



## Diagnóstico Energético e proposta de melhorias numa unidade de Produção de Peças de Borracha

TERESA CRISTINA DE OLIVEIRA RIBEIRO

Outubro de 2012

# **Diagnóstico Energético e proposta de melhorias numa unidade de Produção de Peças de Borracha**

Teresa Cristina Oliveira Ribeiro

Ramo Otimização Energética na Indústria Química

Outubro 2012





Instituto Superior de Engenharia do  
Porto

Rua António Bernardino de Almeida,  
431 4200 - 072 Porto

*Flexocol*

*Flexocol* – Fábrica de artefactos de  
borracha, Lda.

Rua Sousa Prata, 372 4465 – 757 Leça  
do Balio

# **Diagnóstico Energético e proposta de melhorias numa unidade de Produção de Peças de Borracha**

**Dissertação**

Mestrado em Engenharia Química

**Orientadores:**

Doutora Maria Paula Neto Pimenta (ISEP)

Doutora Maria Teresa Sena Esteves (ISEP)

Doutor Almiro Monteiro (*Flexocol*)

## Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria agradecer aos meus pais e à minha irmã todo o apoio, incentivo e amor que me deram ao longo de todo o meu percurso académico. Reconheço que foram importantes nesta etapa e que se preocuparam com que nunca me faltasse nada. Quero também agradecer ao meu namorado, todo o apoio, carinho e paciência que teve comigo.

Não posso deixar de agradecer a uma amiga especial, Andréa Aranda que me apoiou em todas as situações.

Quero agradecer à administração da *Flexocol - Fábrica de Artefactos de Borracha, Lda.*, nomeadamente ao meu orientador, Engenheiro Almiro Monteiro, pela oportunidade da realização do estágio, o que permitiu o contato direto com a indústria e essencialmente pela orientação, disponibilidade, confiança e amizade que manifestou ao longo deste trabalho.

Não posso deixar de agradecer aos trabalhadores pela disponibilidade que mostraram em ensinar-me tudo o que podiam e pelo carinho e respeito que mostraram desde o primeiro dia. Um agradecimento muito especial ao Sr. Santos, ao Sr. Abílio e Sr. Sousa pela paciência, pela amizade, ajuda e pelo incentivo ao longo do estágio.

À Engenheira Paula Neto e à Engenheira Teresa Sena Esteves, o meu eterno obrigado, por todo o apoio, paciência e disponibilidade que me concederam e por toda a partilha de conhecimentos e pelas suas contribuições fantásticas.

O meu muito obrigado a todos os meus colegas e amigos pela amizade demonstrada ao longo dos anos.

Por fim, agradeço ao Instituto Superior de Engenharia do Porto pela oportunidade do estágio e por toda a formação tanto a nível académico/ profissional que me concederam, como a nível pessoal.

## Sumário

O consumo de energia de forma irracional acarreta desvantagens a nível económico para o consumidor e problemas ambientais para toda a sociedade, como a escassez de recursos naturais e o aumento da poluição. Neste contexto, a otimização energética na indústria, e em particular no setor das borrachas, é indispensável de forma a utilizar racionalmente a energia e assim contribuir para a viabilidade das empresas.

Este trabalho, efetuado na *Flexocol - Fábrica de Artefactos de Borracha, Lda.*, teve como principal objetivo efetuar um levantamento energético à unidade fabril e propor alternativas que permitissem a redução do consumo de energia elétrica. Foi ainda realizado um estudo sobre a possibilidade de substituir o n-hexano, solvente utilizado na limpeza dos moldes, por um solvente mais adequado.

O levantamento energético efetuado permitiu identificar o consumo das utilidades existentes na *Flexocol*. Esta empresa consome gásóleo e energia elétrica, sendo esta última, a forma de energia mais consumida correspondendo a 96%. O consumo global de energia é cerca 151 tep anuais, inferior a 500 tep/ano, ou seja é considerada uma empresa não consumidora intensiva de energia. Com base neste levantamento determinou-se os indicadores de consumo específico de energia e da intensidade carbónica, 2,73 tep/ ton e 1684,5 kg CO<sub>2</sub>/tep.

A análise do consumo de energia elétrica dos diferentes equipamentos permitiu verificar que o setor que mais consome energia elétrica é a Vulcanização com 45,8%, seguido do setor da Mistura e Serralharia com 27,5% e 26,7%, respetivamente.

O sistema de iluminação nos vários setores foi também alvo de estudo e permitiu identificar a Vulcanização como o setor com mais consumo e o da Mistura como o que menos consome.

O estudo das variáveis anteriormente referidas permitiu apresentar algumas propostas de melhoria. Uma das propostas analisada foi implementação de condensadores no quadro parcial de forma a diminuir a energia reativa. Com esta medida prevê-se uma poupança de 5631 €/ano e um retorno de investimento de 0,045 anos.

Foi também analisada relativamente à iluminação a possibilidade de instalação de balastos eletrónicos que conduziria a uma poupança na energia elétrica de cerca 7072 kWh/ano, mas com um retorno de investimento desfavorável.

Por último estudou-se o solvente alternativo ao n-hexano. A acetona foi o solvente proposto uma vez que tem as propriedades indicadas para o fim a que se destina.

