125, como se pode observar na tabela B.4.

Os valores obtidos apresentam-se na tabela 3.4.

**Tabela 3.4** Valores de Perda de calor, W, e perda de Energia, Wh/ano, das válvulas presentes nos diferentes equipamentos.

Equipamentos	Diâmetro Nominal	Diâmetro externo (D <sub>0</sub> )	Perda Calor (Q)	Perda de Energia
	(DN)	mm	W	Wh/ano
Colector 1	2 x DN 125	250	1040,27	8613395,27
	1 x DN 150	285	1523,38	6306809,01
	1 x DN 80	200	365,49	1513123,33
Colector 2	1 x DN 50	165	361,88	1498169,56
	1 x DN 65	185	523,21	2166090,65
	1 x DN 150	285	1523,38	6306809,01
	1 x DN 125	250	1040,27	4306697,64
CV LG 250	2 x DN 150	285	1523,38	12613618,02
Desgasificador	2 x DN 50	165	361,88	2996339,13
	2 x DN 40	150	297,51	2463416,27
	1 x DN 32	140	256,93	1063674,65
Tubagem para unidade K	1 x DN 125	250	1151,55	4767414,89
	1 x DN 50	165	485,49	2009927,76
Prensa 796	4 x DN 40	150	496,79	8226852,17
Prensa 895	2 x DN 50	165	485,49	4019855,51
Prensa 1021	2 x DN 50	165	485,49	4019855,51
Prensa 1502	2 x DN 50	165	485,49	4019855,51
Prensa 1427	2 x DN 50	165	485,49	4019855,51
		<b>Ano (2009)</b>	<b>12893,36</b>	<b>80931759,41</b>

## Anexo C – Cálculos de Optimização

- Isolamento térmico

Com o isolamento térmico a temperatura da parede exterior desse isolamento diminui para 40°C. Os valores da perda de calor, Q, e de perda de energia, apresentados na tabela 4.1, são determinados da mesma forma, pela equação 3.7, apenas com a alteração da temperatura da parede.

### Exemplo de cálculo para o investimento

O isolamento será feito com lã de rocha, cuja densidade é de 100 kg/m<sup>3</sup>. A empresa, Portugalisol Norte – Isolamento Industriais, forneceu as espessuras indicadas para os diversos diâmetros e custos respectivos ao ano de 2005. As características dos dados recolhidos na empresa encontram-se nas tabelas seguintes. Os custos indicados na tabela C.1 sofrem um agravamento de 7,5% para 2010.

**Tabela C. 1** Preço para tubagem recta, sem acessórios.

	<b>DN 15</b>	<b>DN 20</b>	<b>DN 25</b>	<b>DN 32</b>	<b>DN 40</b>	<b>DN 50</b>	<b>DN 65</b>	<b>DN 80</b>	<b>DN 100</b>	<b>DN 125</b>	<b>DN 150</b>
$\phi$ (")	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
Espessura (mm)	40	40	60	60	60	80	80	80	80	80	100
Preço (€/ml)	10,30	10,60	13,30	13,60	14	17,8	18,6	19,4	20,8	22	27,1

**Tabela C. 2** Tabela de equivalências para válvulas (€/ml).

$\phi$ (")	Válvulas
Até 1 ½"	2,5
De 2 a 3"	2,5
De 4 a 6"	3,0
De 8 a 10"	3,0
>10"	3,0

O investimento apresentado na tabela 4.2 é determinado a partir das tabelas C.1 (com o agravamento de 7,5%) e C.2, de seguida apresenta-se o exemplo de cálculo para o colector 1 – 2xDN 125.

Para o diâmetro nominal de 125 é retirado da tabela C.1:

$$\phi = 5''$$

$$\text{Preço (€/ml)} = 22 \times 1.075 = 23,65$$

Com  $\phi = 5''$ , na tabela C.2 retira-se a equivalência correspondente:

$$\text{equivalências} = 3,0 \text{ml / unidade}$$

2xDN 125 corresponde a 2 unidades com o diâmetro de 125 polegadas.

Então:

$$\text{Investimento(€)} = 3,0 \times 23,65 \times 2$$

$$\Leftrightarrow \text{Investimento(€)} = 141,9$$

### **Exemplo de cálculo para o retorno do investimento Pay-back**

Para o cálculo do Pay-back é necessário a determinação da Poupança de energia, com a implementação do isolamento térmico.

$$\text{Poupança energia} = \text{Perdas energia}_{\text{sem isolamento}} - \text{Perdas energia}_{\text{com isolamento}}$$

$$Poupan\c{c}a \text{ energia (kWh/ ano)} = 80931,8 - 1668,4$$

$$\Leftrightarrow Poupan\c{c}a \text{ energia (kWh/ ano)} = 79263,4$$

Utilizando a tabela A.1, a Poupan\c{c}a de energia em €/ano \u00e9 de 1109,69 €/ano.

$$Pay - back = \frac{Investimento \text{ total}(\text{€})}{Poupan\c{c}a \text{ energia}(\text{€/ ano})}$$

$$\Leftrightarrow Pay - back = \frac{1572,11}{1109,69} = 1,4 \text{ anos}$$

- Ilumina\c{c}o

**Exemplo de c\u00e1lculo para a determina\c{c}o da poupan\c{c}a de energia com a utiliza\c{c}o de balastros electr\u00f3nicos, no sector do armaz\u00e9m de mat\u00e9rias-primas.**

$$Poupan\c{c}a \text{ balastros electr\u00f3nicos} = Energia(kWh/ ano) \times 0,25$$

$$\Leftrightarrow Poupan\c{c}a \text{ balastros electr\u00f3nicos} = 8048,16 \times 0,25$$

$$\Leftrightarrow Poupan\c{c}a \text{ balastros electr\u00f3nicos} = 2012,05 \text{ kWh/ ano}$$

**Exemplo de c\u00e1lculo para a determina\c{c}o do investimento, no sector de armaz\u00e9m de mat\u00e9rias-primas.**

Conforme a pot\u00eancia das l\u00e2mpadas tem-se os seguintes pre\u00e7os, tabela C.3.

**Tabela C. 3** Custo, €, por pot\u00eancia, W.

Pot\u00eancia (W)	Custo (€)
58	51,8
36	40,88
18	29,68

De acordo com a tabela 3.7, a pot\u00eancia das l\u00e2mpadas no sector de armaz\u00e9m de mat\u00e9rias - primas \u00e9 de 36 W, ent\u00e3o:

$$\text{Investimento} = \text{Quantidade lúminárias} \times \text{custo}$$

$$\Leftrightarrow \text{Investimento} = 27 \times 40,88$$

$$\Leftrightarrow \text{Investimento} = 1103,76\text{€}$$

- Sector da pintura - Estufa IRK 6

As propriedades de cada solvente, da tinta, estão apresentadas na tabela seguinte. Valores recolhidos pelas fichas de segurança dos solventes, anexo D, e por bibliografia, [PERRY, 1993]

**Tabela C. 4** Propriedades físicas dos solventes em estudo.

Solventes	cp (cal/g°C)	Hv <sub>Teb</sub> (cal/g)	Tc (°C)	Teb (°C)
o-xileno	0,411	82,90	345	144,4
n-butanol	0,780	141,26	287	116
isobutanol	0,716	138,08	265	106,9
etilbenzeno	0,450	80,10	344	136,2
acetato-butilo	0,459	75,09	305,9	126,5
metoxipropanol	0,567	92,30	281	120
butilglicol	0,691	88,04	360,8	171,2

Como a temperatura de ebulição não é a temperatura de trabalho, é necessária a determinação do calor latente de vaporização, Hv, à temperatura de trabalho. A partir da correlação de Watson, estima-se os valores de Hv, [PERRY, 1993].

**Exemplo de cálculo para a determinação do calor latente de vaporização para o o-xileno, à temperatura de trabalho, T=160°C.**

$$\frac{Hv}{Hv_{Teb}} = \left( \frac{Tc - T}{Tc - Teb} \right)^{0,38}$$

$$\Leftrightarrow \frac{Hv}{82,90} = \left( \frac{345 - 160}{345 - 144} \right)^{0,38}$$

$$\Leftrightarrow Hv = 80,39 \text{ cal / g}$$

A tabela seguinte apresenta os valores obtidos.

**Tabela C. 5** Calor latente de vaporização para os diferentes solventes.

<b>Solventes</b>	<b>Hv (cal/g)</b>
o-xileno	80,39
n-butanol	126,16
isobutanol	118,19
etilbenzeno	76,48
acetato-butilo	69,42
metoxipropanol	82,81
butilglicol	89,98

**Exemplo de cálculo para a determinação do calor necessário para secar a placa de borracha, W, e a % perda de energia na estufa IRK6, passando a placa de borracha pela primeira máquina de pintura**

Para a determinação do calor necessário, Q, e % perda energia, apresentados na tabela 4.6. É necessário calcular a potência térmica correspondente à borracha, ao sólido e ao solvente evaporado, deste modo tem-se:

Placa de borracha

$$Q_{borracha} = \dot{m}_{borracha} \times c_{p_{borracha}} \times \Delta T$$

Considerando:

$$l = 1,315m$$

$$\Delta x = 3 \times 10^{-3} m$$

$$v = 9m / \text{min}.$$

Obtém-se:

$$\dot{m}_{borracha} = \rho \times v \times l \times \Delta x$$

$$\dot{m}_{borracha} = 940 \times 9 \times 1,315 \times 3 \times 10^{-3}$$

$$\dot{m}_{borracha} = 33,37 \text{ kg} / \text{min} = 556,25 \text{ g} / \text{s}$$

Sabendo que a placa de borracha entra na estufa a 70°C e sai a 160°C:

$$Q_{borrachas} = 556,25 \times 0,48 \times 90$$

$$\Leftrightarrow Q_{borrachas} = 24029,78 \text{ cal / s}$$

### Material sólido da tinta

$$Q'_{sólido} = \dot{m}_{sólido} \times cp_{sólido} \times \Delta T$$

$$\Leftrightarrow Q'_{sólido} = 22,5 \times 0,3 \times 90$$

$$\Leftrightarrow Q'_{sólido} = 607,5 \text{ cal / m}^2$$

$$Q_{sólido} = Q'_{sólido} \times v \times \frac{l}{60}$$

$$\Leftrightarrow Q_{sólido} = 119,83 \text{ cal / s}$$

### Solventes evaporados

$$Q'_{solvente} = \chi \times \dot{m}_{solvente} \times [cp \times \Delta T + H_v]$$

Onde  $\chi$  é o título, que é a razão entre a concentração do solvente e a concentração total. Este valor é determinado com base nos dados apresentados na tabela 4.5. deste modo, para o o-xileno, obtém-se:

$$\chi_{o-xileno} = \frac{18}{72}$$

$$\Leftrightarrow \chi_{o-xileno} = 0,25$$

Então:

$$Q'_{o-xileno} = 0,25 \times 2,5 \times (0,411 \times 90 + 80,39) = 73,36 \text{ cal / m}^2$$

$$Q'_{n-butanol} = 0,13 \times 2,5 \times (0,78 \times 90 + 126,16) = 61,36 \text{ cal / m}^2$$

$$Q'_{isobutanol} = 0,11 \times 2,5 \times (0,716 \times 90 + 118,19) = 50,73 \text{ cal} / \text{m}^2$$

$$Q'_{etilbenzeno} = 0,07 \times 2,5 \times (0,450 \times 90 + 76,48) = 20,31 \text{ cal} / \text{m}^2$$

$$Q'_{acetato-butilo} = 0,04 \times 2,5 \times (0,459 \times 90 + 69,42) = 11,53 \text{ cal} / \text{m}^2$$

$$Q'_{metoxipropanol} = 0,4 \times 2,5 \times (0,565 \times 90 + 82,81) = 134,59 \text{ cal} / \text{m}^2$$

$$Q'_{solvente} = 73,36 + 61,36 + 50,73 + 20,31 + 11,53 + 134,59$$

$$\Leftrightarrow Q'_{solvente} = 451,88 \text{ cal} / \text{m}^2$$

$$Q_{solvente} = Q'_{solvente} \times v \times \frac{l}{60}$$

$$\Leftrightarrow Q_{solvente} = 69,41 \text{ cal} / \text{s}$$

Então a potência térmica total necessária, W, é:

$$Q = 24029,78 + 119,83 + 69,41$$

$$Q = 24219,02 \text{ cal} / \text{s} = 101332,39 \text{ W}$$

Como a potência das lâmpadas são de 156000W, a % de perda de energia obtém-se:

$$\% \text{ perda energia} = 100\% - \left( \frac{\text{Calor necessário}}{\text{potência IRK 6}} \times 100\% \right)$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ perda energia} = 100\% - \left( \frac{101332,39}{156000} \times 100\% \right)$$

$$\Leftrightarrow \% \text{ perdas energia} = 35,04$$

### Alteração da velocidade do tapete na estufa IRK 6

Como medida de otimização, de forma a reduzir as perdas presentes, estudou-se o comportamento do calor necessário, Q (W), na estufa IRK6, com a alteração da velocidade, passando a placa de borracha pelas diferentes máquinas de pintura. Os valores obtidos para o percentual das perdas de energia, para a velocidade de 8 e 7 m/min, são obtidos da mesma forma que para a velocidade de 9 m/min, analisadas anteriormente.

Os resultados obtidos são apresentados na tabela C.6.

**Tabela C. 6** %Perda de Energia, na estufa IRK 6, com a alteração da velocidade.

		<b>6 cassetes Potência 156000W</b>
	velocidade (m/min.)	% Perda de Energia
<b>1ª Máq. pintura</b>	9	35,04
	8	42,26
	7	49,48
<b>2ª Máq. pintura</b>	9	34,84
	8	42,08
	7	49,32
<b>3ª Máq. pintura</b>	9	35,34
	8	42,53
	7	49,71
<b>1ª + 2ª Máq. pintura</b>	9	34,33
	8	41,63
	7	41,63

**Alteração da velocidade do tapete e das cassetes (potência das lâmpadas), na estufa IRK 6**

Na tabela 4.8 são apresentados os respectivos valores de % de eficiência da estufa de infravermelhos em estudo, com a alteração da velocidade do tapete e do número de cassetes do equipamento.

Para a 1ª máquina de pintura considerando 6 cassetes e uma velocidade de 9 m/min., obtém-se como calor necessário  $Q=101332,39$  W, tabela 4.7, então:

$$\% \text{Eficiência} = \frac{101332,39}{156000} \times 100$$

$$\Leftrightarrow \% \text{Eficiência} = 64,96$$

Para obtenção dos valores da % Eficiência para as outras potências, procede-se do mesmo modo que na determinação da eficiência para 6 cassetes a uma velocidade de 9 m/min.

No entanto cada cassete possui uma potência de 26 kW, portanto se a estufa em estudo possui uma potência de 156000 W, para reduzir o número de cassetes para 5, obtém-se:

$$Potência_{5 \text{ cassetes}} = 26 \times 5$$

$$\Leftrightarrow Potência_{5 \text{ cassetes}} = 130kW$$

## Anexo D – Fichas de Segurança

# FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS XILENOS

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: Xilenos mistos.  
Código interno de identificação do produto: Não aplicável.  
Nome da empresa: Makeni Chemicals Comércio e Indústria de Produtos Químicos Ltda.  
Endereço: Av. Presidente Juscelino, 570 – Diadema – SP – CEP 09950-370  
Telefone da empresa: (11) 4360-6400  
Telefone para emergências: 0800-111-767  
Fax: 11 4071-0694  
E-mail: [makeni@makeni.com.br](mailto:makeni@makeni.com.br)

### 2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Preparado:  
Nome químico comum ou nome genérico: Xileno.  
Sinônimos: Xilol, metiltolueno.  
Registro no Chemical Abstract Service (nº CAS): 1330-20-7.  
Ingredientes que contribuem para o perigo (acompanhados do nº CAS): Orto-Xileno: (11% massa); para+meta-Xileno: (34% massa); Etilbenzeno: (52% massa); Hidrocarbonetos C9+Aromáticos: (2% massa); Hidrocarbonetos Não Aromáticos até C10: (1% massa).

### 3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

#### Perigos mais importantes

#### Efeitos do produto

Efeitos adversos à saúde humana: Não disponível.  
Toxicidade aguda: Nocivo por inalação, ingestão e em contato com a pele.  
Efeitos ambientais: Nível de risco médio para sistemas aquáticos.

#### Perigos físicos e químicos:

Incêndio e explosão: Líquido inflamável. Pode acumular carga estática por fluxo ou agitação. Os vapores são mais pesados do que o ar e podem propagar-se para longas distâncias até fontes de ignição e inflamar-se.

Perigos específicos: Este produto é classificado como nocivo segundo os critérios da CEE (Comunidade Econômica Européia).

Principais sintomas: A ingestão e inalação dos vapores podem causar dor de cabeça, náuseas, tonteira, sonolência e confusão.

Classificação do produto químico: Não disponível.  
Visão geral de emergências: Não disponível.

#### 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

**Inalação:** Remover a vítima para local arejado. Se a vítima não estiver respirando, aplicar respiração artificial. Se a vítima estiver respirando, mas com dificuldade, administrar oxigênio a uma vazão de 10 a 15 litros/minuto. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.

**Contato com a pele:** Retirar imediatamente roupas e sapatos contaminados. Lavar a pele com água em abundância, por pelo menos 20 minutos, preferencialmente sob chuveiro de emergência. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.

**Contato com os olhos:** Lavar os olhos com água em abundância, por pelo menos 20 minutos, mantendo as pálpebras separadas. Usar de preferência um lavador de olhos. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.

**Ingestão:** Não provocar vômito. Se a vítima estiver consciente, lavar a sua boca com água limpa em abundância e misturar água para diluir o produto. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.

**Descrição breve dos principais sintomas e efeitos:** vide seção 3.

**Proteção do prestador de socorros e/ou notas para o médico:** O tratamento emergencial assim como os tratamentos médicos após superexposição devem ser direcionados ao controle do quadro completo dos sintomas e das condições clínicas do paciente. Tratamento sintomático. Não há antídotos específicos.

**Proteção dos brigadistas:** Nas operações de resgate utilizar equipamento autônomo de proteção respiratória.

#### 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

**Meios de extinção apropriados:** Aspersão d'água, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), espuma apropriada, neblina d'água, pó químico seco.