## Abstract

The irrational consumption of energy brings economic disadvantage to the consumer and environmental problems to all society, such as the shortage of natural resources and increase of pollution. In this context it is imperative, for the industrial energy optimization, especially in the rubber department, a rational use of energy to contribute to the industry practicability.

The work made in Flexocol – Fábrica de Artefactos de Borracha, Lda., has, as main objective, make an energy uplift and offer some alternatives to cut on the electrical energy consumption. It was also made a study on the possibility of replacing n-hexane, a solvent used in the mold cleaning, for a more suitable one.

The energy uplift made, allowed the identification of the consumption of energy from all Flexocol units. This company uses diesel oil and electric energy, being the last one the most used with 96% of consumption. The global consumption of energy is, more or less, 151 tep/year (less than 500 tep/year), therefore is considered a non-intensive energy consumer. Based on these elements it was possible to determine the specific energy consumption indicators and the carbonic intensity – 2.73tep/ton and 1684.5 CO<sub>2</sub>/tep.

The electric energy consumption analysis has shown that the section with the biggest electric consumption is Vulcanization with 45.8%, followed by Mixture with 27.5% and Locksmiths with 26.7%.

The lighting system in all departments was also studied and it was possible to identify Vulcanization as being the biggest energy consumer and Mixture as being the smallest energy consumer.

The variables presented above lead to the presentation of some improvement measures, such as the implementation of capacitors in the partial switchgear to decrease the reactive energy. With this measure it is expected to save 5631€/year and have an investment return in 0.045 years.

It was also analyzed the illumination system and the possibility of installing electronic ballasts that would lead to an electric energy saving of 70.72 kWh/year, but would have an unfavorable investment return.

It was also studied an alternative solvent to n-hexane. Acetone was the solvent proposed, because it has the proper properties to the intended end.

## Índice

Agradecimentos .....	ii
Sumário .....	iii
Abstract .....	iv
Índice de figuras .....	vii
Índice de tabelas .....	viii
Nomenclatura.....	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Flexocol – Fábrica de Artefactos de Borracha, Lda. ....	2
1.2. Enquadramento legislativo .....	3
1.3. Organização da dissertação .....	4
2. Processo de fabrico .....	6
2.1. Processo de fabrico .....	6
2.2. Descrição das operações.....	7
2.3. Matérias-primas .....	11
2.4. Potência ativa, reativa e aparente .....	15
2.4.1. Compensação do Fator de Potência.....	18
2.4.2. Cálculo da Potência de compensação .....	20
2.4.3. Meios de compensação.....	21
3. Levantamento energético .....	23
3.1. Diagnóstico energético.....	23
3.2. Utilidades consumidas no processo .....	24
3.3. Análise do consumo da energia global.....	24
3.4. Análise do consumo de energia térmica .....	25
3.5. Análise do consumo de energia elétrica .....	25
3.6. Análise do consumo de energia elétrica nos diferentes equipamentos.....	30
3.7. Análise do consumo de energia elétrica na iluminação.....	35
3.8. Distribuição dos consumos de energia elétrica por equipamentos e iluminação .....	38
4. Otimização Energética.....	39
4.1. Energia reativa .....	39
4.2. Iluminação .....	40
5. Análise de solventes.....	43
5.1. Solvente utilizado na Flexocol.....	44
5.2. Solvente proposto .....	45

5.3. Comparação entre o solvente utilizado e o proposto.....	45
6. Conclusões e Sugestões para trabalhos futuros .....	47
Bibliografia .....	50
Bibliografia complementar.....	51
Anexos.....	52
Anexo A. Avaliação do consumo energético em função da produção.....	52
A.1. Caracterização do consumo de energia.....	52
A.2. Consumo Específico de Energia e Intensidade Carbónica .....	53
Anexo B. Cálculo dos consumos energéticos e respetivo custo .....	55
B.1. Levantamento do consumo de energia eléctrica .....	55
B.2. Iluminação.....	57
Anexo C. Cálculos de otimização.....	58
C.1. Cálculo da Potência de compensação - Condensadores.....	58
C.2. Iluminação.....	62
Anexo D. Solventes.....	63
D.1. Ficha segurança do Hexano .....	63
D.2. Ficha segurança da Acetona .....	68
Anexo E. Legislação .....	74
Decreto-Lei nº71/2008, 15 Abril .....	74

## Índice de figuras

Figura 1: Instalação fabril da Flexocol (2011). .....	2
Figura 2: Diagrama de fluxo da Flexocol. ....	6
Figura 3: Pesagem dos produtos adicionados à borracha.....	7
Figura 4: Processo de mistura - Misturador de rolos. ....	8
Figura 5: Processo de extrusão – Extrusora e perfil. ....	9
Figura 6: Diferentes fieiras. ....	9
Figura 7: Processo de Vulcanização de perfis em autoclaves. ....	10
Figura 8: Processo de vulcanização em prensas. ....	10
Figura 9: Processo de Rebarbagem das peças produzidas. ....	11
Figura 10: Componentes da corrente total, I .....	16
Figura 11: Diagrama de potências .....	17
Figura 12: Processo da corrente elétrica sem e com compensação – condensador. ....	19
Figura 13: Potência de compensação. ....	20
Figura 14: Diagrama do processo de fabrico com as formas de energia consumidas.....	24
Figura 15: Consumo energético global. ....	25
Figura 16: Repartição dos consumos em 2011. ....	27
Figura 17: Consumo de Energia elétrica ao longo de 2011.....	29
Figura 18: Energia consumida (€/ano) em função dos equipamentos.....	34
Figura 19: Custo da energia elétrica consumida (%) pelos diferentes setores.....	35
Figura 20: Custos associados à iluminação nos diferentes setores.....	37
Figura 21: Distribuição dos consumos de energia elétrica dos equipamentos e iluminação. .....	38

## Índice de tabelas

Tabela 1: Tabela de comparação de resistência do Poliuretano com outros materiais .....	13
Tabela 2: Opção tarifária de ciclo diário, EDP .....	26
Tabela 3: Consumo de energia elétrica nas HVn, HSV, HP, HC, potência contratada e total anual para os meses do ano 2011. ....	28
Tabela 4: Levantamento energético dos equipamentos.....	31
Tabela 5: Consumo energético e respetivo custo. ....	32
Tabela 6: Valor médio para o custo em €/kWh para as prensas. ....	33
Tabela 7: Valor médio para o custo em €/kWh para o equipamento. ....	33
Tabela 8: Levantamento energético para a iluminação.....	37
Tabela 9: Fator de potência original e pretendido e Potência de compensação.....	40
Tabela 10: Energia consumida (kWh/ano), poupança com o balastro eletrónico e investimento inicial. ....	42
Tabela 11: Características dos solventes, hexano e acetona .....	46
Tabela 12: Consumo em contínuo de uma prensa (B18). ....	55
Tabela 13: Fatores Multiplicativos para o cálculo da potência de compensação.....	59
Tabela 14: Condensadores cilíndricos .....	61
Tabela 15: Custo (€) em função da potência (W).....	62

## Nomenclatura

### Siglas

ADENE	Agência para a Energia
CIE	Consumidora Intensiva de Energia
CR	Borracha policloropreno (neopreno)
EDP	Energias de Portugal
EPDM	Borracha etileno-propileno
FKM	Viton
HC	Horas Cheia
HP	Horas Ponta
HSV	Horas Super Vazio
HVn	Horas Vazio normal
IIR	Borracha butílica
NBR	Borracha nitrílica
NR	Borracha natural
PREn	Plano de Racionalização dos Consumos de Energia
PU	Poliuretano
S	Enxofre
SBR	Borracha estireno-butadieno
SI	Silicone
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
URE	Utilização Racional de Energia

## Variáveis

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidades</b>
CEE	Consumo específico de energia	Tep/ton
I	Intensidade total de corrente elétrica	Â
Ia	Intensidade ativa de corrente elétrica	Â
Ir	Intensidade reativa de corrente elétrica	Â
IC	Intensidade Carbónica	kg CO <sub>2</sub> /tep
P	Potência ativa	kW
Q	Potência reativa	kVAr
Qc	Potência compensação	kW
S	Potência aparente	kVA
U	Tensão de alimentação	V
Ø	Ângulo	° (Grau)

## 1. Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido na Flexocol - Fábrica de Artefactos de Borracha, Lda., empresa privada do setor das borrachas. É um trabalho realizado diretamente na indústria o que possibilita um contato direto com a realidade do processo de fabrico e uma aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante o percurso académico.

O aumento da competitividade em todos os mercados faz com que as empresas tentem melhorar os seus processos de produção, com o objetivo de obter uma redução no consumo de energia e nos custos. É então desenvolvido o conceito de Utilização Racional de Energia (URE) que veio alterar a forma de utilização da energia. Esta deve ser gerida de forma eficaz e contínua, como qualquer outro fator de produção. A competitividade é o argumento com mais influência na indústria, no entanto, a pressão ambiental veio também reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia.

A indústria de borracha consome elevadas quantidades de energia elétrica e térmica, pelo que a otimização destes recursos é de primordial importância. Assim, foram contabilizados os consumos energéticos das diferentes utilidades e o respetivo custo.

A Flexocol consome também grande quantidade de água que é utilizada na produção, mas como é obtida através de Furo/Poço não foi analisado o seu custo neste estudo.

Na sequência da estratégia e da política da empresa que visa o constante desenvolvimento no sentido de responder ao mercado, a otimização dos recursos e o cumprimento das exigências ambientais, decidiu-se desenvolver o seguinte trabalho: elaborar o diagnóstico energético, ou seja, fazer a contabilização dos consumos de energia relativamente a cada utilidade e o respetivo custo. Depois de serem identificadas as utilidades mais relevantes na empresa passou-se a uma segunda fase que permitiu propor oportunidades de melhoria bem como o estudo económico das mesmas para que possam, ou não, ser implementadas.

Por último, estudou-se os possíveis solventes a usar em alternativa ao hexano. O hexano é usado para limpar/desengordurar de forma rápida os moldes para posterior utilização no processo de fabrico de peças de borracha. Estes moldes são envolvidos numa massa de óleo mineral que os protege das agressões externas (oxidação), e que tem que ser eliminada quando estas peças são necessárias na produção. Para este efeito o hexano tem as propriedades indicadas, no entanto é um

produto altamente inflamável, nocivo à saúde humana e perigoso para o ambiente. Assim, pretende-se substituir este solvente a curto prazo.