**Meios de extinção não apropriados:** A água isoladamente pode ser ineficiente, pois não resfria o xileno abaixo de seu ponto de fulgor. Não use jato de água sob pena de alastrar a área de incêndio.

**Perigos específicos:** Líquido inflamável. Perigoso quando exposto ao calor ou chama, seus vapores formam misturas explosivas com o ar. Pode acumular carga estática através de fluxo ou agitação. O vapor pode ser ignido através da carga estática. Sob a ação do calor há risco de explosão dos recipientes devido ao possível aumento da pressão interna de recipientes ou reservatórios hermeticamente fechados.

**Métodos especiais:** Não disponível.

**Proteção dos bombeiros:** Proteção completa contra fogo e equipamento autônomo de proteção respiratória.

#### 6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

##### **Precauções pessoais**

**Precauções mínimas:** Isolar a área. Manter afastadas pessoas sem função no atendimento da emergência. Sinalizar o perigo para o trânsito, e avisar ou mandar avisar as autoridades locais competentes. Eliminar toda fonte de fogo ou calor. Não fumar, não provocar faíscas. No caso de transferência do produto para recipientes de emergência, usar somente bombas à prova de explosão e aterrar eletricamente todos os elementos do sistema em contato com o produto. Não efetuar transferência sob pressão de ar ou oxigênio. Não inalar os vapores.

**Meio de proteção:** Equipamento de proteção individual: óculos de segurança herméticos para produtos químicos, botas, luvas e avental impermeáveis resistentes a solventes e proteção respiratória adequada.

**Remoção de fontes de ignição:** Não disponível.

**Controle de poeira:** Não disponível.

**Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosa e olhos:** Não disponível.

##### **Precauções ao meio ambiente**

**Sistemas de alarme:** Não disponível.

Medidas de emergência: Circundar as poças com diques de terra, vermiculita ou outros materiais inertes.

Precauções com o meio ambiente: Se possível, estancar o vazamento, evitando-se o contato com pele e roupas. Impedir que o produto ou as águas de atendimento a emergência atinjam cursos d'água, canaletas, bueiros ou galerias de esgoto, pois podem causar contaminação. Em caso de derramamento significativo contê-lo com diques de terra, areia ou similar.

Métodos para limpeza: Recolher o material absorvido em recipiente independente. Não jogar água. Cobrir o local com terra, areia, vermiculita ou similar. Recolher o solo e o material contaminado em outro recipiente independente.

Recuperação: Recolher o máximo possível do produto derramado para um tanque de emergência, providenciando aterramento adequado de todos os equipamentos utilizados. Manter devidamente etiquetado e bem fechado, para posterior reciclagem ou eliminação.

Neutralização: Absorver o líquido não recuperável com terra seca, vermiculita ou um absorvente seco.

Disposição: Não dispor em lixo comum. A disposição final desse material deverá ser acompanhada por especialista e de acordo com a legislação ambiental vigente.

Prevenção de perigos secundários: Não disponível.

## 7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

### Manuseio

Medidas técnicas: Providenciar ventilação local exaustora. Aterrizar eletricamente os elementos condutores do sistema em contato com o produto. Instalar cubas ou diques de contenção. Usar ferramentas antifascentes.

Prevenção da exposição do trabalhador: Não disponível.

Prevenção de incêndio e explosão: Não disponível.

Precauções para manuseio seguro: Evitar faíscas de origem elétrica, eletricidade estática, etc. Não fumar. Não efetuar transferências sob pressão de ar ou oxigênio. Evitar inalar os vapores.

Orientações para manuseio seguro: Manusear o produto em baixas temperaturas. Usar nas menores quantidades possíveis em áreas com ventilação adequada. Manipular respeitando as regras gerais de segurança e higiene industrial.

### Armazenamento

Medidas técnicas apropriadas: As instalações elétricas devem estar de acordo com as normas NEC (National Electrical Code) ou IEC (International Electrical Commission) e/ou ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). O piso de local de depósito deve ser impermeável, não-combustível e possuir valas que permitam o escoamento para reservatório de contenção. Tanques de estocagem devem ser circundados por diques de contenção e ter drenos para o caso de vazamento.

#### Condições de armazenamento

Adequadas: Armazenar em local limpo, frio, seco e com ventilação natural, à temperatura ambiente e pressão levemente acima da atmosférica. Conservar afastada luz solar direta, de fontes de ignição, calor e chamas.

A evitar: Não disponível.

De sinalização de risco: Não disponível.

Produtos e materiais incompatíveis: Ácido nítrico, agente oxidante forte e diclorodiantoina.

#### Materiais seguros para embalagens

Recomendadas: Aço inoxidável.

Inadequadas: Não disponível.

## 8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Medidas de controle de engenharia: Manusear em sistema fechado. Captar os vapores no ponto de emissão. Assegurar boa ventilação no local de trabalho.

Parâmetros de controle específicos:

Valor limite de exposição

-Valor limite (Brasil, portaria MTb 3214/78, NR 15-Anexo 11) : Limite de tolerância- média ponderada (48 h/semana)= 340 mg/m<sup>3</sup> (78 ppm).Grau de insalubridade= médio.

Valores limite (EUA, ACGIH): TLV/TWA (40 h/semana)= 434 mg/m<sup>3</sup> (100 ppm).

**Limites de exposição ocupacional**

Indicadores biológicos: Não disponível.

Outros limites e valores: Não disponível

Procedimentos recomendados para monitoramento: Monitoramento ambiental e pessoal em intervalos regulares.

**Equipamento de proteção individual apropriado**

Proteção respiratória: Semimáscara com filtro químico.Equipamento autônomo de proteção respiratória no caso de ventilação insuficiente.

Proteção das mãos: Luvas de PVC.

Proteção dos olhos: Óculos de segurança herméticos para produtos químicos (contra respingos).

Proteção da pele e do corpo: Roupas de PVC, botas.

Precauções especiais:

Medidas de higiene: Higienizar roupas e sapatos após o uso.Métodos gerais de controles utilizados em higiene Industriais devem minimizar a exposição ao produto.Não comer, beber ou fumar ao manusear produtos químicos.

## 9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado físico: Líquido.

Cor: Incolor.

Odor: Característico (aromático).

pH: Não se aplica (produto não dissociável).

Ponto de ebulição: 137-143 °C.

Faixa de destilação: Não disponível.

Ponto de fusão: Não disponível

Temperatura de decomposição: Não disponível

Ponto de fulgor: 17-25 °C.

Temperatura de auto-ignição: 345 °C.

Pressão crítica: 36 Kg/cm<sup>2</sup>.

Temperatura de auto-inflamabilidade: 464 °C.

Limites de explosividade inferior/superior: 1%; 7%.

Pressão de vapor: 0,8 kPa.

Densidade de vapor (ar): 3,7.

Densidade específica (água): 0,862 a 0,872 a 20 °C.

**Solubilidade:**

Na água: Praticamente insolúvel.

Em solventes orgânicos: Acetona, benzeno, etanol e éter dietílico.

Coefficiente de partição octanol/água: 3,33.

Viscosidade: 0,682 cP.

Tensão superficial: 29,6 dina/cm.

Fórmula química: C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>.

Massa molecular: 106,17.

Taxa de evaporação: Não disponível.

Outras informações: Os valores aqui apresentados são valores típicos, determinados experimentalmente, podendo variar de amostra para amostra, em função da eventual presença de impurezas.Assim sendo, estes valores podem ser ligeiramente diferentes daqueles constatados para um determinado lote do produto.

## 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Estabilidade: Estável à temperatura ambiente e sob condições normais de uso.

Reações perigosas:

Condições a evitar: O contato com agentes oxidantes fortes aumenta o risco de incêndio e explosão. Reação com ácido nítrico e diclorohidratoína pode ser explosiva.

Materiais ou substâncias incompatíveis: Ácido nítrico, agentes oxidantes fortes e diclorohidratoína.

Necessidade de adicionar aditivos e inibidores: Não disponível.

Produtos perigosos da decomposição: Por combustão libera gases irritantes e tóxicos, aldeídos, dióxido de carbono, hidrocarbonetos, monóxido de carbono.

Outros dados: Ataca certos plásticos, borracha e revestimentos.

## 11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

### Toxicidade aguda:

Inalação: LC50-inalação-rato=5.000 ppm (4h).

Contato com a pele: LD50-pele-coelho>1.700 mg/kg.

Ingestão: LD50-oral-rato=4.300 mg/kg.

Sintomas agudos: Exposições por ingestão e inalação, mesmo por curto período, podem causar depressão do sistema nervoso central com tontura, sonolência, perda de apetite, dor de cabeça, náuseas, perda de coordenação, confusão e inconsciência.

### Efeitos locais:

Inalação: Irritante para o aparelho respiratório.

Contato com a pele: Irritante para a pele.

Contato com os olhos: Altamente irritante para os olhos. Pode causar irritação na conjuntiva.

Sensibilização: Não disponível.

### Toxicidade crônica:

Contato com a pele: Contato repetido ou prolongado pode causar dermatite.

Efeitos toxicologicamente sinérgicos: Não disponível.

### Efeitos específicos:

Mutagenese: Experimentos com animais em laboratório resultaram em efeitos mutagênicos.

Toxicidade para reprodução: Experimentos com animais em laboratório resultaram em efeitos mutagênicos teratogênicos e reprodutivos.

### Substâncias que causam efeitos

Aditivos: Não disponível.

Potenciação: Não disponível.

## 12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

Mobilidade: Potencial para mobilidade no solo é muito alto.

Volatilidade: Produto volátil.

Compartimento alvo do produto: Água, solo e ar.

### Degradabilidade

Degradação abiótica: O produto é fotodegradável.

Biodegradabilidade: Produto biodegradável.

### Bioacumulação:

Fator de bioconcentração: BCF=20. Baixo potencial para bioconcentração.

Coefficiente de separação octanol/água: 3,33.

### Comportamento ambiental esperado/ecotoxicidade:

Efeitos sobre organismos aquáticos: LC50 (96 h)-peixe (fathead minnow)= 16 mg/l.

LC50 (48 h)-peixe (golden orfe)= 110 mg/l.

LC50 (5 min)-bactéria (photobacterium phosphoreum) = 16

ppm.

## 13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

### Produto

Restos de produtos: Não descartar diretamente em sistemas de esgotos e cursos d'água.

Destruição/eliminação: Incinerar ou aterrar em instalação autorizada.

### Embalagem usada:

Descontaminação/limpeza: Não reutilizar as embalagens. Esvaziá-las completamente antes da eliminação.

Destruição/eliminação: Incinerar ou aterrar em instalação autorizada.

Nota: Chama-se a atenção do utilizador para possível existência de regulamentações locais aplicáveis relativas à eliminação.

## 14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

### Regulamentações nacionais e internacionais

Terrestres: Número ONU: 1307

Classe de risco: 3

Provisões especiais: 102

Quantidade isenta: 333

Férrea/rodoviária (RID/ADR): Número ONU: 1307

Classe de risco: 3

Marítimo: Não disponível.

Aéreo: Número ONU: 1307

Classe de risco: 3

Grupo de embalagem: II

Etiquetagem: 3 Líquido Inflamável.

Avião de carga: Instruções de embalagem: 307

Quantidade máxima por recipiente: 60 L.

Avião de passageiros: Instruções de embalagem: 305 e Y305.

Quantidade máxima por recipiente: 1 L e 5 L.

Regulamentações adicionais: As regulamentações acima referidas são as que se encontram em vigor no dia da atualização da FISPQ. Considerando-se a evolução contínua das regulamentações de transporte de matérias perigosas, é aconselhável assegurar-se da validade das mesmas junto da agência comercial responsável.

Quando o produto for classificado como perigoso para o transporte:

Número ONU: 1307

Nome apropriado para embarque: Xilenos.

Classe de risco: 3.

Número de risco: Não disponível.

Grupo de embalagem: II

## 15. REGULAMENTAÇÕES

Regulamentações: Regulamentações Nacionais (MT, Portaria 204/1997).

Informações sobre riscos e segurança conforme escritas no rótulo: Líquido inflamável.

Frases de risco: R11 Substância inflamável.

R20/21 Nocivo quando inalado e em contato com a pele.

R38 Irritante para a pele.

Frases de segurança: S2 Manter longe do alcance das crianças.

S25 Evitar contato com os olhos.

## 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

As informações contidas nessa ficha de segurança foram obtidas de fontes confiáveis e representam o melhor conhecimento sobre a composição, manuseio, transporte, armazenagem do produto, medidas cabíveis em caso de acidentes, riscos e perigos a saúde ou segurança pessoal, na data de sua publicação. Portanto, recomendamos que as informações aqui contidas sejam seguidas para o

uso adequado do produto, devendo o usuário manter boas condições de trabalho, segundo as legislações locais, nacionais e internacionais. As condições ou métodos de manuseio, armazenagem e disposição do produto estão fora do nosso alcance e conhecimento. Por essa e outras razões, nos não assumimos perdas, danos ou custos surgidos ligados a manuseio, armazenagem, uso e disposição deste produto. Se o produto for usado como componente em outro produto, esta ficha de segurança não será mais válida.

## N-BUTANOL

### Descrição/Aplicações

O n-butanol é um solvente orgânico, miscível em quase todos os solventes orgânicos, e com relativa solubilidade em água. Suas principais aplicações são na produção de plastificantes, indústria de tintas e vernizes, acetatos e acrilatos. Encontra aplicação também na fabricação de éteres glicólicos, perfumes, intermediários para detergentes e antibióticos.

Especificações	Unidade	Valores
Pureza	% peso	99,3 mín.
Cor	Pt/Co	10 máx.
Teste sulfúrico	Pt/Co	10 máx.
Densidade ( 25 / 25 °C )		0,806 – 0,811
Acidez (como ácido acético)	% peso	0,005 máx.
Aldeídos (como butiraldeído)	% peso	0,03 máx.
Água	% peso	0,05 máx.
Di-normal-butil-éter (DNBE)	ppm	200 máx.
Iso-butanol (IBA)	% peso	0,10 máx.

- As garantias do produto são aplicáveis, desde que seu uso, manuseio e estocagem, sejam de forma adequada, conforme recomendações.

Propriedades	Unidade	Valores
Peso molecular		74
Fórmula química		C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O
Ponto de fulgor	°C	36
Ponto de ebulição, 1 atm	°C	118
Índice de refração, 20 °C		1,3971
Estado físico		Líquido

- Os valores de propriedades acima são dados de referência, não se constituindo parâmetros de garantia.

### Embalagem

A granel, em carros tanques de aço inox.

### Estocagem

Recomendamos tanques de aço carbono com selagem de nitrogênio, e cuidados com ação de umidade. Utilizando-se aço inox o tempo de vida útil do produto é maior, em contrapartida, sem selagem aumenta a tendência de absorção de umidade.

05/2010



As informações deste catálogo foram obtidas através dos valores médios dos testes realizados e podem ser alterados sem prévio aviso

# FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

## ISOBUTANOL

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

**Nome do Produto:** ISOBUTANOL.

**Nome da Empresa:** Makeni Chemicals Comércio e Indústria de Produtos Químicos Ltda.

Av. Presidente Juscelino, 570 – Diadema – SP – CEP 09950-370

Telefone: (0XX11) 4360-6400 / 0800197597

Telefone de Emergência: 0800-111767

Fax: 4071-0693

E-mail: makeni@makeni.com.br

### 2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE INGREDIENTES

**Substância:** ISOBUTANOL.

**Nome químico comum ou o nome genérico:** ISOBUTANOL.

**Sinônimos:** Álcool Isobutílico, isopropilcarbinol, 2-metil-1-propanol, 1-hidroximetil propano.

**Registro no Chemical abstract Service (n°CAS):** 78-83-1

**Ingredientes que contribuem para o perigo:** não disponível

### 3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

**Perigos mais importantes e efeitos do produto.**

**Efeitos adversos à saúde humana:** o produto é prejudicial à saúde.

**Efeitos ambientais:** Miscível com água podendo contaminar esgotos, rios, córregos e outras correntes de água.

**Perigos físicos e químicos:** Inflamável.

**Perigos específicos:** não disponível

**Principais sintomas:**

- **Ingestão:** Pode ocorrer dor de cabeça. Podem ocorrer tontura e sonolência. Pode causar desconforto abdominal, náuseas, vômitos e diarreia.
- **Absorção pela Pele:** Contato prolongado ou repetitivo pode resultar na absorção de quantidades potencialmente prejudiciais do material.
- **Inalação:** Causa irritação no trato respiratório, na forma de desconforto nasal e coriza, com tosse e dor no peito. Pode ocorrer perda dos sentidos. Podem ocorrer dor de cabeça, náuseas, vômitos, tontura e sonolência.
- **Contato com a Pele:** Os efeitos podem incluir aqueles descritos para ingestão.
- **Contato com os olhos:** Causa irritação severa, na forma de desconforto ou dor e lacrimejamento excessivos, com vermelhidão intensa e acentuada e inchaço da conjuntiva.

**Classificação do produto químico:** produto classificado pela ONU como inflamável.

**Visão geral de emergências:** em caso de vazamentos, incêndios e contaminação humana ou ambiental acionar as autoridades locais e assistência médica imediatamente.

### 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Mantenha a vítima tranqüila. Devem ser tomadas as ações necessárias para garantir a saúde do prestador de socorros, antes de se aplicarem medidas de primeiros socorros.

**Inalação:** Remover para o ar fresco. Dar respiração artificial, se não respirar. Se a respiração estiver difícil, pode ser dado oxigênio por pessoal qualificado. Obter cuidados médicos.

**Contato com a pele:** Remover as roupas contaminadas. Lavar a pele com água e sabão. Se a irritação persistir, obter cuidados médicos. Lavar as roupas antes de usá-las novamente.

**Contato com os olhos:** Imediatamente, irrigar os olhos com água, prolongadamente. Não remover as lentes de contato. Obter cuidados médicos, sem demora, de preferência de um oftalmologista.

**Ingestão:** Se o paciente estiver completamente consciente, dar dois copos de água ou leite imediatamente. Não Induzir ao Vômito. Obter cuidados médicos sem demora.