### 1.1. Flexocol – Fábrica de Artefactos de Borracha, Lda.

A Flexocol, criada em 1961, pelo Sr. Joaquim Torres, iniciou a sua atividade industrial na área das borrachas, em 1973 foi adquirida pela Monteiro Ribas, que nesta altura se dedicava ao fabrico de artigos de borracha para calçado, industrial automóvel, construção civil e ferroviária.



**Figura 1:** Instalação fabril da Flexocol (2011).

Esta indústria é especialista no fabrico de peças técnicas em borracha produzidas por vulcanização como peças com ligação borracha/metal, extrusão de perfis em silicone e borracha e revestimento de cilindros.

Para este efeito dispõe dos meios necessários à produção de peças (moldes) em metal e das ferramentas específicas a utilizar em cada fabrico. Este facto torna a Flexocol especialmente vocacionada para a produção de séries à medida dos requisitos de cada encomenda.

Esta indústria tem como missão principal, ser reconhecida como um fabricante fiável, que proporciona um serviço personalizado e de excelência para todos os clientes. Procura uma melhoria continuada, tendo em vista tanto a qualidade do produto acabado como a qualidade da matéria-prima. É também uma preocupação constante, o ambiente, a higiene e segurança no trabalho.

Em relação à tecnologia, a Flexocol está provida de meios que respondem às mais variadas solicitações, numa integração vertical do processo, incluindo a conceção e fabrico de ferramentas, o desenvolvimento de formulações e produção de misturas usando polímeros mais adequados. Esta integração permite-lhe responder de forma competitiva a pedidos de pequenos volumes (séries).

Os produtos desenvolvidos pela Flexocol podem ser de qualquer tipo de borracha ou borracha/metal de acordo com as especificações técnicas e desenhos ou mesmo amostras fornecidas pelo cliente.

A produção tem como destino as indústrias: automóvel, ferroviária, construção civil, fabrico de máquinas e equipamentos e aos prestadores de serviços de manutenção.

As principais matérias-primas utilizadas são: borracha natural (NR), borracha sintética, estireno-butadieno (SBR), nitrílica (NBR), policloropreno (CR), etileno-propileno (EPDM), butílica (IIR), Viton (FKM), Silicone (Si) e poliuretano (PU). Estes polímeros podem ser combinados com outros materiais, nomeadamente têxtil (fibras) e também metal.

A Flexocol usa um solvente, hexano, que permite a limpeza dos moldes armazenados para que possam ser novamente utilizados. Este solvente é o escolhido devido às suas propriedades desengordurantes e secagem rápida.

Toda a unidade funciona 8 horas por dia, 5 dias semanais, no horário das 8h até às 17h. Deve-se no entanto salientar que por questões de utilização racional dos tarifários energéticos, o aquecimento de alguns equipamentos se inicia pelas 05:30h. Em épocas “de ponta”, ou seja, épocas relacionadas com um volume de encomendas elevadas, efetuam-se horas extraordinárias.

Tem um período de paragem anual em Agosto, que corresponde a 22 dias úteis.

## 1.2. Enquadramento legislativo

A energia deve ser gerida de forma eficaz e contínua, como qualquer outro fator de produção. É neste âmbito que é criado o Decreto-lei n.º 71/2008 de 15 de Abril que regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Este sistema tem como objetivo promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia (CIE) [1]. Ao abrigo deste decreto foram publicadas duas portarias: Portaria nº 122, de 26 de Junho de 2008 e Portaria nº 123, de 27 de Junho de 2008.

São consideradas instalações consumidoras de energia, aquelas que no ano anterior tenham tido um consumo energético superior a 500 toneladas equivalentes de petróleo (tep).

As instalações consumidoras intensivas de energia ficam sujeitas às seguintes obrigações [1]:

- ❖ promover o registo das instalações;
- ❖ efetuar auditorias energéticas que avaliem todos os aspetos relativos à promoção do aumento global da eficiência energética, podendo incluir a substituição de algumas formas de energia por outras de origem renovável e também adotar outras medidas de redução da fatura energética;

- ❖ elaborar Planos de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), com base nas auditorias previstas no item anterior, visando o aumento global da eficiência energética pelo cumprimento de metas, apresentando-os à Agência para a Energia (ADENE);
- ❖ executar e cumprir os PREn aprovados, sob a responsabilidade de um técnico credenciado.

O SGCIE divide as instalações CIE em dois escalões:

- ❖ instalações com consumo anual igual ou superior a 500 tep e inferior a 1000 tep – Estas instalações estão obrigadas à realização de auditorias energéticas de 8 em 8 anos e têm como meta de redução de 4% de Intensidade Energética e Consumo Específico de Energia e a manutenção da Intensidade Carbónica;
- ❖ instalações CIE com consumo anual igual ou superior a 1000 tep – Estas instalações estão obrigadas à realização de auditorias de 6 em 6 anos e têm como meta a redução de 6% de Intensidade Energética e Consumo Específico de Energia e a manutenção da Intensidade Carbónica [1].

### **1.3. Organização da dissertação**

A dissertação está organizada da seguinte forma:

1. Introdução;
2. Processo de fabrico;
3. Levantamento energético;
4. Otimização energética;
5. Análise de solventes;
6. Conclusões e Sugestões para trabalhos futuros.