**Principais sintomas e efeitos:** vide seção 3.

**Proteção para o prestador de socorros e/ou notas para o médico:** utilizar os EPI's descritos na seção 8.

## 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

**Meios de extinção apropriados:** Usar espumas para solventes polares, segundo as técnicas recomendadas pelo fabricante, para grandes incêndios. Usar dióxido de carbono ou pó químico seco, para pequenos incêndios.

**Meios de extinção inapropriados:** métodos não descritos acima.

**Perigos específicos:** O retrocesso da chama pode ocorrer durante o arraste de vapor. O vapor pode explodir se a ignição for em área fechada.

**Métodos especiais:** Usar água em "spray" para resfriar recipientes e estruturas expostos ao fogo.

**Proteção de bombeiros:** Utilizar equipamentos especiais de proteção ao fogo.

## 6. MEDIDA DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

**Precauções pessoais (remoção de fontes de ignição):** não fumar, não provocar faíscas, desligar todos os circuitos elétricos.

**Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosas, e olhos:** Utilize os EPI's descritos na seção 8 para se aproximar da área afetada pelo vazamento.

**Precauções ao meio ambiente:** Se possível interrompa o vazamento imediatamente. Circunscreva o local com barreiras de contenção (use terra, areia, etc).

**Sistemas de alarme:** Acione o alarme se disponível no local.

**Métodos de limpeza:** recolher o produto com bomba de sucção, lavar o local e recolher a água de lavagem. Devem se tomar os cuidados necessários para o produto não atingir fontes de água corrente.

**Prevenção de perigos secundários:** não descarte o material colhido sem tratamento prévio.

## 7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

### **Manuseio:**

Manusear o produto com os EPI's descritos na seção 8. Não coloque o produto junto a fontes de ignição. Sempre alivie a pressão antes de abrir um compartimento que contenha o produto. Ventile o local para dispersão dos vapores. Evite contato com produtos incompatíveis descritos na seção 10. Não descarte o produto sem tratamento prévio.

### **Armazenamento:**

Deve ser armazenado em local para líquidos inflamáveis e manter longe de ignição ou luz solar direta, em lugar ventilado. Sinalizar seus riscos no local de armazenagem. Coloque o produto afastado de outros produtos

incompatíveis. Como os vapores são mais pesados que o ar, podem acumular e se locomover para fontes de ignição. Grandes quantidades devem ser armazenadas em tanques de metal ou tambores.

## 8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

**Medidas de controle de engenharia:** Deve existir dique de contenção ao redor dos tanques com capacidade superior a metade da capacidade total dos tanques. Manter as válvulas de dreno do dique fechadas. Após chuva, abrir a válvula até escoar toda água e fechar novamente em seguida. Ventilação local adequada, sistema de exaustão e outros controles de engenharia necessários para manter os níveis de exposição abaixo dos limites recomendados. Chuveiros de emergência e lava-olhos devem estar próximos ao local de trabalho.

**Parâmetros de controle específicos:**

-Limites de exposição ocupacional: não disponível

-Indicadores biológicos: não disponível

-Outros limites e valores: não disponível

**Equipamentos de proteção individual:**

Proteção respiratória: máscara semi-facial com filtro contra vapores orgânicos.

Proteção das mãos: luvas de neoprene ou nitrila.

Proteção dos olhos: Óculos de acrílico com proteção lateral.

Proteção da pele e do corpo: roupa completa de PVC.

**Precauções especiais:** nunca entre em contato direto com o produto.

**Medidas de higiene:** não se alimente no local de trabalho. Lave bem as mãos antes de se alimentar. Tome banho logo após a jornada de trabalho.

## 9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

**Aspecto:** Líquido oleoso, incolor, com odor leve de álcool.

a) pH: não aplicável

b) Temperaturas específicas ou faixas de temperaturas nas quais ocorrem mudança de estado físico:

- Ponto de ebulição: 107,9° C

- Faixa de destilação: não pertinente

- Ponto de fusão: -108° C

c) Temperatura de decomposição:

d) Ponto de fulgor: 27,8° C (fechado)

e) Temperatura de auto-ignição: não disponível

f) Limite de explosividade inferior/superior: 1,7 / 10,6%

g) Pressão de vapor: 7,1 mm Hg a 20° C

h) Densidade do vapor: Densidade do vapor: 2,1

i) Densidade: 0,803 a 20° C (água =1)

j) Solubilidade: 10% a 25° C

k) Coeficiente de partição octanol/água: não disponível

l) Taxa de evaporação: (ÉTER=1): 16,3

## 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

**Estabilidade química:** estável.

**Condições a evitar:** luz solar direta, alta temperatura, umidade e fontes de ignição.

**Materiais ou substâncias incompatíveis:** agentes oxidantes fortes, halogênios, ácidos inorgânicos fortes, aldeídos, compostos halogenados.

**Aditivos e inibidores:** não aplicável

**Produtos perigosos da decomposição:** monóxido de carbono e dióxido de carbono.

## 11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

### Toxicidade Aguda:

- **Ingestão:** Pode ocorrer dor de cabeça. Podem ocorrer tontura e sonolência. Pode causar desconforto abdominal, náuseas, vômitos e diarreia.
- **Absorção pela Pele:** Contato prolongado ou repetitivo pode resultar na absorção de quantidades potencialmente prejudiciais do material.
- **Inalação:** Causa irritação no trato respiratório, na forma de desconforto nasal e coriza, com tosse e dor no peito. Pode ocorrer perda dos sentidos. Podem ocorrer dor de cabeça, náuseas, vômitos, tontura e sonolência.
- **Contato com a Pele:** Causa irritação, com desconforto, vermelhidão no local e possível inchaço.
- **Contato com os olhos:** Causa irritação severa, na forma de desconforto ou dor, piscar e lacrimejamento excessivos, com vermelhidão intensa e acentuada e inchaço da conjuntiva.

**Toxicidade Crônica:** Podem resultar ressecamento e rachaduras na pele, a partir da exposição prolongada a este material, devido à sua ação desengordurante.

**Sensibilização:** O contato com a pele pode agravar uma dermatite existente.

**Efeitos específicos:** A inalação do material pode agravar a asma e os distúrbios pulmonares inflamatórios ou fibróticos. Nos estudos durante o período de vida envolvendo a administração de isobutanol através do tubo estomacal ou através de injeções, sobre a pele, os ratos experimentaram uma incidência aumentada em lesões e tumores no fígado. A importância deste relato em relação aos seres humanos é desconhecida.

## 12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

a) **Mobilidade:** Miscível com água, podendo contaminá-la.

b) **Persistência/degradabilidade:** Deve se tomar um cuidado extremo para o produto não contaminar o solo e a água. Boa biodegradabilidade.

c) **Bioacumulação:** Não se espera uma alta bioacumulação.

d) **Comportamento esperado:** vide mobilidade.

e) **Impacto ambiental:** pode haver contaminação do meio ambiente.

f) **Ecotoxicidade:**

### TOXICIDADE AOS ORGANISMOS AQUÁTICOS:

#### Peixe:

- Espécie não determinada = letal (1 hora) 4.680 ppm – água continental

#### Algas:

- L.tox. T.I.M.C. *Microcystis aeruginosa* = 290 mg/l  
*Scenedesmus quadricauda* = 350 mg/l (alga verde)

### TOXICIDADE EM OUTROS ORGANISMOS:

#### Bactérias:

- L.:tox T.I.M.C. *Pseudomas putida* = 280 mg/l

#### R.M. Mutagênicos:

- E. coli: "mmo" = 25.000 ppm / *Saccharomyces cerevisiae*: "cyt" = 20 m mol / tubo

#### Protozoários:

- L. tox T.I.M.C. *Entosiphon sulcatum* = 295 mg/l  
*Uronema parduczi* (Chatton-Lwoff) = 169 mg/l

Taxa de Toxicidade aos organismos aquáticos: TLm (96 hs) = 100 – 1.000 ppm

## 13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

**Produto:** Dissolver em solventes combustíveis. Queimar em um incinerador químico, equipado com pós-queimador e lavador de gases. Tomar os devidos cuidados na ignição, pois o produto é inflamável. Recomenda-se o acompanhamento por um especialista do órgão ambiental.

**Restos do produto:** Em concentrações muito baixas na água, este produto é biodegradável num planta biológica de tratamento de efluentes.

**Embalagens:** devem ser descartadas de acordo com as leis federais.

## 14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

### Regulamentações nacionais e internacionais:

- a) Terrestre: ONU 1212
- b) Fluvial: não disponível
- c) Marítimo: Código IMDG: 1212
- d) Aéreo: Código ICAO/IATA: 1212

As medidas descritas na seção 7 também são aplicáveis ao transporte deste produto.

Número da ONU: 1212

Nome apropriado para embarque: UN 1212 ISOBUTANOL (ÁLCOOL ISOBUTÍLICO)

Classe de risco: 3

Número de risco: 30

Grupo de embalagem: III

## 15. REGULAMENTAÇÕES

Este produto deve estar de acordo com as leis federais na sua utilização.

### Informações sobre riscos e segurança conforme escritas no rótulo:

- R 12 Extremamente inflamável..
- R 20/21/22 Nocivo por inalação, em contato com a pele e por ingestão.
- R 36/37/38 Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele.
- S 16 Manter afastado de qualquer chama ou fonte de faísca - Não fumar.
- S 24/25 Evitar o contato com a pele e olhos.
- S 37/39 Usar luvas e equipamento protetor para a vista/face adequados.
- S 43 Em caso de incêndio utilizar espumas para solventes polares, segundo as técnicas recomendadas pelo fabricante, para grandes incêndios. Usar dióxido de carbono ou pó químico seco, para pequenos incêndios.
- S 45 Em caso de acidente ou indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível mostrar-lhe o rótulo).

## 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

### Declaração de responsabilidade:

As informações contidas nessa ficha de segurança foram obtidas de fontes confiáveis e representam o melhor conhecimento sobre a composição, manuseio, transporte, armazenagem do produto, medidas cabíveis em caso de acidentes, riscos e perigos a saúde ou segurança pessoal, na data de sua publicação. Portanto, recomendamos que as informações aqui contidas sejam seguidas para o uso adequado do produto, devendo o usuário manter boas condições de trabalho, segundo as legislações locais, nacionais e internacionais. As condições ou métodos de manuseio, armazenagem e disposição do produto estão fora do nosso alcance e conhecimento. Por essa e outras razões, nós não assumimos perdas, danos ou custos surgidos ligados a manuseio, armazenagem, uso e disposição deste produto. Se o produto for usado como componente em outro produto, esta ficha de segurança não será mais válida.



## FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA

### 1. IDENTIFICAÇÃO DA PREPARAÇÃO E DA EMPRESA

#### Identificação de produto

**Nome comercial:** CONSOLITH

#### Identificação do fabricante / fornecedor

**Fabricante / fornecedor:** TecnoCrete

**Morada:** Rua Pedro Nunes, 45, 3.º Dto  
1050-170 Lisboa Portugal

**Telefone:** 21 316 29 29

**Fax:** 21 385 49 80

#### **Telefones de emergência:**

Número Nacional de Emergência: 112

INEM: 217 950 143 Fax: 217 937 124

### 2. COMPOSIÇÃO / INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES

**Caracterização química:** silicato de etilo com co-polímero de vina  
em solução de acetato de butilo.

#### **Componente perigoso:**

##### **Acetato de butilo**

Concentração: > 95%

Nº CAS: 123-86-4

Frase de risco: R 10 - Inflamável

### 3. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

Produto inflamável

#### **4. PRIMEIROS SOCORROS**

##### **Recomendações gerais**

É aconselhável chamar o médico em caso de indisposição de algum trabalhador e apresentar-lhe a ficha de segurança.

##### **Em caso de inalação**

Arejar o local e transportar imediatamente o trabalhador para fora do local.

##### **Em caso de contacto com a pele**

Lavar imediatamente com água e sabão. Retirar imediatamente a roupa suja. Não deixar que a roupa seque no corpo. Em caso de irritação persistente da pele consultar o médico.

##### **Em caso de contacto com os olhos**

Quando houver contacto com os olhos lavar os olhos com água durante 15 minutos e consultar o médico.

##### **Em caso de ingestão**

Lavar imediatamente a boca com água.  
Não provocar vômitos.  
Consultar o médico.

#### **5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS**

##### **Meio de extinção adequado:**

Dióxido de carbono  
Pó de extinção de fogo  
Espuma

##### **Meio de extinção inadequado por motivos de segurança**

Jacto de água

##### **Perigos específicos da substância e seus produtos de combustão**

Em caso de incêndio podem ser libertados:  
Monóxido de carbono ( CO )  
Dióxido de carbono

##### **Medidas de protecção em caso de intervenção**

Mandar evacuar qualquer pessoa não indispensável  
Usar aparelho autónomo de respiração independente

## 6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE DERRAME ACIDENTAL

### **Precauções individuais/colectivos**

- Respeitar as medidas de protecção mencionadas na secção 5
- Respeitar as medidas de protecção mencionados na secção 8
- Tentar parar a fuga sem expor o pessoal
- Afastar os materiais incompatíveis
- Em caso de exposição a vapores utilizar protecção respiratória

### **Precauções ambientais**

- No caso do derrame atingir as águas o solo ou as canalizações, comunicar às autoridades responsáveis

### **Métodos de limpeza / remoção**

- Recolher o produto com a ajuda de meios mecânicos
- Se possível, delimitar com areia o material derramado
- Meter o material a eliminar num recipiente fechado e rotulado
- Lavar abundantemente o local com água

## 7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM

### **Manuseamento**

- Na preparação e aplicação devem usar-se luvas e óculos de protecção
- A limpeza das ferramentas deve ser feita com acetona

### **Armazenagem**

- Este produto é fornecido em conjuntos de 25 litros
- As embalagens devem ser conservadas
- Em local ventilado e fresco
- Ao abrigo dos raios solares directos
- Ao abrigo da luz
- Afastado de substâncias combustíveis
- Em recipientes limpos

### **Outras precauções**

- Prever instalações eléctricas estanques e anti-corrosão
- Advertir o pessoal dos perigos do produto
- Respeitar as medidas de protecção mencionadas na secção 8

## 8. CONTROLO DE EXPOSIÇÃO / PROTECÇÃO INDIVIDUAL

**Concentração admissível no ar:** 150 ppm (710 mg/m<sup>3</sup>)

### **Medidas de ordem técnica**

Locais de trabalho arejados  
Prever uma aspiração local adequada

### **Protecção respiratória**

Máscara facial de protecção

### **Protecção das mãos**

Luvas de protecção em PVC ou em borracha natural

### **Protecção dos olhos**

Óculos de protecção

### **Protecção do corpo**

Vestuário protector adequado podendo incluir botas em Neopreno, capacete, etc.

### **Medidas de higiene específicas**

Chuveiros no local de trabalho

## 9 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Dados disponíveis relativamente ao acetato de butilo.

### **Aspecto**

**Estado físico:** líquido

**Côr:**

**Odor:** a fruta

### **Dados relativos de segurança:**

**Ponto de inflamação:** 98° C

**Ponto de ignição:** 790° F (421° C)

**Densidade a 20°C:** 0.8826

**Solubilidade:** solúvel em álcool, éter e hidrocarbonetos, ligeiramente solúvel em água

**Ponto de congelação (20° C):** -75° C

**Ponto de ebulição:** 126,3° C

**Pressão de vapor:** 8,7 mm Hg

Vapor mais denso que o ar

## 10. ESTABILIDADE E REACTIVIDADE

**Condições a evitar:** evitar a proximidade de chama

**Matérias a evitar:** nitratos, oxidantes, ácidos e bases fortes

## 11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA

Vias de exposição: inalação, ingestão, contacto com a pele e olhos.

LD50 oral em ratos: 14,13 g/kg.

Moderadamente tóxico e irritante para a pele.

Os sintomas potenciais de exposição prolongada são: dores de cabeça, secura, irritação dos olhos, do aparelho respiratório superior e da pele.

A exposição a baixas doses de acetato de butilo pelos seres humanos e pelos animais provoca irritação nasal, respiratória e dos olhos.

A exposição a altas doses em experiências com animais provocou narcose.

Exposições repetidas podem provocar alterações renais e sanguíneas.

## 12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA

É proibido o vazamento em canais de esgotos, canalizações de água ou solos.

## 12. QUESTÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO

### **Tratamento dos resíduos**

Os resíduos de acetato de butilo devem ser incinerados de acordo com a legislação em vigor.

### **Tratamento das embalagens**

As embalagens vazias e limpas podem ser reutilizadas, recicladas ou eliminadas em conformidade com a legislação em vigor.

A água de lavagem das embalagens deve ser tratada como um resíduo

## 14. INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTE

Etiqueta: Produto inflamável

Consultar a Portaria nº 1196-C/97 que aprova o Regulamento de mercadorias perigosas por estrada (RPE).

## 15. INFORMAÇÕES SOBRE REGULAMENTAÇÃO

Rotulagem segundo a Portaria nº 1152/97  
Contém acetato de butilo

Frase de risco: Inflamável

## 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

A informação constante nesta Ficha de Dados de Segurança corresponde ao estado actual dos nossos conhecimentos e da nossa experiência do produto, e não é exaustiva.

Não pode no entanto implicar uma garantia da nossa parte, nem responsabilidade quanto ao emprego dos nossos produtos, se as condições de utilização não estiverem sob o nosso controlo. Esta informação, não dispensa o utilizador do produto de respeitar a legislação em vigor relativa às substâncias químicas, à segurança, à higiene e à protecção da saúde humana e do ambiente.

Legislação consultada: Portaria nº 732/96 de 11/12  
D.L. 330-A de 2/11  
Portaria nº 1152/97 de 12/11



VELATURA 60 CARVALHO DOURADO  
Código: 16955060



### 1. IDENTIFICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA/ PREPARAÇÃO E DA SOCIEDADE/EMPRESA

- 1.1 Descrição do artigo: **VELATURA 60 CARVALHO DOURADO**  
Código: 16955060
- 1.2 Utilizações previstas: Velatura para madeira.
- 1.3 Empresa: **BARBOT - INDÚSTRIA DE TINTAS, S.A.**  
Rua da Palmeira, 204-240 - 4430-953 - V.N. de Gaia (Portugal)  
Telefone: 22 7169200 - Fax: 22 7169218 - ids@barbo.pt
- 1.4 Telefone de emergência: +351 808250143 (24 h.) (Centro de Informação Antivenenos)

### 2. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS

- 2.1 Classificação CE: F:R11 | Xi:R36 | R67
- 2.2 Efeitos adversos: Facilmente inflamável. Irritante para os olhos. Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.

### 3. COMPOSIÇÃO/INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES

- 3.1 Descrição química:  
Solução de resina de butiral-polivinilo.
- 3.2 Componentes perigosos:  
Substâncias que intervêm numa percentagem superior ao limite de isenção e representam perigo para a saúde e/ou para o meio ambiente, e/ou com um valor limite de exposição comunitário no local de trabalho:
- |  |                                    |               |                        |
|--|------------------------------------|---------------|------------------------|
| 50 -> 100 %  | 1-metoxi-2-propanol                | EC 203-539-1  | Índice nº 603-064-00-3 |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       | R10                                | CAS 107-98-2  | ATP12                  |
| 25 < 50 %  | Álcool isopropílico                | EC 200-661-7  | Índice nº 603-117-00-0 |
| <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | F:R11   Xi:R36   R67               | CAS 67-63-0   | ATP26                  |
| < 0,5 %  | 2-metoxipropanol                   | EC 216-455-5  | Índice nº 603-106-00-0 |
| <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>            | R10   Repr.Ca2:R61   Xi:R41-R37/38 | CAS 1589-47-5 | ATP25                  |
- Para maior informação sobre componentes perigosos, ver as secções 8, 11, 12 e 16.

### 4. PRIMEIROS SOCORROS



Em caso de dúvida, ou quando persistirem os sintomas do mal-estar, procurar cuidado médico. Nunca administrar nada pela boca a pessoas em estado de inconsciência.

- 4.1 Por inalação:  
Transportar o acidentado para o ar livre fora da zona contaminada. Se a respiração estiver irregular ou parada, aplicar a respiração artificial. Se a pessoa está inconsciente, colocar em posição de segurança apropriada. Manter coberto com roupa de abrigo enquanto se procura assistência médica.
- 4.2 Por contacto com a pele:  
Remover imediatamente a roupa contaminada. Lavar a fundo as zonas afectadas com abundante água fria ou morna e sabão neutro, ou com outro produto adequado para limpeza da pele. Não empregar solventes.
- 4.3 Por contacto com os olhos:  
Remover as lentes de contacto. Lavar por irrigação os olhos com água limpa abundante e fresca pelo menos durante 15 minutos, mantendo as pálpebras afastadas, até que a irritação diminua. Procurar imediatamente assistência médica especializada.
- 4.4 Por ingestão:  
Em caso de ingestão, consultar imediatamente o médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo. Não provocar o vômito, devido ao risco da aspiração. Manter a vítima em repouso.



VELATURA 60 CARVALHO DOURADO  
Código: 16955060



## 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

### 5.1 Meios de extinção:

Extintor de pó ou CO<sub>2</sub>. Em caso de incêndios mais graves usar também espuma resistente ao álcool e água pulverizada. Não usar para extinção: jacto directo de água.

### 5.2 Perigos específicos:

Como consequência da combustão e da decomposição térmica, podem formar-se produtos perigosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. A exposição aos produtos de combustão ou decomposição pode ser prejudicial para a saúde.

### 5.3 Equipamento de protecção contra-incêndios:

Dependendo da magnitude do incêndio, pode ser necessário usar vestuário de protecção contra o calor, equipamento de respiração autónomo, luvas, óculos protectores ou viseiras de segurança e botas.

### 5.4 Outras recomendações:

Arefecer com água os tanques, sistemas ou recipientes próximos da fonte de calor ou fogo. Observar a direcção do vento. Evitar que produtos utilizados no combate contra-incêndios, passem para esgotos ou cursos de água.

## 6. MEDIDAS A TOMAR EM CASO DE FUGAS ACIDENTAIS

### 6.1 Precauções individuais:

Eliminar as possíveis fontes de ignição e se necessário, ventilar a área. Não fumar. Evitar o contacto directo com o produto. Evitar respirar os vapores. No controlo da exposição e medidas de protecção individual ver secção 8.

### 6.2 Precauções ambientais:

Evitar a contaminação de esgotos, águas superficiais ou subterrâneas e do solo. Em caso de se produzirem grandes derrames ou se o produto contaminar lagos, rios ou esgotos, informar as autoridades competentes, de acordo com a legislação local.

### 6.3 Métodos de limpeza:

Recolher o derrame com materiais absorventes não-combustíveis (terra, areia, vermiculite, terra de diatomáceas, etc.). Limpar, de preferência, com um detergente biodegradável. Evitar o uso de solventes. Guardar os resíduos num recipiente fechado. Para a posterior eliminação dos resíduos, seguir as recomendações da secção 13.



VELATURA 60 CARVALHO DOURADO  
Código: 16955060



## 7. MANUSEAMENTO E ARMAZENAGEM

### 7.1 Precauções no manuseamento:

Cumprir com a legislação em vigor sobre prevenção de riscos laborais.

- **Recomendações gerais:** Evitar todo tipo de derrame ou fuga. Não deixar os recipientes abertos.

- **Recomendações para prevenir riscos de incêndio e explosão:** Os vapores são mais pesados do que o ar, podem deslocar-se pelo chão a distâncias consideráveis e podem formar com o ar misturas que ao alcançar fontes de ignição afastadas podem inflamar-se ou explodir. Devido à inflamabilidade, este material só pode ser utilizado em zonas livres de fontes de ignição e afastado das fontes de calor ou eléctricas. Desligar os telemóveis e não fumar. Não utilizar ferramentas que possam provocar faíscas.

- Ponto de inflamação : 18. °C  
- Temperatura de auto-ignição : 334. °C  
- Intervalo de explosividade : 1.8 - 11.7 % Volume 25°C

- **Recomendações para prevenir riscos toxicológicos:** Não comer, beber ou fumar nas zonas de aplicação e secagem. Depois do manuseamento, lavar as mãos com água e sabão. No controlo da exposição e medidas de protecção individual ver secção 8.

### 7.2 Condições de armazenagem:

Proibir o acesso a pessoas não autorizadas. Manter fora do alcance das crianças. O produto deve armazenar-se afastado de fontes de calor e eléctricas. Não fumar na área de armazenagem. Se é possível, evitar a incidência directa de radiação solar. Evitar condições de humidade extremas. Para evitar derrames, os recipientes que forem abertos, devem ser cuidadosamente fechados e mantidos na posição vertical. Para maior informação, ver secção 10.1.

- Classe do armazém : Conforme as disposições vigentes.  
- Intervalo das temperaturas : min: 5. °C, max: 40. °C

- **Matérias incompatíveis:** Manter afastado de agentes oxidantes e de materiais altamente alcalinos ou ácidos fortes.

- **Tipo de embalagem:** Conforme as disposições vigentes.

- **Quantidades limite, de acordo a Directiva 96/82/CE-2003/105/CE (Seveso III):**

Limite inferior: 50 toneladas, Limite superior: 200 toneladas

### 7.3 Utilizações específicas:

Não existem recomendações particulares pelo uso deste produto distintas das já indicadas.



## 8. CONTROLO DA EXPOSIÇÃO/PROTECÇÃO PESSOAL 98/24/CE (DL.290/2001)

8.1 Valores-limite de exposição (TLV) AGCIH 2008 (NP 1796:2004)	TLV-TWA		TLV-STEL		Ano
	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	
1-metoxi-2-propanol	100.	369.	150.	553.	1976
Alcool isopropílico	200.	491.	400.	982.	A4 2003
2-metoxipropanol	20.	75.			Recomendado

TLV - Valor Limite Umbral, TWA - Media Ponderada no Tempo, STEL - Limite Exposição Curta Duração.  
A4 - Não classificado como carcinogénico em humanos.

### 8.2 Controlo da exposição profissional, Directiva 89/686/CEE (DL.128/93-DL.139/95):

Providenciar uma ventilação adequada. Para isto, deve-se realizar uma muito boa ventilação no local, usando um bom sistema de extracção geral. Se isto não for suficiente para manter as concentrações de partículas e vapores abaixo dos limites de exposição durante o trabalho, o utilizador deve usar uma protecção respiratória apropriada.

- **Requerimento de ventilação** : 1200. m<sup>3</sup>/l (máximo) Ar/Preparação  
Para manter abaixo do valor TLV do produto. Requer-se ventilação especial.

#### - Protecção do sistema respiratório:

Evitar a inalação de vapores.

- **Máscara:**

Máscara para gases e vapores (EN141). Para obter um nível de protecção adequado, a classe de filtro deve escolher-se em função da concentração dos agentes contaminantes presentes, de acordo com as especificações do fabricante de filtros. Os equipamentos de respiração com filtros não operam satisfatoriamente quando o ar contém concentrações altas de vapor.

#### - Protecção dos olhos e face:

Instalar fontes oculares de emergência nas proximidades da zona de utilização.

- **Óculos:**

Óculos de segurança com protecções laterais contra salpicos dos líquidos (EN166).

- **Viseira de segurança:** Não.

#### - Protecção das mãos e da pele:

Instalar chuveiros de emergência nas proximidades da zona de utilização. O uso de cremes protectores pode ajudar a proteger as áreas expostas da pele. Não devem ser aplicados cremes protectores depois da exposição.

- **Luvas:**

Luvas resistentes aos produtos químicos (EN374). O tempo de penetração das luvas seleccionadas deve ser de acordo ao período de uso pretendido. As luvas devem ser substituídas imediatamente se se observam indícios de degradação.

- **Botas:** Não.

- **Avental:** Não.

- **Fato macaco:**

Deveriam ser usadas roupas anti-estáticas feitas com fibras naturais ou de fibras sintéticas resistentes a altas temperaturas.

### 8.3 Controlo da exposição ambiental:

Evitar qualquer derrame para o meio ambiente. Evitar a emissão na atmosfera.





### 9. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS

- Estado físico	Líquido.		
- Cor	Ouro.		
- Odor	Característico.		
- Ponto de ebulição	82.3 °C a 760 mmHg		
- Ponto de inflamação	18. °C		
- Pressão do vapor	20.7 mmHg a 20°C		
- Pressão do vapor	15.1 kPa a 50°C		
- Massa específica	0.869 g/cc a 20°C		
- Solubilidade em água	Não miscível. g/l a 20°C		
- Densidade dos vapores	2.27 Ar = 1 a 20°C	Relativa	
- Não voláteis	3.4 % Peso	3h.105°C	
- COV (subministração)	96.6 % Peso		
- COV (subministração)	839.7 g/l		

Para maior informação sobre propriedades físicas e químicas relativas a segurança e meio ambiente, ver as secções 7 e 12.

### 10. ESTABILIDADE E REACTIVIDADE

#### 10.1 Condições a evitar:

- Estável dentro das condições recomendadas de armazenagem e manuseamento.
- Calor: Manter afastado de fontes de calor.
- Luz: Se é possível, evitar a incidência directa de radiação solar.
- Ar: Não aplicável.
- Humidade: Evitar condições de humidade extremas.
- Pressão: Não aplicável.
- Choques: Não aplicável.

#### 10.2 Matérias a evitar:

Possível reacção perigosa com agentes oxidantes.

#### 10.3 Decomposição térmica:

Como consequência da decomposição térmica, podem formar-se produtos perigosos: monóxido de carbono.

### 11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA

Não existem dados toxicológicos experimentais disponíveis sobre a preparação. A classificação toxicológica desta preparação realizou-se usando o método convencional do cálculo da Directiva 1999/45/CE (DL.82/2003).

#### 11.1 Efeitos toxicológicos:

A exposição à concentração de vapores do solvente acima do limite de exposição ocupacional fixado, pode resultar num efeito prejudicial à saúde, com a irritação das mucosas e do aparelho respiratório, e um efeito prejudicial nos rins, fígado e sistema nervoso central. Os sintomas incluem: dor de cabeça, vertigem, cansaço, fraqueza muscular, sonolência e em casos extremos, a perda de consciência. A sua ingestão pode produzir os seguintes efeitos: irritação de garganta, dor abdominal, sonolência, náuseas, vómitos e diarreia; outros efeitos podem ser iguais aos descritos na exposição aos vapores. O contacto repetido e prolongado com os solventes da preparação, pode causar a remoção da gordura natural da pele, com o resultado de dermatites de contacto não-alérgico e absorção através da pele. Os salpicos do líquido nos olhos podem causar irritação e danos reversíveis.

#### 11.2 Doses e concentrações letais de componentes individuais :

	DL50 Oral mg/kg	DL50 Cutânea mg/kg	CL50 Inalação mg/m3.4horas
1-metoxi-2-propanol	5660. Cobaia	13000. Coelho	
Alcool isopropílico	5045. Cobaia	1088. Cobaia 12800. Coelho	72600. Cobaia



## 12. INFORMAÇÃO ECOLÓGICA

Não existem dados ecotoxicológicos experimentais disponíveis sobre a preparação. A classificação ecotoxicológica desta preparação realizou-se usando o método convencional do cálculo da Directiva 1999/45/CE (DL.82/2003).

12.1 Toxicidade de componentes individuais :	CF50	CF50	CF50
1-metoxi-2-propanol	mg/l.96horas 20800. Peixes	mg/l.48horas 23300. Dáfnia	mg/l.72horas > 1000. Algas
Alcool isopropílico	9640. Peixes	13300. Dáfnia	> 1000. Algas

### 12.2 Mobilidade:

Não disponível.

- Derrames no solo: Evitar a penetração no terreno.

- Derrames na água: Não se deve permitir que o produto entre nos esgotos nem em linhas de água.

- Emissões na atmosfera: Devido a volatilidade, podem resultar emissões para a atmosfera durante a manipulação e utilização. Evitar a emissão na atmosfera.

- COV (instalações industriais):

\* Se o produto é utilizado numa instalação industrial, deve-se verificar se é de aplicação a Directiva 1999/13/CE (DL.242/2001), relativa à limitação das emissões de compostos orgânicos voláteis resultantes da utilização de solventes orgânicos em certas actividades e instalações industriais: Solventes : 96.6% Peso , COV (subministração) : 96.6% Peso , COV : 54.3% C (expressado como carbono) Peso molecular (medio) : 81.5 , Número átomos C (medio) : 9.8 , COV CMR Cat.1+2 : 0.26%.

### 12.3 Persistência e degradabilidade:

Não disponível.

### 12.4 Potencial de bioacumulação:

Não disponível.

### 12.5 Resultados da avaliação PBT:

Não disponível.

### 12.6 Outros efeitos adversos:

Não disponível.

## 13. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À ELIMINAÇÃO

### 13.1 Manuseamento dos resíduos, Directiva 75/442/CEE-91/156/CE (DL.310/95):

Tomar todas as medidas que sejam necessárias para evitar ao máximo a produção de resíduos. Analisar possíveis métodos de revalorização ou reciclagem. Não efectuar a descarga no sistema de esgotos ou no ambiente; entregar num local autorizado para recepção de resíduos. Os resíduos devem manipular-se e eliminar-se de acordo com as legislações locais e nacionais vigentes. No controlo de exposição e medidas de protecção individual ver secção 8.

### 13.2 Eliminação dos recipientes vazios, Directiva 94/62/CE (DL.366-A/97 e Portaria nº 29-B/98):

Os recipientes vazios e embalagens devem eliminar-se de acordo com as legislações locais e nacionais vigentes.

### 13.3 Procedimentos da neutralização ou destruição do produto:

Incineração controlada em instalações especiais de resíduos químicos, mas de acordo com os regulamentos locais.



#### 14. INFORMAÇÕES RELATIVAS AO TRANSPORTE

TINTAS

14.1 Transporte rodoviário, Directiva 94/55/CE~2006/89/CE (ADR 2007):  
Transporte ferroviário, Directiva 96/49/CE (RID 2007):

Classe: 3 Grupo de embalagem: II UN 1263

Documento do transporte: Documento do transporte.  
Instruções escritas.



(Disposição especial  
640D) Pv<110 kPa50°C

14.2 Transporte via marítima (IMDG 33-06):

Classe: 3 Grupo de embalagem: II UN 1263

Poluente marinho: Não.  
Documento do transporte: Conhecimento do embarque.



14.3 Transporte via aérea (ICAO/IATA 2007):

Classe: 3 Grupo de embalagem: II UN 1263

Documento do transporte: Conhecimento aéreo.



#### 15. INFORMAÇÃO SOBRE REGULAMENTAÇÃO

15.1 Etiquetagem CE:

F , Xi



O produto é etiquetado como FÁCILMENTE INFLAMÁVEL e IRRITANTE de acordo com a Directiva 67/548/CEE~2004/73/CE (DL.82/95-DL.27-A/2006) e 1999/45/CE~2006/8/CE (DL.82/2003-DL.63/2008)

- Frases R:

R11 Fácilmente inflamável.  
R36 Irritante para os olhos.  
R67 Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.

- Frases S:

S2 Manter fora do alcance das crianças.  
S24/25 Evitar o contacto com a pele e os olhos.  
S46 Em caso de ingestão, consultar imediatamente o médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.  
S51 Utilizar somente em locais bem ventilados.

- Componentes perigosos: Nenhum em percentagem igual ou superior ao limite para o nome.

15.2 Restrições à comercialização e utilização, Directiva 76/769/CEE (DL.47/90):

Não aplicável.

15.3 Outras legislações CE:

Não aplicável.

15.4 Outras legislações:

Não disponível.



VFI ATIRA 60 CARVAL HO DOURADO  
Código: 16955060



## 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

Texto das Frases R cujo numero aparece nas secções 2 e 3:

R10 Inflamável. R11 Fácilmente inflamável. R36 Irritante para os olhos. R41 Risco de graves lesões oculares. R61 Risco durante a gravidez com efeitos adversos na descendência. R67 Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores. R37/38 Irritante para as vias respiratórias e pele.

Regulações sobre Fichas de Segurança:

Ficha de Dados de Segurança em conformidade com o Anexo II do Regulamento (CE) nº 1907/2006 (REACH).

Principais fontes bibliográficas:

- European Chemicals Bureau: Existing Chemicals, <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/existing-chemicals/>
- Industrial Solvents Handbook, Ibert Mellan (Noyes Data Co., 1970).
- Threshold Limit Values, (ACGIH, 2006).
- Acordo europeu sobre transporte rodoviário internacional de mercadorias perigosas, (ADR 2007).
- International Maritime Dangerous Goods Code IMDG including Amendment 33-06 (IMO, 2006).