O capítulo 1, Introdução, apresenta os objetivos do trabalho que se desenvolveu na empresa Flexocol. Inicialmente é efetuada uma breve descrição da empresa e termina com a referência ao enquadramento legislativo a que as indústrias estão sujeitas.

O capítulo 2, Processo de fabrico, descreve de forma geral o processo de fabrico das três linhas dos diferentes produtos: artefactos de borracha, perfis e revestimentos de cilindros. Neste capítulo apresenta-se também uma breve descrição das matérias-

primas utilizadas. Por fim, estão descritos os fundamentos teóricos necessários para os cálculos efetuados.

No capítulo 3, Levantamento energético, numa primeira fase fez-se a análise das utilidades usadas na fábrica. Posteriormente foram analisados os dados referentes ao consumo de gasóleo e a análise detalhada das faturas elétricas. Por último são apresentados todos os valores medidos na fábrica relativos ao consumo das diferentes máquinas, ao longo do tempo de duração do trabalho, bem como os consumos na iluminação.

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

O capítulo 5, Análise de solventes, apresenta as características do solvente já utilizado e o solvente que foi considerado como alternativo, bem como uma breve comparação das respetivas propriedades físico-químicas e custos.

No capítulo 6, Conclusões e Sugestões para trabalhos futuros, são referenciadas algumas considerações finais sobre o trabalho desenvolvido e sugestões que podem ser úteis para trabalhos futuros.

## 2. Processo de fabrico

A Flexocol é uma empresa que fabrica artefactos em borracha, perfis e revestimentos de cilindros. Apresenta-se de seguida o diagrama de fluxo da unidade fabril, desde a armazenagem até à expedição dos produtos finais, bem como a descrição das principais operações unitárias usadas.

### 2.1. Processo de fabrico

De uma forma geral, a fábrica tem três linhas diferenciadas de produtos: artefactos de borracha, perfis e revestimentos de cilindros. Existe ainda uma parte de serralharia, onde são fabricados os moldes para conferir a forma às peças a executar ou pequenas partes que são incorporadas nas peças finais com a borracha ou polímero.

Em seguida, Figura 2, está representado o diagrama de fluxo da unidade fabril, desde a armazenagem de matérias-primas até à expedição de produtos finais.

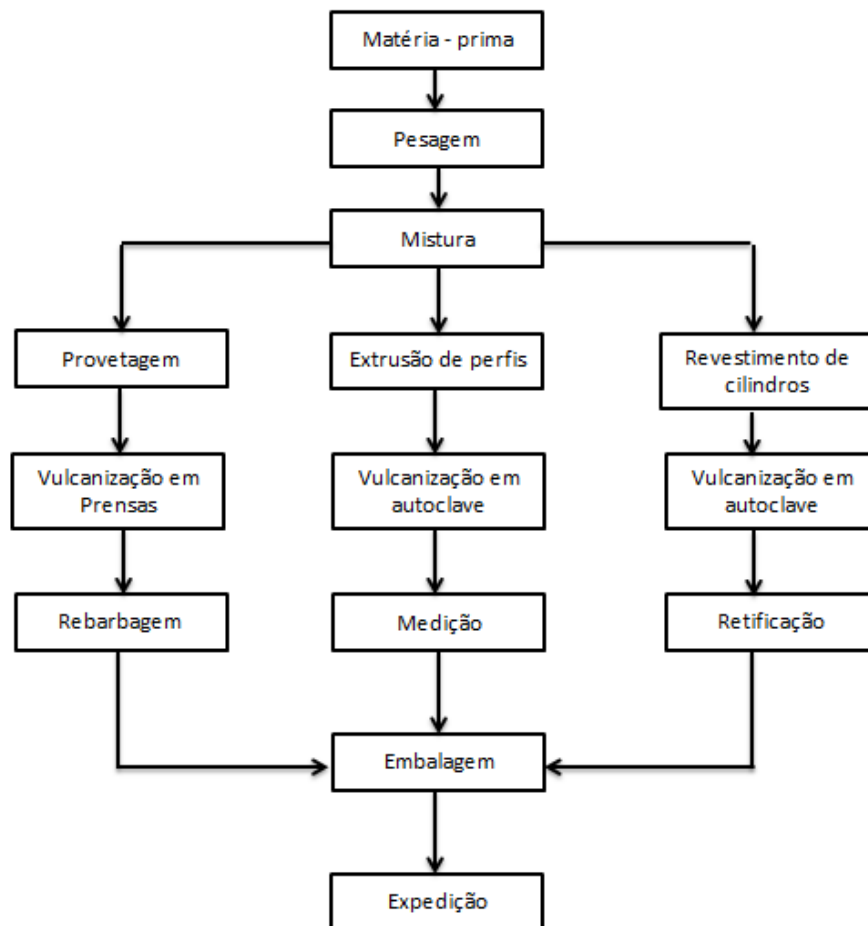


Figura 2: Diagrama de fluxo da Flexocol.

## 2.2. Descrição das operações

As principais operações unitárias representadas na Figura 2 são:

- ❖ pesagem;
- ❖ mistura;
- ❖ provetagem;
- ❖ extrusão;
- ❖ vulcanização em prensas e autoclaves;
- ❖ rebarbagem/retificação.