Histórico:

Versão: 3

Data de revisão:

03/04/2009

Data da impressão:

03/04/2009

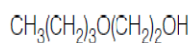
As informações contidas nesta Ficha de Dados de Segurança, tem como base o melhor do nosso conhecimento sobre o produto e as leis em vigor na Comunidade Europeia, dado que as condições de trabalho do utilizador estão para além do nosso conhecimento e controlo. O produto não deve ser usado com outro propósito senão o especificado. É sempre exclusivamente da responsabilidade do utilizador seguir todos os passos necessários de maneira a cumprir o estabelecido nas leis e regras vigentes. As informações constantes desta Ficha de Dados de Segurança são apenas a descrição dos cuidados a ter para utilizar com segurança o nosso produto: não poderão em caso algum ser consideradas como uma garantia das propriedades do produto.

# Butyl Glycol

High-boiling, low-volatility liquid with a mild odour that is used as a solvent and starting material for syntheses. Excellent co-solvent in aqueous coating systems (water-based paints).

## Chemical nature

Ethylene glycol mono-n-butyl ether;  
2-Butoxyethanol  
1-Hydroxy-2-n-butoxyethane



Molecular formula:  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2$

Molar mass: 118.18 g/mol

CAS No.: 111-76-2 EINECS No.: 203-905-0

## Delivery Specification

Property	Value	Unit	Test method
Mass fraction of			
– butyl glycol	min. 99.0	%	DIN 55688
– water	max. 0.1	%	DIN 51777, part 1
Platinum-cobalt colour	max. 10	–	DIN EN 1557

## Properties

Colourless, neutral, slightly hygroscopic, mobile liquid with a mild odour. The product is miscible with water and common organic solvents in all proportions at room temperature.

Butyl glycol shows the reactions typical of an alcohol, such as esterification, etherification, oxidation and the formation of acetates and alcoholates. Like most ethers, it forms peroxides in the presence of atmospheric oxygen.

Our product conforms to the DIN 55999 specifications.

## Physical data

The following physical data have been compiled from the literature as well as from BASF measurements and calculations. They provide no guarantee of properties in the legal sense, however.

Boiling range at 1013 mbar (DIN 53171; 95 Vol.-%; 2–97 ml)	168–172 °C
Density at 20 °C (DIN 51757)	0.8995–0.9020 g/cm <sup>3</sup>
Refractive index $n_D^{20}$ (DIN 53169)	1.4190–1.4200
Freezing point	–70.4 °C

T [°C]	Vapour pressure P [mbar]	Density $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Viscosity $\eta$ [mPa·s]	Specific heat $C_p$ [kJ/(kg·K)]	Surface tension $\sigma$ [mN/m]
–60		0.9655	255.1		
–40		0.9499	46.2		
–20		0.9339	14.4		
0	0.17	0.9176	6.2	2.13	
20	0.89	0.9009	3.3	2.26	27.8
30		0.8924	2.5	2.33	27.0
40	3.7	0.8839	2.0	2.40	26.2
50	7.1	0.8752	1.6	2.47	25.4
60	12.5	0.8665	1.3	2.55	
80	36.3	0.8488	0.9	2.71	
100	90.6	0.8308	0.7	2.89	
120	201	0.8124	0.5	3.08	
140	404	0.7936	0.4		
160	744	0.7746	0.3		
171.2	1013				

Enthalpy of vaporization ( $\Delta H_v$ ) at 1013 mbar 368 kJ/kg

Heat of combustion ( $\Delta H_c$ ) 32397 kJ/kg

Dipolar moment ( $\mu$ ) 2.08 D

Evaporation rate (DIN 53170; ether = 1) 160

Hansen solubility parameters:

$$\delta_d = 16.0 \text{ (MPa)}^{1/2}$$

$$\delta_p = 5.1 \text{ (MPa)}^{1/2}$$

$$\delta_h = 12.3 \text{ (MPa)}^{1/2}$$

$$\delta_t = 20.8 \text{ (MPa)}^{1/2}$$

## Applications

Selected applications of butyl glycol are described below.

### Coatings Industry

As a low-volatility solvent, butyl glycol can be used to extend the drying time of coatings and improves their flow. It is especially recommended for paints for brush-application based on cellulose nitrate, chlorinated binders or cellulose ethers, because when it is applied to dry coatings, it only softens them very slowly.

Small proportions of butyl glycol improve the brushability of, for example, alkyd resin paints and reduce their viscosity. It is also an extremely efficient flow improver for urea, melamine or phenolic stoving finishes.

Butyl Glycol has proved to be the most effective of a large number of organic solvents tested in a very wide range of aqueous coating systems. In particular, it improves the properties of the paint by reducing the viscosity peak when oxidatively and physically drying water-based paints, including those for stove-enamelling, are diluted with water.

As a coalescing aid, butyl glycol can significantly lower the minimum film-forming temperature (MFFT) and improve flow in many physically drying paint systems.

Butyl glycol improves the evaporation behaviour of the volatile constituents (e.g. in water-based stoving enamels) during hot-air or infrared drying.

Further information on the use of butyl glycol in aqueous coating systems can be found in our Technical Information Sheet "Butyl glycol in water-based coating systems" (TI-CIW/ES 016 e).

Further applications of butyl glycol are as follows:

- Solvent in printing inks for leather dyes, etc.
- Component in surface cleaners, e.g. to degrease metal surfaces.
- Component in hydraulic fluids.
- Component in drilling and cutting oils (strong solvent).
- Starting material in the production of butyl glycol acetate which is also an excellent solvent.
- Starting material in the production of plasticizers, e.g. by reaction with phthalic anhydride.

---

## Safety

When using this product, the information and advice given in our **Safety Data Sheet** should be observed. Due attention should also be given to the **precautions** necessary for handling chemicals.

## Note

The data contained in this publication are based on our current knowledge and experience. In view of the many factors that may affect processing and application of our product, these data do not relieve processors from carrying out their own investigations and tests; neither do these data imply any guarantee of certain properties, nor the suitability of the product for a specific purpose. Any descriptions, drawings, photographs, data, proportions, weights etc. given herein may change without prior information and do not constitute the agreed contractual quality of the product. It is the responsibility of the recipient of our products to ensure that any proprietary rights and existing laws and legislation are observed.

April 2008

## Anexo E – Legislação

### Decreto-Lei nº 71/2008, 15 Abril

2222

#### Artigo 2.º

##### Entrada em vigor

A presente portaria entra em vigor no dia imediato à data da sua publicação.

Em 31 de Março de 2008

O Ministro de Estado e das Finanças, *Fernando Teixeira dos Santos*. — O Ministro da Justiça, *Alberto Bernardes Costa*. — O Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, *Mário Lino Soares Correia*.

### MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO

#### Decreto-Lei n.º 71/2008

de 15 de Abril

A Estratégia Nacional para a Energia, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 15 de Outubro, prevê como uma das medidas para a promoção da eficiência energética a reforma do Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (RGCE), com vista a compatibilizá-lo com as novas exigências ao nível das emissões de gases de efeito estufa, com a revisão da fiscalidade do sector energético e com a necessidade de promover acordos para a utilização racional de energia.

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de Agosto, estabelece três medidas adicionais para o sector da indústria: a alteração do imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) sobre os combustíveis industriais estabelecendo um mecanismo de incentivo à redução de gases de efeito estufa (MAi1), a definição de um novo RGCE que fomente a eficiência energética no sector industrial através de acordos (MAi2) e a revisão do RGCE para o sector dos transportes (MAi7).

O Orçamento do Estado para 2008 implementa já a medida MAi1 ao rever os limites máximos para o ISP aplicável aos combustíveis industriais com vista a imputar aos utilizadores de carvão, coque de petróleo ou fuelóleo os custos associados às emissões de CO<sub>2</sub> adicionais relativamente à utilização de gás natural e ao substituir os critérios sectoriais de isenção deste imposto por critérios ambientais e de eficiência energética, em linha com o artigo 17.º da Directiva n.º 2003/96/CE, de 27 de Outubro, que reestrutura o quadro comunitário de tributação dos produtos energéticos e da electricidade.

Por outro lado, o Orçamento do Estado para 2008 prevê a isenção do ISP nestes combustíveis para os utilizadores abrangidos pelo comércio europeu de licenças de emissão ou que realizem acordos de racionalização do consumo de energia, a definir nos termos do presente decreto-lei.

Assim, no intuito de dar execução à Estratégia Nacional para a Energia, ao Programa Nacional para as Alterações Climáticas e de operacionalizar a isenção prevista na lei do OE/2008 e tendo em conta os objectivos estabelecidos na Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos e que revoga a Directiva n.º 93/76/CEE, do Conselho, importa redefinir um conjunto de regras que actualizem a disciplina de gestão do consumo de energia constantes do regulamento para a eficiência energética na indústria, estabelecido no Decreto-Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro, e sua regulamentação.

Diário da República, 1.ª série—N.º 74—15 de Abril de 2008

Neste quadro, o presente decreto-lei define quais as instalações consideradas com consumo intensivo de energia, estendendo a sua aplicação a um conjunto mais abrangente de empresas e instalações com vista ao aumento da sua eficiência energética tendo em atenção a necessidade de salvaguardar a respectiva base competitiva no quadro da economia global, ao mesmo tempo que estabelece um regime diversificado e administrativamente mais simplificado para as empresas que, actualmente, já estão vinculadas a compromissos de redução de emissões de CO<sub>2</sub> definidos no PNALE (Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão), embora permitindo a ambas as categorias de instalações o acesso às isenções e demais estímulos e incentivos vocacionados para a promoção de eficiência energética.

Foram ouvidos os órgãos de governo próprio das Regiões Autónomas.

Assim

Nos termos da alínea *a*) do n.º 1 do artigo 198.º da Constituição, o Governo decreta o seguinte:

#### Artigo 1.º

##### Objecto

O presente decreto-lei regula o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia, abreviadamente designado por SGCE, instituído com o objectivo de promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia.

#### Artigo 2.º

##### Âmbito de aplicação

1 — O regime previsto no presente decreto-lei aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia (CIE) que no ano civil imediatamente anterior tenham tido um consumo energético superior a 500 toneladas equivalentes petróleo (500 tep/ano), com excepção das instalações de co geração juridicamente autónomas dos respectivos consumidores de energia.

2 — No caso das empresas de transportes e das empresas com frotas próprias consumidoras intensivas de energia a aplicação do regime previsto no presente decreto-lei deve ser adaptada nos termos a estabelecer em legislação específica para o efeito.

3 — O regime previsto no presente decreto-lei não se aplica aos edifícios que se encontrem sujeitos aos regimes previstos nos Decretos-Leis n.ºs 78/2006, 79/2006 e 80/2006, de 4 de Abril, excepto nos casos em que os edifícios se encontrem integrados na área de uma instalação consumidora intensiva de energia.

4 — Sem prejuízo do disposto nos números anteriores, o regime previsto no presente decreto-lei pode ser aplicável às empresas que tendo um consumo energético inferior aos limites previstos no n.º 1 ou que se encontrem na situação referida no número anterior pretendam, de forma voluntária, celebrar acordos de racionalização de consumo de energia.

#### Artigo 3.º

##### Organização e funcionamento do SGCE

1 — São intervenientes no SGCE a Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), a Direcção-Geral das Alfândegas e Impostos Especiais sobre o Consumo (DGAIEC), a Agência para a Energia (ADENE) e os operadores que

exploram instalações CIE, bem como os técnicos credenciados ao serviço destes.

2 — Compete à DGEG a supervisão e fiscalização do funcionamento do SGCI e exercer as demais competências que lhe estão cometidas pelo presente decreto-lei.

3 — Compete à DGAIEC a concessão e controlo das isenções do ISP, nos termos previstos no artigo 11.º

4 — É atribuída à Agência para a Energia (ADENE) a gestão operacional do SGCI, cabendo-lhe, nomeadamente:

- a) Assegurar o funcionamento regular do sistema;
- b) Organizar e manter o registo das instalações CIE;
- c) Receber os planos de racionalização do consumo de energia, submetendo-os à aprovação da DGEG;
- d) Receber e analisar os pedidos de credenciação de técnicos ou entidades, submetendo-os à aprovação da DGEG;
- e) Acompanhar a actividade dos operadores e técnicos no âmbito do cumprimento da disciplina do presente decreto-lei.

5 — A ADENE apresenta à DGEG e DGAIEC, até 31 de Março de cada ano, relatório anual sobre a actividade desenvolvida e o funcionamento do sistema.

#### Artigo 4.º

##### Operador de instalações CIE

1 — O operador que explore instalações CIE fica sujeito às seguintes obrigações:

- a) Promover o registo das instalações;
- b) 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 fontes de energia de origem renovável, entre outras medidas, nomeadamente, as de redução da factura energética.
- c) Elaborar Planos de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), com base nas auditorias previstas na alínea anterior, visando o aumento global da eficiência energética, apresentando-os à ADENE;
- d) Executar e cumprir os PREn aprovados, sob a responsabilidade técnica de um técnico credenciado.

2 — O operador que explore instalações CIE sujeitas ao PNALE fica isento do cumprimento das obrigações previstas no número anterior, sem prejuízo do disposto no n.º 4 do artigo 12.º

#### Artigo 5.º

##### Registo

1 — O registo da instalação CIE processa-se mediante declaração do operador que contenha:

- a) Identificação completa do declarante e respectivo endereço postal e electrónico;
- b) Indicação da CAE identificadora da actividade em que se insere a instalação;
- c) Localização da instalação, mediante indicação da morada do estabelecimento;
- d) Memória descritiva sucinta da mesma, o consumo anual de energia no último ano, a data do licenciamento e respectiva entidade licenciadora.

2 — O registo é promovido no prazo de quatro meses contados do final do primeiro ano em que a instalação atinja o estatuto de CIE ou, se já verificado à data da entrada em vigor do presente decreto-lei, em igual prazo contado desta última data.

3 — A ADENE disponibiliza formulário da declaração para registo *online* no seu *site* na Internet.

4 — O operador deve promover a extinção do registo se a instalação deixar de preencher os requisitos determinantes do mesmo, fazendo prova de que já não se encontra nas condições definidas no âmbito do artigo 2.º

#### Artigo 6.º

##### Auditorias energéticas

1 — É obrigatória a realização das seguintes auditorias energéticas:

- a) Nas instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, com uma periodicidade de seis anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no prazo de quatro meses após o registo.
- b) Nas instalações com consumo de energia igual ou superior a 500 tep/ano mas inferior a 1000 tep/ano, com uma periodicidade de oito anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no ano seguinte ao do registo.

2 — As auditorias incidem sobre as condições de utilização da energia, bem como a concepção e o estado da instalação, devendo ainda ser colhidos os elementos necessários à elaboração do Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) e à verificação do seu subsequente cumprimento.

3 — Sem prejuízo do disposto nos números anteriores, o operador pode realizar as auditorias que considerar necessárias à promoção da eficiência energética da instalação consumidora intensiva de energia.

#### Artigo 7.º

##### Plano de Racionalização do Consumo de Energia

1 — O Plano de Racionalização do Consumo de Energia é elaborado com base nos relatórios das auditorias energéticas obrigatórias, devendo prever a implementação, nos primeiros três anos, de todas as medidas identificadas com um período de retorno do investimento inferior ou igual a cinco anos, no caso das instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou com um período de retorno do investimento inferior ou igual a três anos no caso das restantes instalações.

2 — O PREn deve ainda estabelecer metas relativas à intensidade energética e carbónica com base nas medidas previstas no número anterior, tendo em conta os seguintes indicadores:

- a) Intensidade energética, medida pelo quociente entre o consumo total de energia (considerando apenas 50 % da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o valor acrescentado bruto das actividades empresariais directamente ligadas a essas instalações industriais e, sempre que aplicável, pelo quociente entre o consumo total de energia (considerando apenas 50 % da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o volume de produção;

b) Intensidade carbónica, medida pelo quociente entre o valor das emissões de gases de efeito de estufa resultantes da utilização das várias formas de energia no processo produtivo e o respectivo consumo total de energia.

3 — As metas referidas no número anterior estão sujeitas aos seguintes valores:

a) No mínimo, uma melhoria de 6 % dos indicadores referidos na alínea a) do número anterior em seis anos, quando se trate de instalações com consumo intensivo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou melhoria de 4 % em oito anos para as restantes instalações; e

b) No mínimo, a manutenção dos valores históricos de intensidade carbónica.

#### Artigo 8.º

##### Aprovação do PREn

1 — O PREn é apresentado à ADENE nos quatro meses seguintes ao vencimento do prazo para a realização da auditoria energética.

2 — Se o PREn estiver devidamente instruído, a ADENE, no prazo de 5 dias, submete-o à aprovação da DGEG, acompanhado do relatório de auditoria energética que lhe serve de base.

3 — Nos casos em que as medidas identificadas no PREn não permitam a definição de objectivos de melhoria da intensidade energética nos termos do previsto no artigo anterior, a aprovação do PREn depende da realização de uma nova auditoria por técnico ou entidade credenciada que não tenha intervenido na elaboração do PREn, da responsabilidade da ADENE, e da verificação do cumprimento do previsto no n.º 1 do artigo anterior.

4 — A DGEG pronuncia-se sobre o PREn no prazo de 30 dias após a sua apresentação nos termos do n.º 1, sem o que o mesmo se considera como tacitamente aprovado.

5 — O prazo previsto no número anterior é de 60 dias para os casos previstos no n.º 3.

6 — A DGEG pode solicitar informações complementares ao operador, incluindo a realização de uma nova auditoria nos termos do n.º 3 e, fundamentadamente, recomendar alterações ao conteúdo do PREn tendo em vista a sua aprovação, suspendendo-se a contagem do prazo previsto no número anterior até à resposta do operador.

7 — O PREn quando aprovado pela DGEG designa-se por Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE).

8 — O ARCE é comunicado pela DGEG à DGAIEC, com vista à instrução dos mecanismos de isenção previstos na legislação fiscal aplicável.

#### Artigo 9.º

##### Controlo de execução e progresso do ARCE

1 — O operador deve apresentar à ADENE, a cada dois anos de vigência do ARCE e até 30 de Abril do ano subsequente ao termo daquele período, relatório de execução e progresso verificados no período de implementação do ARCE a que respeita o relatório, o qual deve referir as metas e objectivos alcançados, desvios verificados e medidas tomadas ou a tomar para a sua correcção.

2 — O relatório relativo ao último período de vigência do ARCE deve incluir o balanço final da execução da totalidade do mesmo, considerando-se como relatório final.

3 — O relatório final de execução de cada ARCE é elaborado por técnico ou entidade credenciados, escolhido pela ADENE e por conta desta, que não tenha intervenido na elaboração das auditorias energéticas, no PREn ou nos relatórios intercalares.

#### Artigo 10.º

##### Reconhecimento de técnicos ou entidades

1 — Para cumprimento das obrigações previstas no presente decreto-lei deve o operador recorrer a técnicos ou entidades devidamente habilitadas para a elaboração de auditorias energéticas e planos de racionalização, e para o controlo da sua execução e progresso, incluindo a elaboração dos relatórios de execução e progresso.

2 — Para efeitos do número anterior os técnicos ou pessoas colectivas são credenciados pela DGEG, com base em critérios de competência técnica, de acordo com os requisitos a definir na portaria a que se refere o n.º 1 do artigo 19.º

3 — Os técnicos interessados em se credenciar devem apresentar os pedidos de credenciação à ADENE, demonstrando que preenchem os requisitos mínimos de habilitação académica e profissional e a experiência adequados aos objectivos em causa.

4 — Tratando-se de pessoa colectiva, devem os respectivos representantes legais fazer prova de que o objecto estatutário consiste na actividade de consultoria e projecto em áreas adequadas e dispor de técnicos que preencham os requisitos a que se refere o número anterior.

5 — O despacho de credenciação deve especificar o âmbito e o prazo de caducidade da mesma, que não pode exceder cinco anos, prorrogáveis automaticamente em caso de realização por cada técnico de pelo menos cinco relatórios ou planos no período, ou mediante pedido do interessado a apresentar antes de terminar o respectivo prazo.

6 — Nos casos em que não haja prorrogação automática, a DGEG profere decisão sobre os pedidos de credenciação, ou sua prorrogação, no prazo de 15 dias após a sua remessa pela ADENE.

7 — A DGEG, mediante parecer fundamentado da ADENE e ouvido o interessado, pode rejeitar o pedido de prorrogação, ou obstar à sua automaticidade, nos casos em que o técnico ou entidade, enquanto credenciados, tenham repetidamente subscrito relatórios de auditoria energética cujo diagnóstico não identifique deficiências manifestas, segundo as boas práticas da indústria, no funcionamento das instalações CIE por si auditadas que originem ausência de medidas ou medidas notoriamente desadequadas à eficiência na utilização final de energia.

8 — Os relatórios de auditoria energética, os planos de racionalização energética e os respectivos relatórios de monitorização da execução são subscritos pelo técnico ou entidade credenciados, os quais, no âmbito técnico, respondem solidariamente com o operador pelo seu conteúdo.

#### Artigo 11.º

##### Isenção de ISP

1 — O operador explorador de instalações sujeitas ao PNALE, incluindo das novas instalações, ou abrangidas por um ARCE, previamente aprovadas pela DGEG, será por esta direcção-geral identificado em declaração, para efeitos de reconhecimento da isenção do ISP, por parte da DGAIEC.

2 — A DGAIEC procede ao reconhecimento da isenção do ISP e notifica os operadores exploradores das referidas instalações, da data a partir da qual a mesma produz efeitos,

ou da revogação da mesma, caso o operador explorador deixe de cumprir o estabelecido no número anterior.

#### Artigo 12.º

##### Incentivos

1 — O operador de instalações abrangidas por um ARCE beneficia dos seguintes estímulos e incentivos à promoção da eficiência energética:

a) No caso de consumos inferiores a 1000 tep/ano, ao ressarcimento de 50 % do custo das auditorias energéticas obrigatórias, até ao limite de € 750 e na medida das disponibilidades do fundo de eficiência energética existentes para o efeito, recuperáveis a partir do relatório de execução e progresso que verifique o cumprimento de pelo menos 50 % das medidas previstas no ARCE;

b) Ao ressarcimento de 25 % dos investimentos realizados em equipamentos e sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energia até ao limite de € 10 000 e na medida das disponibilidades do fundo de eficiência energética existentes para o efeito.

2 — No caso das instalações que consumam apenas gás natural e ou renováveis, os limites previstos nos números anteriores são majorados em 25 % no caso das renováveis e 15 % no caso do gás natural.

3 — As instalações sujeitas ao regime do PNALE têm também acesso aos benefícios previstos nos números anteriores desde que cumpram as exigências estabelecidas no presente artigo para as instalações com consumos iguais ou superiores a 1000 tep/ano.

4 — Os regulamentos de acesso aos benefícios previstos no n.º 1 são definidos por portaria dos membros do Governo responsáveis pela área da economia e da inovação e do desenvolvimento regional.

#### Artigo 13.º

##### Fiscalização

1 — A fiscalização do cumprimento das obrigações do operador previstas no presente decreto-lei, bem como a aplicação das penalidades nele previstas cabe à DGEG, que neste âmbito e na medida do necessário pode, nomeadamente:

a) Solicitar informações e dados relativos à instalação e seu funcionamento;

b) Aceder aos serviços e instalações e nesse âmbito realizar vistoria e recolher os registos relativos ao funcionamento da mesma.

2 — Os técnicos da DGEG ou os consultores externos incumbidos da fiscalização estão obrigados a assegurar a confidencialidade perante terceiros dos dados, análises e informações obtidos neste âmbito.

#### Artigo 14.º

##### Penalidades

1 — O não cumprimento das metas ou a não implementação das medidas definidas no ARCE, e nos casos em que no ano seguinte ao relatório final de execução o operador não recupere os desvios, implica:

a) Quando o desvio a apurar no final do período de vigência do ARCE for igual ou superior a 25 %, o pagamento

pelo operador do montante de € 50 por tep/ano não evitado, o qual é agravado em 100 % em caso de reincidência;

b) Quando o desvio a apurar no final do período de vigência do ARCE for igual ou superior a 50 %, para além do pagamento previsto na alínea anterior, o pagamento do valor recebido em virtude da concessão dos apoios previstos nos n.ºs 1 e 2 do artigo 12.º, e do valor proporcional correspondente aos benefícios decorrentes do facto da instalação se encontrar abrangida pelo ARCE.

2 — O valor da penalidade prevista na alínea a) do número anterior deve ser actualizado anualmente, com base na evolução do índice médio de preços no consumidor do continente, sem habitação, verificado no ano anterior e publicado pelo Instituto Nacional de Estatística.

3 — Os montantes apurados em virtude da cobrança pela DGEG dos montantes referidos no n.º 1 reverterem integralmente para o Fundo de Eficiência Energética.

4 — Os montantes pagos nos termos do n.º 1, mediante despacho do director-geral da DGEG, são reembolsáveis em 75 %, desde que o operador recupere no ano subsequente à aplicação da penalidade os desvios ao cumprimento do ARCE que determinaram a aplicação da penalidade.

#### Artigo 15.º

##### Contra-ordenações e coimas

1 — Constituem contra-ordenações, puníveis com coima:

a) A violação de qualquer das obrigações previstas nas alíneas a), b) e c) do n.º 1 do artigo 4.º, as quais são puníveis com a coima cujo montante mínimo é de € 250 e máximo de € 3500;

b) A violação do disposto nos n.ºs 1 e 2 do artigo 9.º e no n.º 2 do artigo 10.º, a qual é punida com coima cujo montante mínimo é de € 150 e máximo de € 300.

2 — Tratando-se de pessoas colectivas os montantes mínimo e máximo das coimas previstas no número anterior são elevadas ao dobro.

3 — A negligência é punível.

#### Artigo 16.º

##### Sanções acessórias

Consoante a gravidade da infracção e a culpa do agente, pode ser aplicada, simultaneamente com a coima, a sanção acessória da privação dos direitos a subsídios ou benefícios outorgados por serviços ou entidades públicas.

#### Artigo 17.º

##### Competência sancionatória e destino das receitas das coimas

1 — O processamento das contra-ordenações e a aplicação das coimas e sanções acessórias compete à DGEG.

2 — O produto das coimas cobradas em aplicação do presente decreto-lei reverte:

a) 60 % para o Estado;

b) 40 % para o Fundo de Eficiência Energética.

## Artigo 13.º

## Taxas

1 — São devidas taxas pelos actos e nos montantes a seguir indicados:

a) Pela apreciação e acompanhamento do PREn — € 350, e no caso de instalações com consumos iguais ou superiores a 1000 tep/ano — € 750, agravados em 50 % nos casos previstos no n.º 3 do artigo 8.º;

b) Pela credenciação de técnicos — € 200, no caso da credenciação de entidades ou pessoas colectivas este valor é elevado ao dobro. No caso de prorrogações não automáticas, estes valores são reduzidos a € 75.

2 — As taxas previstas no número anterior são devidas pelo operador, à excepção da referida na alínea b) do número anterior, que constitui encargo do técnico ou entidade credenciada, devendo ser pagas no prazo de 30 dias após a notificação do respectivo documento de cobrança a emitir pela ADENE.

3 — Os actos a que se refere o n.º 1 podem ser praticados após a emissão do respectivo documento de cobrança da taxa devida.

4 — Os montantes resultantes da cobrança das taxas previstas no número anterior revertem para a ADENE.

5 — O valor das taxas previstas neste artigo deve ser actualizado bianualmente, com base na evolução do índice médio de preços no consumidor do continente, sem habitação, verificado no ano anterior e publicado pelo Instituto Nacional de Estatística.

## Artigo 19.º

## Regulamentação técnica

1 — Os requisitos de habilitação e experiência profissional a observar para a credenciação de técnicos ou entidades devem ser aprovados mediante portaria do membro do Governo responsável pela economia.

2 — Com vista à aplicação do presente decreto-lei, o director-geral da DGEG aprova, por despacho a publicar no *Diário da República*, a seguinte regulamentação técnica.

a) Factores de conversão para equivalente a petróleo de teores em energia de combustíveis seleccionados para utilização final;

b) Elementos a ter em consideração na realização de auditorias energéticas, na elaboração dos planos de ra-

cionalização energética e nos relatórios de execução e progresso;

c) O regulamento interno do SGCIE.

## Artigo 20.º

## Norma revogatória

1 — Com a entrada em vigor do presente decreto-lei são revogados os Decretos-Leis n.ºs 58/82, de 26 de Novembro, e 428/83, de 9 de Dezembro, e a Portaria n.º 359/82, de 7 de Abril, sem prejuízo do disposto no número seguinte.

2 — A Portaria n.º 228/90, de 27 de Março, que aprova o Regulamento da Gestão do Consumo de Energia para o Sector dos Transportes e respectivos anexos, mantém-se até à entrada em vigor da legislação específica aplicável a que se refere o n.º 2 do artigo 2.º

## Artigo 21.º

## Disposições finais e transitórias

1 — O presente decreto-lei entra em vigor 60 dias após a sua publicação.

2 — A entrada em vigor do presente decreto-lei não prejudica o reconhecimento de técnicos ou a manutenção dos planos de racionalização de consumos de energia, já concedidos e aprovados nos termos e pelos prazos previstos nos termos dos Decretos-Leis n.ºs 58/82, de 26 de Novembro, e 428/83, de 9 de Dezembro, podendo os respectivos titulares, propondo as necessárias alterações, requerer a aplicação do regime deste decreto-lei com vista à credenciação ou conversão em ARCE.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 28 de Fevereiro de 2008. — *José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa* — *Fernando Teixeira dos Santos* — *Manuel Pedro Cunha da Silva Pereira* — *Alberto Bernardes Costa* — *Humberto Delgado Ubach Chaves Rosa* — *António José de Castro Guerra* — *Mário Lino Soares Correia*

Promulgado em 3 de Março de 2008.

Publique-sc.

O Presidente da República, ANÍBAL CAVACO SILVA.

Referendado em 4 de Abril de 2008.

O Primeiro-Ministro, *José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa*.

2003 — Nomeado perito institucional para a área de ambiente, junto da Comissão de Avaliação das propostas do concurso público internacional para a concessão rodoviária, em regime de portagem sem cobrança ao utilizador (SCUT), na ilha de S. Miguel.

2002 — Acompanhamento da elaboração do Plano Estratégico de Resíduos Hospitalares dos Açores, promovido pela Direcção Regional do Ambiente dos Açores.

1998-1999 — Representante da Direcção Regional do Ambiente no grupo de trabalho para a elaboração do «Quality Status of the Wider Atlantic, OSPAR -Region V», no âmbito da Convenção OSPAR.

1998 — Participação na elaboração do Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos dos Açores, promovido pela Direcção Regional do Ambiente dos Açores.

Vértice	Meridiana (m)	Perpendicular (m)
3	- 44600,7455	35299,2275
4	- 44902,7066	32738,4384

Convidam-se todos os interessados a apresentar reclamações, por escrito e devidamente fundamentadas, no prazo de 30 dias a contar da data da publicação do presente Aviso.

O pedido está patente para consulta, dentro das horas de expediente, na Direcção de Serviços de Minas e Pedreiras da Direcção-Geral de Energia e Geologia, na Av.º 5 de Outubro, 87, 5.º andar, 1069-039 Lisboa, entidade para quem devem ser remetidas as reclamações.

4 de Junho de 2008. — O Subdirector-Geral, *Carlos A. A. Caxaria*, 300440245

**MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO**

**Direcção-Geral de Energia e Geologia**

**Aviso n.º 18670/2008**

Faz-se público, nos termos e para efeitos do n.º 1 do artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de Março, que CORBARIO — Minerais Industriais, S. A., requereu a atribuição de direitos de prospeção e pesquisa de depósitos minerais de caulino, numa área localizada no concelho de Pombal, delimitada pela poligonal cujos vértices se indicam seguidamente, em coordenadas Hayford-Gauss, referidas ao Ponto Central:

Área total do pedido: 5,5207 km<sup>2</sup>

Vértice	Meridiana (m)	Perpendicular (m)
1	- 47184,0103	32683,7006
2	- 46655,9210	35237,5556

**Tabela 1 — Poderes Caloríficos Inferiores e Factores de Emissão para Combustíveis**

Combustível	PCI (MJ/kg)	PCI (tep/t)	FE (kgCO <sub>2</sub> e/GJ)	FE (kgCO <sub>2</sub> e/tep)
Antracite	26,7	0,638	98,2	4111,4
Betume / Alcatrão	40,2	0,96	80,6	3374,6
Biogásolina e Biodiesel	27	0,645	0	0,0
Briquetes de lignite	20	0,478	101,1	4747,9
Briquetes de turfa	16 — 16,8	0,382 — 0,401	105,9	4433,8
Carvão betuminoso	25,8	0,616	94,5	3956,5
Carvão sub-betuminoso	18,9	0,451	96,0	4019,3
Carvão vegetal	29,5	0,705	0	0,0
Combustível para motor (gasolina)	44 — 45	1,051 — 1,075	69,2	2897,3
Coque de Carvão	28,2	0,674	94,5	3956,5
Coque de fumo / lignite ou gás	28,2 — 28,5	0,674 — 0,681	107	4479,9
Coque de Petróleo	31 — 32,5	0,740 — 0,776	97,5	4082,1
Etano	46,4	1,108	61,6	2579,1
Fuelóleo pesado	40 — 40,4	0,955 — 0,965	77,3	3236,4
Fuelóleo	41,2	0,984	77,3	3236,4
Gás de Alto Forno	2,5	0,060	259,4	10860,6
Gás de coqueria e de fábricas de Gás	38,7	0,924	44,7	1871,5
Gás de forno de acesaria a oxigénio	7,1	0,170	171,8	7192,9
Gás de petróleo liquefeito	46 — 47,3	1,099 — 1,130	63,0	2637,7
Gás de Refinaria	49,5	1,182	51,3	2147,8
Gás natural (superior a 93% de metano)	47,2 — 48	1,127 — 1,146	56,1	2348,8
Gás natural liquefeito	44,2 — 45,2	1,056 — 1,080	64,1	2683,7
Gás natural (1)	45,1	1,077	64,1	2683,7
Gases de aterro/ lamas de depuração e outros biogases	50,4	1,204	0	0,0
Gasóleo / Diesel	42,3 — 43,3	1,010 — 1,034	74,0	3098,2
Hulha	17,2 — 30,7	0,411 — 0,733	97,5	4082,1
Lignite castanha	5,6 — 10,5	0,134 — 0,251	101,1	4232,9
Lignite negra	10,0 — 21	0,239 — 0,502	101,1	4232,9
Lubrificantes, ceras parafínicas e outros produtos Petrolíferos	40,2	0,960	73,3	3068,9
Madeira / resíduos de Madeira	13,8 — 15,6	0,330 — 0,373	0	0,0
Matérias-primas para refinaria	43	1,027	73,3	3068,9
Metao	50	1,194	54,9	2298,6
Monóxido de Carbono	10,1	0,241	155,2	6497,9
Nafta química / Condensados de gasolina	44,5	1,063	73,3	3068,9
Óleo de xisto	38,1	0,910	73,3	3068,9

Combustível	PCI (MJ/kg)	PCI (tep/t)	FE (kgCO <sub>2</sub> e/GJ)	FE (kgCO <sub>2</sub> e/tep)
Óleos usados	40,2	0,960	73,3	3068,9
Orimulsão	27,5	0,657	76,9	3219,6
Outra biomassa primária sólida	11,6	0,277	0	0,0
Outros biocombustíveis Líquidos	27,4	0,654	0	0,0
Pelletes / briquetes de madeira	16,8	0,401	0	0,0
Petróleo Bruto	42,3	1,01	73,3	3068,9
Querosene	43,8	1,046	71,8	3006,1
Resíduos Industriais	7,4 — 10,7	0,177 — 0,256	142,9	5982,9
Turfa	7,8 — 13,8	0,186 — 0,330	105,9	4433,8
Xisto betuminoso	8 — 9	0,191 — 0,213	106,6	4463,1

(1) Peso específico do Gás Natural é de 0,8404 kg/m<sup>3</sup>N

Na tabela anterior, PCI (MJ/kg) é o poder calorífico inferior do combustível expresso em mega-Joule (MJ) por quilograma (kg). PCI (tep/t) é o poder calorífico inferior do combustível expresso em tonelada equivalente petróleo (tep) por tonelada (t). FE (kgCO<sub>2</sub>e/GJ) é o factor de emissão de gases de efeito de estufa (ex: CO<sub>2</sub>) expresso em quilogramas de CO<sub>2</sub> equivalentes por energia libertada pelo combustível em giga-Joule (GJ) e FE (kgCO<sub>2</sub>e/tep) é o factor de emissão de gases de efeito de estufa expresso em quilogramas de CO<sub>2</sub> equivalentes por energia libertada pelo combustível em tonelada equivalente petróleo (tep).