De seguida descrevem-se sucintamente cada uma destas operações.

**Pesagem:** a produção dos produtos de borracha inicia-se com a dosagem das matérias-primas, de acordo com a fórmula definida para a mistura. Esta operação é efetuada manualmente, como é apresentado na Figura 3.



**Figura 3:** Pesagem dos produtos adicionados à borracha.

**Mistura:** nesta etapa as matérias-primas sofrem as seguintes operações:

- ❖ incorporação: mistura inicial de componentes e alguns aditivos;
- ❖ dispersão: rotura dos aglomerados macroscópicos nos seus elementos primários;
- ❖ homogeneização: distribuição dos componentes na massa da mistura.

A Flexocol possui dois misturadores abertos, como mostra a Figura 4, que consistem em dois rolos paralelos e horizontais, que rodam em sentido inverso e a velocidades diferentes, produzindo atrito, facilitando assim a mistura dos ingredientes na borracha. O atrito é responsável pela temperatura alcançada, cerca de 80°C, que é controlada pela passagem de água fria uma vez que esta operação deve ocorrer entre

os 60 a 80°C (dependendo da borracha) para não ocorrer danificação do produto final [2].

Quando a borracha está suficientemente misturada é cortada a tira que está sobre o rolo e é transportada para a operação seguinte.



**Figura 4:** Processo de mistura - Misturador de rolos.

A borracha pode seguir diferentes linhas de fabrico conforme o fim a que se destina. Para o fabrico de artefactos de borracha, muitas vezes é necessário conferir-lhe uma determinada forma (provetagem), através de uma extrusora, para que seja utilizada nas prensas conferindo-lhe assim a sua forma final. Para o revestimento de cilindros a borracha que é utilizada pode vir diretamente dos misturadores ou pode ser necessário conferir-lhe uma pré-forma (provetagem). Já na produção de perfis, é utilizada uma extrusora que confere à borracha a forma final sendo vulcanizada em autoclave.

**Provetagem:** apenas determinados produtos passam por esta operação. Este processo pode considerar-se uma pré-formação da borracha de modo a que esta se adeque à fase seguinte, a vulcanização. A pré-formação é conseguida através de uma extrusora [2].

**Extrusão:** esta operação é usada para a produção de perfis. Após a mistura dos vários componentes, é necessário dar forma aos perfis para posterior vulcanização [2].

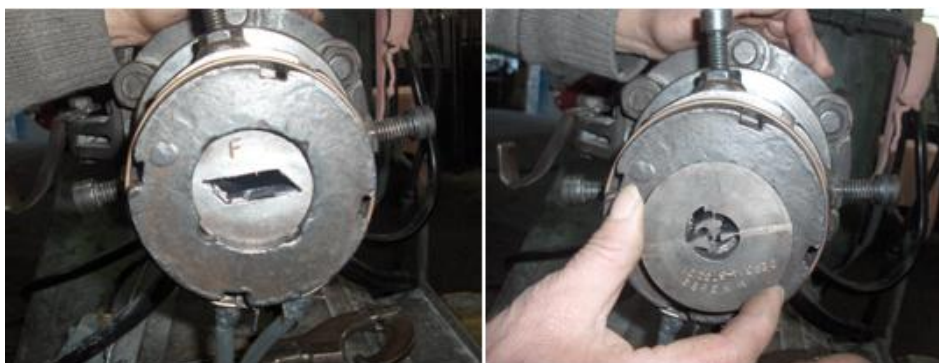
A extrusora é constituída por um corpo cilíndrico onde roda um parafuso sem-fim através da ação de um motor. Num extremo da extrusora encontra-se a abertura de

alimentação por onde entra a borracha. Na outra extremidade, existe um orifício de descarga, a fieira, como se pode observar na Figura 5.



**Figura 5:** Processo de extrusão – Extrusora e perfil.

Como se pode verificar na Figura 6, os perfis são dados de acordo com a fieira, peça final da extrusora.



**Figura 6:** Diferentes fieiras.

Assim, o parafuso comprime a borracha contra o orifício de descarga, conferindo-lhe a forma e espessura desejada. A temperatura atingida nesta operação é da ordem dos 80°C [2]. Depois da extrusão, as peças seguem para a vulcanização em autoclaves.

**Vulcanização:** nesta operação, os produtos em cru são submetidos à ação do calor, usando vapor direto nos autoclaves, Figura 7, ou aquecimento elétrico nas placas metálicas das prensas, Figura 8. Esta operação permite dar ao produto a forma e as propriedades finais exigidas tais como elasticidade, dureza e resistências térmica e mecânica. Estas propriedades resultam da reticulação das cadeias de polímeros por pontes de enxofre que ocorrem durante a operação de aquecimento [2].

A vulcanização funciona entre as temperaturas de 130°C e 170°C.



**Figura 7:** Processo de Vulcanização de perfis em autoclaves.



**Figura 8:** Processo de vulcanização em prensas.

**Rebarbagem/ Retificação:** esta etapa consiste numa fase de acabamento, onde é feita a remoção do excesso de material resultante da vulcanização, Figura 9.



**Figura 9:** Processo de Rebarbagem das peças produzidas.

### 2.3. Matérias-primas

As principais matérias-primas utilizadas pela Flexocol são:

- ❖ borracha natural;
- ❖ borracha sintética;
- ❖ polímeros:
  - ❖ neopreno;
  - ❖ poliuretano;
- ❖ silicone;
- ❖ aditivos:
  - ❖ negro de fumo;
  - ❖ enxofre.

A borracha, material elástico e impermeável, tornou-se indispensável à indústria moderna, presente num sem fim de produtos utilizados pelo homem no seu quotidiano.

A borracha natural é um produto resultante do processo de coagulação do látex, substância extraída de algumas árvores tropicais de várias famílias. Após a coagulação, obtida com a adição de ácido acético, forma-se um material elástico. A borracha sintética é obtida pela transformação química de hidrocarbonetos [3].

Os polímeros são substâncias compostas por moléculas caracterizadas pela repetição múltipla de uma ou de várias espécies de átomos ou de grupos de átomos ligados entre si. Estes grupos existem em quantidade suficiente para conferir à substância um conjunto de propriedades que não variam de uma forma marcada por adição ou remoção de unidades constitutivas [3].

Um dos polímeros mais utilizados na Flexocol é o Neopreno. Este é o nome comercial da borracha sintética de policloropreno (CR), que é obtida pela polimerização do cloropreno, (2-cloro-1,3 butadieno). De forma geral, os vulcanizados obtidos com base no neopreno apresentam boa resistência à intempérie, ao ozono, ao envelhecimento e aos agentes químicos. Apresentam ainda, boas características mecânicas e uma boa elasticidade a temperaturas baixas da ordem dos -40 °C para além de serem muito pouco inflamáveis e apresentarem também uma boa resistência a temperaturas da ordem dos 100 °C ou até 120°C ainda que por breves períodos. Em relação, à resistência química, os vulcanizados de neopreno apresentam uma resistência química razoável aos óleos, dependendo da natureza destes [3, 4].

O Poliuretano (PU), ou simplesmente uretano, é outro polímero com bastante uso nesta empresa. Este material distingue-se dos outros tipos de borracha pela estrutura e pela processabilidade. Os poliuretanos (PU) têm vindo a conquistar um lugar no mercado, pois sendo uma grande família de polímeros com propriedades que variam consoante o produto pretendido, são muito versáteis, enquadrando-se nos mais diversos tipos de aplicação. Estes são o produto da reação de um isocianato orgânico com compostos contendo um grupo poliol. A estrutura molecular dos PU pode apresentar-se de diversas formas como termoplásticos, espumas flexíveis, espumas rígidas e/ou semi rígidas ou ainda como elastómeros. As suas características dependem essencialmente das ligações de hidrogénio entre os grupos polares da cadeia polimérica [4, 5].

A borracha estireno-butadieno, SBR, é uma borracha sintética. O butadieno e o estireno são os monómeros base para a produção de SBR. Dependendo das características pretendidas da borracha SBR o conteúdo em estireno vai variando entre os valores de 40 a 85%. À medida que aumenta o teor de estireno, esta borracha assume características de termoplástico. Este tipo de SBR é sempre combinado com borracha SBR normal (conteúdo de estireno cerca de 23%), obtendo-se assim maior facilidade de trabalho. Os vulcanizados obtidos através da SBR apresentam uma melhor resistência à abrasão do que a borracha natural (NR), assim como uma melhor resistência a temperaturas altas. No entanto têm menor flexibilidade e elasticidade a baixas temperaturas. Relativamente à resistência química esta é semelhante para SBR e borracha natural [4].

Na Tabela 1 estão representadas algumas propriedades do poliuretano comparadas com outros tipos de borrachas sintéticas.

**Tabela 1:** Tabela de comparação de resistência do Poliuretano com outros materiais [6].

	<b>Elastomero de Poliuretano Poliéster</b>	<b>Elastomero de Poliuretano Poliéter</b>	<b>Borracha Natural</b>	<b>Borracha de Estireno Butadieno</b>	<b>Borracha de Neopreno</b>
<b>Calor</b>	Boa	Fraca	Fraca	Boa	Boa
<b>Frio</b>	Boa	Boa	Excelente	Boa	Boa
<b>Intempérie</b>	Excelente	Excelente	Pobre	Boa	Fraca
<b>Resistencia ao ozono</b>	Excelente	Excelente	Pobre	Fraca	Pobre
<b>Óleo ASTM #1</b>	Excelente	Fraca	Pobre	Boa	Pobre
<b>Óleo ASTM #3</b>	Excelente	Pobre	Boa	Pobre	Pobre
<b>Solventes Alifáticos</b>	Excelente	Fraca	Pobre	Boa	Pobre
<b>Solventes clorados</b>	Fraca/ Boa	Pobre	Boa	Pobre	Pobre
<b>Solventes aromáticos</b>	Fraca	Pobre	Pobre	Fraca	Pobre
<b>Ácidos diluídos</b>	Pobre/ Fraca	Fraca	Boa	Boa	Fraca/ Boa
<b>Alcaris diluídos</b>	Pobre/ Fraca	Fraca	Boa	Boa	Fraca/ Boa

Como se pode verificar através da tabela anterior, o Poliuretano tem resistência excelente à intempérie e ao ozono, no entanto a sua resistência a ácidos e a bases é inferior à do Neopreno.