2 — Para outros combustíveis primários sólidos, líquidos ou gasosos não referidos explicitamente na tabela do ponto anterior e aos quais estes também não possam ser equiparados, é usada a seguinte expressão que transforma o valor do poder calorífico inferior (PCI) do combustível de MJ/kg para a tep/t.

$$PCI (tep/t) = \frac{PCI (MJ/kg)}{41,868}$$

Esta expressão considera a conversão termodinâmica de tep em MJ utilizada pela Agência Internacional da Energia (1 tep = 41 868 MJ).

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica, por emissão dos gases com efeitos de estufa, para outros combustíveis primários sólidos, líquidos e gasosos não referidos explicitamente na tabela do ponto anterior e aos quais estes também não possam ser equiparados, deverão ser utilizados os valores de referência de factor de emissão (FE) de, respectivamente, 96, 73 e 59 kgCO<sub>2</sub>e/GJ.

3 — A electricidade, o vapor e outros fluidos térmicos são formas de energia resultantes da transformação de fontes de energia primária. Assim, a conversão para tep da energia eléctrica e da energia térmica do vapor e de outros fluidos térmicos gerados por fornecedores externos tem que ter em conta o rendimento do processo de transformação.

3.1 — Para a energia eléctrica, a conversão considera o rendimento eléctrico médio ( $\eta_{\text{eléctrico}}$ ) das centrais termoeléctricas que usam combustíveis fósseis. Nestes termos, a conversão de kWh de energia eléctrica para tep é dada pela fórmula:

$$Energia eléctrica (tep/kWh) = \frac{\eta_{\text{eléctrico}}}{86 \times 10^4}$$

Para efeitos deste Despacho e de acordo com o Anexo II da Directiva 2006/32/CE, o valor de  $\eta_{\text{eléctrico}}$  é igual a 0,4, pelo que 1 kWh = 215 x 10<sup>-4</sup> tep.

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica por emissão de gases com efeito de estufa, considera-se que o factor de emissão associado ao consumo de electricidade é igual a 0,47 kgCO<sub>2</sub>e/kWh, de acordo com o estabelecido na Portaria n.º 63/2008 de 21 de Janeiro, 1.ª série.

3.2 — Para o vapor, a conversão considera o rendimento térmico médio ( $\eta_{\text{térmico}}$ ) das caldeiras utilizadas actualmente na geração de vapor, sendo dada por

$$Energia do vapor (tep/t) = \frac{Entalpia específica do vapor (MJ/kg)}{\eta_{\text{térmico}} \times 41,868}$$

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica por emissão de gases com efeito de estufa, considera-se que o factor de emissão associado ao consumo de vapor é igual a:

Factor de Emissão para o consumo de vapor (kgCO<sub>2</sub>e/GJ) = 65,05 /  $\eta_{\text{térmico}}$

Para efeitos deste despacho, o valor de  $\eta_{\text{térmico}}$  para as caldeiras de geração de vapor é igual a 0,9, pelo que 1 GJ de vapor consumido = 72,3 kgCO<sub>2</sub>e.

3.3 — Para outros fluidos térmicos, a conversão considera o rendimento térmico médio da unidade de produção, sendo dada por:

$$Energia do fluido (tep/t) = \frac{\text{Calor útil (MJ/tep)}}{\eta_{\text{térmico}} \times 41,868}$$

O calor útil é definido como a diferença entre a energia térmica recebida do fornecedor e a devolvida.

Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica por emissão de gases com efeito de estufa, considera-se que o factor de emissão associado ao consumo de fluido térmico é igual a:

Factor de Emissão para o consumo de fluido térmico (kgCO<sub>2</sub>e/GJ) = 65,05 /  $\eta_{\text{térmico}}$

Para efeitos deste despacho, o valor de  $\eta_{\text{térmico}}$  para geradores de fluido térmico é igual a 0,9, pelo que 1 GJ de fluido térmico consumido = 72,3 kgCO<sub>2</sub>e.

4 — Todas as situações que se encontrem fora do âmbito do presente Diploma, deverão ser apresentadas e comprovadas à Direcção-Geral de Energia e Geologia, que após análise emitirá um despacho.

O presente despacho entra em vigor à data da sua publicação no Diário da República.

3 de Junho de 2008. — O Subdirector-Geral, Bento de Moraes Sarmiento.

## Direcção Regional da Economia de Lisboa e Vale do Tejo

### Despacho n.º 17314/2008

Carlos Armando Martins de Azevedo Morais, técnico especialista principal, posicionado no escalão 2, índice 560, da carreira técnica do quadro de pessoal da Direcção Regional de Lisboa e Vale do Tejo do ex-Ministério da Economia, constante do mapa m anexo à Portaria n.º 443/99, de 18 de Junho, nomeado, por reclassificação profissional ao abrigo das disposições constantes do Decreto-Lei n.º 497/99, de 19 de Novembro, na categoria de técnico superior principal, escalão 2, índice 560, da carreira técnica superior, em lugar vago do mesmo quadro de pessoal.

Foi dado cumprimento às disposições legais constantes dos artigos 34.º e 41.º da Lei n.º 53/2006, de 7 de Dezembro, designadamente, através de processo de procedimento de selecção para reinício de funções por tempo indeterminado, P20080679/SigaME, publicitado em 14 de Fevereiro de 2008.

17 de Junho de 2008. — A Directora Regional, Elisabete Velez.

## Região de Turismo do Alto Minho (Costa Verde)

### Aviso n.º 18671/2008

Por despacho da Comissão Executiva da Região de Turismo do Alto Minho, de 7 de Abril de 2008, foi ratificado o pedido de licença sem vencimento por um ano renovável até 3, ao abrigo do n.º 1 do artigo 76.º do Decreto-Lei n.º 100/99, alterado pelo Decreto-Lei n.º 169/2006, de 17 de Agosto, a Maria Aurora Botão Pereira do Rego, Técnica Superior Principal, como Bolseira da Fundação da Ciência e Tecnologia, com efeitos a 01 de Abril de 2008.

7 de Abril de 2008. — O Presidente, Francisco José Torres Sampato.

300449861

**Síntese Curricular**

- 1) Dados pessoais  
 Nome: Filipe Rodrigues Meirinho, Data de nascimento: 10 de Fevereiro de 1967, nacionalidade: Portuguesa.
- 2) Habilitações académicas  
 Licenciatura em Direito, com média final de 14 valores.
- 3) Experiência profissional  
 Desde Nov./2006 — ASAE  
 Inspector-chefe da ASAE/Direcção Regional de Lisboa e Vale do Tejo, Divisão de Fiscalização e Investigação (área alimentar). Integrando, nesta mesma data diversos grupos de trabalho no âmbito da actividade inspectiva da ASAE. Classificação de serviço: 4.20 (muito bom).  
 Integra no corrente ano de 2008 o CCA (Conselho Coordenador de Avaliação) no âmbito do SIADAP.  
 Jul./2006 a Nov./2006 — ASAE  
 Funções jurídicas, em regime de requisição na ASAE/Gabinete Técnico de Apoio, que presta apoio especializado ao Inspector-geral.  
 Set./2005 a Jul./2005 — Direcção-geral de Viação  
 Técnico superior de 1.ª Classe — Jurista, pertencente aos quadros de pessoal técnico superior, colocado sob dependência directa do Director-geral de Viação. Elaboração de pareceres jurídicos sobre as matérias da competência orgânica da DGV, assessoria jurídica ao Director-geral; auditoria aos serviços da DGV, desenvolvimento e actualização de diplomas legais. Em 2005 fez parte da comissão de negociação para aquisição de radares digitais para as forças de segurança, designado por Despacho do Director-geral de Viação. Classificação de serviço 4.43 (muito bom)  
 Fev./2002 a Set./2003 — Direcção-geral de Viação  
 Técnico superior de 2.ª Classe — Jurista, pertencente aos quadros de pessoal técnico superior, colocado sob dependência directa do Director-geral de Viação. Fiscalização e controlo dos serviços dependentes da Direcção-geral de Viação. Instrução de processos disciplinares.
- 4) Formação específica  
 Set./2007 — Acção de formação subordinada ao tema “A adequação da instrução às novas exigências judiciais”, ministrada pela ASAE.  
 Set./2007 — Acção de formação subordinada ao tema “A protecção jurídica do software”, ministrada pela ASAE.  
 Set./2007 — Acção de formação subordinada ao tema “Autoridade versus Órgão de Polícia Criminal”, ministrada pela ASAE.  
 Mai./2007 — Acção de formação subordinada ao tema “Contrafacção”, ministrada pela ASAE.  
 Fev./2007 — Acção de formação “Procedimentos em feiras e comunicações”, ministrada pela ASAE.  
 Fev./2007 — Acção de formação “Aperfeiçoamento em tiro e comunicação”, ministrada pela ASAE.  
 Fev./2007 — Acção de formação “Segurança Alimentar — HACCP”, ministrada pela ASAE.  
 Mar./2006 — Curso: “Direitos das Contra-ordenações”, ministrado pelo Instituto de Administração Pública (INA).  
 Mai./2004 — Curso: “O Novo Procedimento Administrativo”, ministrado pelo Instituto Nacional de Administração Pública (INA).  
 Fev./2003 — Curso: “Planeamento e Controlo de Gestão por Resultados”, ministrado pelo Instituto Nacional de Administração Pública (INA).  
 Jun./2002 — Curso: “Novo Enquadramento de Práticas Profissionais de Auditoria Interna”, ministrado pelo Instituto Português de Auditores Internos.  
 Mai./2002 — Curso: “A Feitura das Leis”, ministrado pelo Instituto Nacional de Administração Pública (INA).

**Direcção-Geral de Energia e Geologia**

**Despacho n.º 17449/2008**

Nos termos da alínea b) do n.º 2 do artigo 19.º do Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, do SGCIE — Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, os elementos a considerar na realização de auditorias energéticas, na elaboração dos planos de racionalização do consumo de energia (PREn) e nos relatórios de execução e progresso (REP), são os seguintes:

- 1 — Auditoria Energética
- 1.1 — A Auditoria Energética, conforme definida no artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 71/2008, consiste num levantamento detalhado de to-

dos aspectos relacionados com o uso da energia, ou que de alguma forma contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos. Tem por objectivos a caracterização energética dos diferentes equipamentos e sistemas existentes numa instalação consumidora intensiva de energia (incluindo o estabelecimento de correlações entre consumos de energia e produções e cálculo dos correspondentes consumos específicos de energia e de indicadores de eficiência energética global da instalação tal como definidos no n.º 2 do artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 71/2008) e a identificação das medidas com viabilidade técnico-económica possíveis de implementar, de modo a aumentar a eficiência energética e ou a reduzir a factura energética associadas às actividades da instalação em questão.

A auditoria energética incidirá sobre a concepção e o estado das instalações, devendo ser recolhidos os elementos necessários à elaboração do plano de racionalização do consumo de energia, bem como à subsequente verificação do cumprimento deste.

A auditoria energética deverá, nomeadamente:

- a) Quantificar os consumos energéticos (por instalação global e principais secções e ou equipamentos) e a sua importância no custo final do(s) produto(s);
- b) Efectuar uma inspecção visual dos equipamentos e ou sistemas consumidores de energia, complementada pelas medições necessárias;
- c) Esclarecer como é transformada a energia e quais os seus custos;
- d) Efectuar um levantamento e caracterização detalhados dos principais equipamentos consumidores de energia, sobretudo com maior peso em termos de potência instalada, quer eléctrica, quer térmica;
- e) Obter diagramas de carga (DDC) eléctricos dos sistemas considerados grandes consumidores de electricidade;
- f) Determinar a eficiência energética de geradores de energia térmica eventualmente existentes, pelos métodos das perdas ou directo;
- g) Verificar o estado das instalações de transporte e distribuição de energia;
- h) Verificar a existência do bom funcionamento dos aparelhos de controlo e regulação do equipamento de conversão e utilização de energia;
- i) Realizar balanços de massa e energia aos principais equipamentos consumidores de energia térmica;
- j) Determinar consumos específicos de energia durante o período de realização da auditoria, para posterior comparação com os valores médios mensais e anuais e detecção de eventuais variações sazonais;
- k) Determinar o quociente entre o consumo energético total e o valor acrescentado bruto (kgep/VAB) da actividade empresarial directamente ligada à instalação consumidora intensiva de energia, bem como, o consumo específico de energia (kgep/unidade de produção);
- l) Identificar e quantificar as possíveis áreas onde as economias de energia são viáveis, como resultado das situações encontradas/anomalias detectadas e medições efectuadas;
- m) Definir intervenções com viabilidade técnico-económica, conducentes ao aumento da eficiência energética e ou a redução da factura energética;
- n) Definir as linhas orientadoras para a implementação ou melhoria de um esquema operacional de Gestão de Energia.

1.º — Para efeitos deste Despacho a definição de valor acrescentado bruto (VAB) é a seguinte:

VAB = Vendas (POC 71) + Prestações de serviços (POC 72) + Provedores suplementares (POC 73) + Trabalhos para a própria empresa (POC 75) — Custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas (POC 61) — Fornecimentos e serviços externos (POC 62) — Outros custos e perdas operacionais (POC 65)

2 — Planos de Racionalização de Consumo de Energia (PREn)

2.1 — O Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), conforme definido no artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 71/2008, deve estabelecer metas relativas às intensidades energética e carbónica e ao consumo específico de energia. A intensidade energética é definida pelo quociente entre o consumo total de energia e o valor acrescentado bruto (kgep/€) das actividades empresariais directamente ligadas a essas instalações industriais com consumos intensivos de energia, a intensidade carbónica pelo quociente entre o valor das emissões de gases com efeito de estufa, referidos a quilogramas de CO<sub>2</sub> equivalente, e o consumo total de energia (kgCO<sub>2</sub>e/tep ou GJ), e o consumo específico de energia, pelo quociente entre o consumo total de energia e o volume de produção (kgep/unidade de produção), devendo incluir obrigatoriamente medidas que visem a racionalização do consumo de energia. O ano de referência será o ano civil anterior à data de auditoria energética. Para instalações CIE multi-produtos, desagregar, sempre que possível, o consumo específico de energia referido anteriormente para cada tipo de produto.

2.2 — Para a determinação das metas definidas no artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 71/2008 deverá ser utilizado o valor do VAB a preços

constantes relativos ao ano de referência e os valores de produção expectáveis.

2.3 — No PREn deverão ser indicadas as modificações ou substituições a introduzir nos equipamentos ou na instalação existentes, quantificando as reduções de consumo consequentes, o respectivo programa de implementação e o impacto na redução dos indicadores de eficiência energética da instalação.

2.4 — No PREn devem também ser consideradas as hipóteses de produção combinada de energia eléctrica e térmica, de valorização dos resíduos energéticos e de substituição dos produtos derivados do petróleo.

2.5 — O PREn deverá ser elaborado de forma que permita, em qualquer momento da sua aplicação, uma fácil verificação dos desvios.

3 — Relatórios de Execução e Progresso (REP)

3.1 — O operador da instalação consumidora intensiva de energia, para efeitos do cumprimento do artigo 9.º do Decreto-Lei n.º 71/2008, deve:

a) Manter um registo actualizado pelo qual se possam verificar, periodicamente, os desvios em relação às metas estabelecidas;

b) Apresentar um Relatório de Execução e Progresso (REP), a cada 2 anos de vigência do Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia, sobre o seu estado de implementação, no período a que respeita o relatório. Em cada um deles devem constar as metas e objectivos alcançados, desvios verificados e respectiva justificação, bem como, as medidas tomadas ou a tomar para a sua correcção;

c) Para a avaliação do estado de implementação do ARCE, o REP deverá apresentar informação sobre a eficiência energética da instalação com recurso aos indicadores definidos no PREn. Estes indicadores deverão ser calculados utilizando o valor do VAB a preços constantes relativos ao ano de referência e os valores de produção obtidos;

d) Apresentar à Direcção-Geral de Energia e Geologia, quando lhe forem solicitados, os registos mencionados na alínea a) deste número e prestar-lhe esclarecimentos;

e) O relatório relativo ao último período de vigência do ARCE deve incluir o balanço final da execução da totalidade do mesmo, considerando-se como REP final.

O presente despacho entra em vigor à data da sua publicação no *Diário da República*.

3 de Junho de 2008. — O Subdirector-Geral, *Bento de Morais Sarmento*.

## Direcção-Geral do Turismo

### Aviso n.º 18799/2008

Por despacho do Secretário de Estado do Turismo de 12 de Março de 2003, foi atribuída a utilidade turística, a título prévio, a um hotel-apartamento (Malaposta de Lovelhe), com a prevista classificação de 3 estrelas, que Hotel Rural Sociedade Unipessoal, L.ª, pretende levar a efeito na Quinta da Malaposta, freguesia de Lovelhe, concelho de Vila Nova de Cerveira, distrito de Viana do Castelo.

A referida utilidade turística é atribuída nos termos do disposto nos artigos 2.º, n.º 1, 3.º, n.º 1, alínea a) (com a redacção dada pelo artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 38/94, de 8 de Fevereiro), 4.º, 5.º, n.º 1, alínea a); 7.º, n.º 1 e 2, e 11.º, n.ºs 1 a 3, do Decreto-Lei n.º 423/83, de 5 de Dezembro, valendo por um prazo de 24 meses, contado a partir da data do despacho declarativo ficando, nos termos do disposto no artigo 8.º do referido Decreto-Lei, dependente do cumprimento dos seguintes condicionamentos:

a) O estabelecimento deverá vir a satisfazer as exigências legais para a prevista classificação de hotel-apartamento de 3 estrelas;

b) Deverá, no decurso da obra, dar satisfação ao exposto nas alíneas a) e b) do ponto 2.2 do parecer DSPET/DEHOT/2002/132 de 16/04/2002;

c) O estabelecimento deverá abrir ao público no prazo máximo 18 meses, contado a partir da data do despacho declarativo, sem prejuízo de dever legal de requerer a confirmação da utilidade turística dentro do prazo de validade fixado, excepto quando lhe seja concedida a prorrogação prevista no n.º 3 do artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 423/83, de 5 de Dezembro;

d) A empresa não poderá realizar, sem prévia autorização da Direcção-Geral do Turismo e conhecimento da Comissão de Utilidade Turística, quaisquer obras que impliquem alteração da estrutura do empreendimento definida no projecto aprovado, ou das características arquitectónicas do edifício respectivo.

De acordo com o n.º 4 do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 423/83, de 5 de Dezembro (com a redacção introduzida pelo artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 38/94, de 08 de Fevereiro), conjugado com o disposto nos arti-

gos 17.º e 22.º, daquele diploma, a empresa proprietária ou exploradora do estabelecimento fica isenta relativamente à propriedade e exploração do mesmo, das taxas devidas ao Governo Civil e à Inspecção-Geral das Actividades Culturais, desde a data de abertura do empreendimento ao público, por um prazo correspondente ao legalmente estabelecido para efeitos de isenção de contribuição autárquica — 7 anos de acordo com o artigo 43.º do Estatuto de Benefícios Fiscais, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 215/89, de 1 de Julho, na redacção que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 198/2001 de 3 de Julho, caso venha a confirmar-se a utilidade turística nos termos legais.

19 de Março de 2003. — Pela Comissão de Utilidade Turística, *Manuel Rocha*.

3000095807

## MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS

### Gabinete do Ministro

#### Despacho n.º 17450/2008

Nos termos do n.º 2 do artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 116/98, de 5 de Maio, reconheço à licenciada Alexandra Maria Silveira Pinto Pereira, nomeada técnica superior de 2.ª classe, da carreira de médico veterinário, da Câmara Municipal de Sintra, conforme aviso publicado no *Diário da República*, 2.ª série, n.º 55, de 18 de Março de 2008, e termo de posse da mesma data, o direito ao abono da remuneração a cargo do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, de harmonia com o n.º 1 do artigo 5.º do referido diploma.

5 de Junho de 2008. — O Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, *Jaime de Jesus Lopes Silva*.

#### Despacho n.º 17451/2008

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 147/2006, de 2 de Novembro, veio consagrar as orientações fundamentais para a elaboração do Plano Estratégico Nacional (PEN) e dos programas de desenvolvimento rural (PDR) financiados pelo Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER) para o período de 2007-2013.

Na esteira das referidas orientações, o Decreto-Lei n.º 2/2008, de 4 de Janeiro, definiu o modelo de governação dos programas de desenvolvimento rural, do continente (PRODER), dos Açores (PRORURAL) e da Madeira (PRODERAM), e definiu as estruturas orgânicas relativas ao exercício das funções de gestão, controlo, informação, acompanhamento e avaliação, nos termos da regulamentação comunitária aplicável.

Assente na coerência e simplificação das estruturas e suas competências, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2008, de 7 de Janeiro, criou a estrutura de missão responsável pelo exercício das funções de autoridade de gestão do Programa de Desenvolvimento Rural do continente (PRODER), designando os seus responsáveis, o seu estatuto, os seus elementos e as suas atribuições, tendo determinado, nos termos do disposto no seu n.º 11, a nomeação dos secretários técnicos por despacho do Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

Assim:

Ao abrigo do disposto no n.º 11 da Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2008, de 7 de Janeiro, tendo em conta o *currículum* e o perfil profissional do visado, nomeio o licenciado Norberto José da Silva Soares Correia para o exercício do cargo de secretário técnico da autoridade de gestão do PRODER, com efeitos a partir de 1 de Junho de 2008.

18 de Junho de 2008. — O Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, *Jaime de Jesus Lopes Silva*.

## Direcção-Geral dos Recursos Florestais

### Despacho (extracto) n.º 17452/2008

Por despacho de 28-05-2008 do Director-Geral dos Recursos Florestais, foi autorizada a licença sem vencimento por um ano, com efeitos a partir de 01-06-2008, à auxiliar agrícola Natália Dolores Fazendeiro Ferreira Galoto.

19 de Junho de 2008. — O Director de Serviços, *Paulo Freitas*.

3818

*Diário da República, 1.ª série—N.º 121—25 de Junho de 2008*

c) Especificação do número de lugares de estacionamento comum e do número de lugares de estacionamento privativo.

3 — O pedido deve ainda ser instruído, no mínimo, com o estudo prévio do projecto de arquitectura.

4.º

**Elementos do pedido de licenciamento  
ou comunicação prévia de operações de loteamento**

1 — O pedido de licenciamento ou comunicação prévia relativo às operações de loteamento abrangidas pela alínea b) do n.º 2 do artigo 21.º do Decreto-Lei n.º 39/2008, de 7 de Março, deve ser instruído com uma memória descritiva onde sejam especificados os elementos referidos no artigo 2.º da presente portaria.

2 — O pedido a que se refere o número anterior deve ainda ser instruído com uma planta de síntese indicando, nomeadamente, a finalidade dos lotes, identificando claramente as tipologias de empreendimentos turísticos, de acordo com o Decreto-Lei n.º 39/2008 e portarias regulamentares, bem como os lotes que se destinam a outras unidades de utilização, nomeadamente restaurantes, salas de reuniões, estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, equipamentos de animação autónomos, equipamentos de desporto e lazer e outros equipamentos complementares.

3 — Para além dos elementos referidos no número anterior, devem ser juntas ao pedido fotografias, de preferência coloridas e panorâmicas, do local.

5.º

**Elementos do pedido de licenciamento  
ou comunicação prévia de obras de edificação**

1 — O pedido de licenciamento ou comunicação prévia dos empreendimentos turísticos a que se refere o artigo 26.º do Decreto-Lei n.º 39/2008, de 7 de Março, deve ser instruído com uma memória descritiva de que constem os seguintes elementos:

a) O tipo de empreendimento, a classificação e a categoria pretendidos;

b) A especificação do número de unidades de alojamento e do número de camas (individuais e duplas) fixas e convertíveis;

c) Capacidade prevista para outras unidades de utilização, nomeadamente restaurantes, salas de reuniões, estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, equipamentos de animação autónomos, equipamentos de desporto e lazer e outros equipamentos complementares;

d) Especificação do número de lugares de estacionamento comum e do número de lugares de estacionamento privativo;

e) O modo de cumprimento dos requisitos obrigatórios exigidos para as instalações do empreendimento e dos requisitos opcionais verificáveis em sede de projecto, com a indicação da respectiva pontuação, nos termos da Portaria n.º 326/2008, de 28 de Abril;

f) A organização funcional do empreendimento e as suas circulações horizontais e verticais;

g) Plano de acessibilidades que apresente a rede de espaços e equipamentos acessíveis, bem como soluções de detalhe métrico, técnico e construtivo, esclarecendo as soluções adoptadas em matéria de acessibilidade a pessoas com deficiência e mobilidade condicionada;

h) A calendarização da execução do empreendimento, no caso de este ser realizado por fases.

Em 12 de Junho de 2008.

O Secretário de Estado do Ordenamento do Território e das Cidades, *João Manuel Machado Ferrão*. — O Secretário de Estado do Turismo, *Bernardo Luís Amador Trindade*.

**MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO**

**Portaria n.º 519/2008**

**de 25 de Junho**

Pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, o Governo redefiniu um conjunto de regras que actualizaram a disciplina de gestão do consumo de energia constantes do regulamento para a eficiência energética na indústria, estabelecido no Decreto-Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro, e diplomas que o regulamentaram, que revogou, definindo quais as instalações consideradas com consumo intensivo de energia.

Este decreto-lei, que regula o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE), instituído com o objectivo de promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia, prevê que os operadores, para cumprirem as obrigações decorrentes deste diploma, devem recorrer a técnicos ou entidades credenciadas pela Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGE) e remeteu para portaria do membro do Governo responsável pela economia a aprovação dos requisitos de habilitação e experiência profissional a observar para a credenciação desses técnicos ou entidades.

Assim:

Ao abrigo do disposto no n.º 1 do artigo 19.º do Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, que criou o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE), manda o Governo, pelo Ministro da Economia e da Inovação, o seguinte:

1.º Os requisitos mínimos de habilitação e experiência profissional a observar na credenciação de técnicos e entidades são os seguintes:

a) Técnico auditor energético e autor de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso:

i) Habilitação com o curso de Engenheiro, reconhecido pela Ordem dos Engenheiros, ou com o curso de Engenheiro Técnico, reconhecido pela Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos;

ii) Experiência profissional adequada;

iii) Ter à disposição a aparelhagem de medida e controlo necessária para o efeito;

b) Entidade auditora energética e autora de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso:

i) Ter como fim estatutário actividade relacionada com a consultoria e projecto (auditoria ou elaboração de projectos de instalações industriais) na área da energia;

ii) Fazer prova de que possui ao seu serviço técnico ou técnicos reconhecidos conforme exigido na alínea a) deste número.

2.º Para efeitos da alínea *a)* do número anterior, considera-se uma experiência profissional adequada se o candidato possuir pelo menos cinco anos de prática em instalações cujo consumo de energia se situa acima dos limites indicados no n.º 1 do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 71/2008 ou três anos de experiência específica nas áreas de auditoria e consultoria energética.

3.º Pode ser concedido o reconhecimento a pessoas com prática inferior à exigida no número anterior quando o candidato tiver pelo menos dois anos de experiência profissional específica nas áreas da auditoria e consultoria energética e possuir em simultâneo alguma das seguintes habilitações especiais:

*a)* Curso de Engenheiro, reconhecido pela Ordem dos Engenheiros, ou curso de Engenheiro Técnico, reconhecido pela Associação Nacional de Engenheiros Técnicos, com especialização em Energia;

*b)* Curso de Engenheiro, reconhecido pela Ordem dos Engenheiros, ou de Engenheiro Técnico, reconhecido pela Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos, que inclua disciplinas de Auditoria Energética ou de Utilização Racional de Energia;

*c)* Pós-graduação em Auditoria Energética;

*d)* Tenha desenvolvido actividades de investigação ou docência universitária na área da Auditoria Energética e na da Utilização Racional de Energia durante pelo menos um ano;

*e)* Grau de mestre ou doutor na área da Auditoria Energética e na da Utilização Racional de Energia.

4.º O processo para o reconhecimento dos técnicos e entidades, a apresentar à Agência para a Energia (ADENE), deve ser acompanhado da respectiva declaração ético-profissional, cujas minutas constam dos anexos III e IV da presente portaria e que dela fazem parte integrante.

5.º O processo referido no número anterior deve ser constituído pelos seguintes documentos:

*a)* Requerimento solicitando a aprovação do reconhecimento à DGEG, de acordo com os modelos constantes dos anexos I e II da presente portaria e da qual fazem parte integrante;

*b)* Documento comprovativo das habilitações literárias;

*c)* Identificação completa dos técnicos reconhecidos, no caso do reconhecimento de pessoa colectiva;

*d)* *Curriculum vitae* detalhado explicitando, em particular, as actividades desenvolvidas no âmbito da prática profissional ou académica, referida nos n.ºs 2.º e 3.º;

*e)* Listagem do equipamento, de medida e controlo, disponível para a realização das auditorias energéticas e para o desenvolvimento da actividade;

*f)* Declaração ético-profissional, de acordo com o modelo constante nos anexos III e IV da presente portaria e da qual fazem parte integrante;

*g)* Declaração, facultativa, de autorização de divulgação de dados pessoais de acordo com o modelo constante dos anexos V e VI da presente portaria e da qual fazem parte integrante;

*h)* Outros elementos e referências consideradas úteis pelo requerente para o reconhecimento.

6.º A presente portaria entra em vigor no dia seguinte ao da sua publicação.

O Ministro da Economia e da Inovação, *Manuel António Gomes de Almeida de Pinho*, em 17 de Junho de 2008.

## ANEXO I

**Modelo de requerimento para reconhecimento de técnicos como auditor energético e autor de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso, nos termos do n.º 3 do artigo 10.º do sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE), publicado com o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril.**

Exm.º Senhor, Director-Geral da Energia e Geologia,	
F(a)....., residente em (b)..... distrito de....., concelho de....., portador do Bilhete de Identidade n.º....., emitido em..... pelo Arquivo de Identificação de....., com o curso de..... concluído em..... vem por este meio requerer a V. Ex.ª, nos termos do Art.º 10.º do SGCIE – Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, publicado com o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, o reconhecimento como técnico Auditor Energético e Autor de Planos de Racionalização e de Relatórios de Execução e Progresso.	
Para os efeitos da prova exigida na Portaria...../2008, juntam-se os seguintes documentos:	
(a).....	.....
(b).....	.....
(c).....	.....
(d).....	.....
(e).....	.....
Data:.....	
Pede Deferimento,	
Assinatura	

(a) Nome.

(b) Endereço postal.

(c) Documento comprovativo do curso.

(d) *Curriculum vitae* detalhado, explicitando, em particular, as actividades desenvolvidas no âmbito da prática profissional ou académica, referida nos n.ºs 2.º e 3.º (anexando os respectivos documentos comprovativos).

(e) Listagem do equipamento de medida e controlo de que dispõe para o desenvolvimento da actividade.

(f) Declaração ético-profissional, conforme modelo em anexo.

(g) Declaração de autorização de divulgação de dados pessoais, conforme modelo em anexo (facultativa).

Os dados pessoais recolhidos destinam-se a tratamento informático e podem ser alterados, rectificados ou eliminados junto da DGEG.

## ANEXO II

**Modelo de requerimento para reconhecimento de entidades como auditor energético e autor de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso, nos termos do n.º 4 do artigo 10.º do sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE), publicado com o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril.**

Exm.º Senhor, Director-Geral da Energia e Geologia,	
F(b)....., sita/(b)..... distrito de....., concelho de....., pessoa colectiva n.º....., com a actividade enquadrada nas áreas de consultoria e projecto em instalações consumidoras intensivas de energia, vem por este meio requerer a V. Ex.ª, nos termos do n.º 4 do Art.º 10.º do SGCIE – Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, publicado com o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, o reconhecimento para realizar Auditorias Energéticas e elaborar Planos de Racionalização e Relatórios de Execução e Progresso.	
Como prova das condições exigidas na Portaria...../2008, juntam-se os seguintes documentos:	
(a).....	.....
(b).....	.....
(c).....	.....
(d).....	.....
(e).....	.....
Data:.....	
Pede Deferimento	
Assinatura	

(a) Nome.

(b) Endereço postal.

(c) Estatutos ou documento equivalente que comprove o enquadramento da actividade da entidade nas áreas de consultoria e projecto em instalações consumidoras intensivas.

(d) Documento comprovativo de que possui ao serviço técnico ou técnicos reconhecidos no âmbito do SGCIE.

(e) Declaração ético-profissional, conforme modelo em anexo.

(f) Declaração de autorização de divulgação de dados pessoais, conforme modelo em anexo (facultativa).

(g) Listagem do equipamento de medida e controlo de que dispõe para o desenvolvimento da actividade.

Os dados pessoais recolhidos destinam-se a tratamento informático e podem ser alterados, rectificados ou eliminados junto da DGEG.

#### ANEXO III

##### Declaração ético-profissional

(para reconhecimento de técnicos)

... (nome), ... (grau académico), declaro, para efeitos de obtenção de reconhecimento como auditor energético e autor de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso, aplicar o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE) com independência técnica e isenção, cumprindo os regulamentos, normas e legislação aplicáveis, os quais são do meu conhecimento, reconhecendo à DGEG — Direcção-Geral de Energia e Geologia a capacidade de me retirar o mesmo reconhecimento quando não satisfizer as condições a que me comprometo.

... (data).

... (assinatura).

#### ANEXO IV

##### Declaração ético-profissional

(para reconhecimento de entidades)

... (nome), representante legal da ... (identificação da sociedade), cujo fim estatutário é a actividade de ..., declaro, para efeitos de obtenção do reconhecimento como auditor energético e autor de planos de racionalização e de relatórios de execução e progresso, que a ... (identificação da sociedade) aplicará o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE) com independência técnica e isenção, cumprindo os regulamentos, normas e legislação aplicáveis, os quais são de nosso conhecimento, reconhecendo à Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) a capacidade de nos retirar o mesmo reconhecimento quando não satisfizermos as condições a que nos comprometemos.

... (data).

... (carimbo da empresa e assinatura).

#### ANEXO V

##### Declaração de autorização de divulgação

Eu, ... (nome), portador do bilhete de identidade n.º ..., de ... de ... de ..., do arquivo de identificação de ..., declaro que autorizo a Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) a divulgar informações constantes do meu processo de reconhecimento ao abrigo do sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE).

... (data).

... (assinatura).

#### ANEXO VI

##### Declaração de autorização de divulgação

... (nome), representante legal da ... (identificação da sociedade), cujo fim estatutário é a actividade de ...,

declaro que autorizo a Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) a divulgar informações constantes do processo de reconhecimento da sociedade ao abrigo do sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE).

... (data).

... (carimbo da sociedade e assinatura).

## MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS

### Portaria n.º 520/2008

de 25 de Junho

Com fundamento no disposto na alínea a) do artigo 40.º do Decreto-Lei n.º 202/2004, de 18 de Agosto, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 201/2005, de 24 de Novembro;

Ouvido o Conselho Cinegético Municipal de Arraiolos: Manda o Governo, pelo Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, o seguinte:

1.º Pela presente portaria é concessionada, pelo período de 12 anos, à PLANICAÇA — Planeamento Cinegético, L.ª, com o número de identificação fiscal 505768739 e sede no Monte do Pequito, 7490 Pavia, a zona de caça turística da Herdade da Bardeira e outras (processo n.º 4868-DGRF), englobando os prédios rústicos denominados «Herdade da Bardeira» e «Courela da Bardeira», sitos na freguesia do Vimieiro, município de Arraiolos, com a área de 641 ha, conforme planta anexa à presente portaria e que dela faz parte integrante.

2.º A zona de caça concessionada pela presente portaria produz efeitos, relativamente a terceiros, com a instalação da respectiva sinalização.

Pelo Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, *Ascenso Luís Seixas Simões*, Secretário de Estado do Desenvolvimento Rural e das Florestas, em 3 de Junho de 2008.