O Silicone é um polímero também utilizado nesta indústria. A característica principal dos polímeros de silicone é a cadeia polimérica de átomos de silício e oxigénio em que os átomos de silício transportam dois radicais orgânicos, preferencialmente radicais metilo. As propriedades especiais da borracha de silicone estão relacionadas com a presença de pequenas quantidades de radicais vinilo, fenilo ou fluoroalquilo [4]. Relativamente às propriedades do silicone, para além da excecional resistência a temperaturas elevadas, deve-se citar outras propriedades, tais como: a ótima resistência ao ozono, oxigénio e radiação ultravioleta; ótimo poder isolante; boa resistência a baixa temperatura; boa estabilidade e boa flexibilidade a baixa temperatura; permeável ao gás e ao vapor de água e propriedades superficiais bastante interessantes em contacto com a pele [4].

Relativamente à resistência química, os vulcanizados de silicone apresentam: boa resistência química, nomeadamente aos óleos do tipo alifático, e óleos e massa de natureza animal e vegetal, bem como a soluções salinas diluídas [4].

É de evidenciar que os vulcanizados de silicone apresentam baixa resistência química relativamente aos hidrocarbonetos aromáticos de baixo peso molecular, como o benzeno e a óleos aromáticos [4].

As borrachas de silicone têm diversas e importantes aplicações. O seu vasto campo de aplicação estende-se aos mais diversos tipos de atividades, como por exemplo, fabrico de vedantes, tubos, mangueiras, foles, revestimentos de rolos. Todos estes tipos de objetos são fabricados pela *Flexocol* [4].

O uso de Aditivos é necessário e importante para a obtenção das propriedades desejadas. Estes são usados para melhorar as propriedades dos materiais, dependendo do destino que se lhe pretende dar.

A escolha de um aditivo e a sua proporção no composto dependem principalmente das propriedades exigidas. As cargas são inicialmente divididas em negros de carbono e cargas brancas, sendo a sílica pertencente a este último grupo, que juntamente com os negros de carbono é uma carga reforçante das mais utilizadas [3].

O Negro de fumo, muitas vezes designado por negros de carbono, consiste em finíssimas partículas de carbono, obtidas por combustão parcial ou por decomposição térmica. A maioria dos negros de carbono é produzida pelo processo de fornalha [3].

Os materiais poliméricos apresentam em serviço, um envelhecimento que se traduz por deterioração das características gerais e alteração do aspeto dos produtos. A perda das propriedades físicas associada aos processos de envelhecimento é normalmente causada pela cisão da cadeia reticulada ou por alteração química das cadeias do polímero. Assim, os aditivos anti envelhecimento, devem ser capazes de reagir com os agentes causadores do envelhecimento (oxigénio, ozono, calor, luz, tempo e radiação), de forma a prevenir ou diminuir a falha do polímero, melhorar as qualidades de anti envelhecimento e aumentar o tempo de vida do produto [4].

O oxigénio é a principal causa de envelhecimento sendo a que produz maiores alterações nos produtos. Os estragos provocados nos materiais poliméricos aumentam com o tempo de exposição e com a temperatura. Assim, utilizam-se os antioxidantes para retardar ou evitar este fenómeno.

Para evitar a ação do ozono utilizam-se os antiozonantes. Esta ação é mais rápida do que a do oxigénio e é essencialmente, um fenómeno superficial sendo bem visível o aparecimento de fissuras perpendiculares à direção das tensões [3, 4].

O enxofre (S) foi o primeiro grande agente de vulcanização conhecido. As borrachas insaturadas (com ligações duplas) são normalmente vulcanizadas na presença de enxofre. A vulcanização com enxofre é preferida pelas seguintes razões:

- ❖ ajuste mais simples entre o início e o final da vulcanização;
- ❖ maior flexibilidade da composição;
- ❖ possibilidade de vulcanização por ar quente;
- ❖ melhores propriedades mecânicas;
- ❖ maior economia.

Contudo, os produtos vulcanizados com peróxidos orgânicos oferecem vantagens como: melhor estabilidade ao calor, menor deformação residual e não há corrosão de metais [3, 4].

A reação de vulcanização é determinada por:

- ❖ sistema de vulcanização;
- ❖ temperatura de vulcanização;
- ❖ tempo de vulcanização.

As propriedades resultantes da borracha vulcanizada dependem, na sua maioria, do número e do tipo das reticulações formadas. A quantidade e o tipo de carga e plastificante utilizado podem influenciar enormemente as propriedades do vulcanizado, nomeadamente a densidade de reticulação.

Conforme a quantidade de enxofre utilizada no sistema de vulcanização, obtém-se uma diferente estrutura de reticulação [4].

Em determinados casos é aconselhado o uso de outros agentes de vulcanização, diferentes do enxofre elementar. A maioria dos agentes de vulcanização sem enxofre pertence ao grupo de óxidos metálicos, compostos difuncionais ou peróxidos [3, 4].

Em suma, a Flexocol trabalha com vários tipos de borracha que são utilizados de acordo com o tipo e aplicação de cada objeto.

## **2.4. Potência ativa, reativa e aparente**

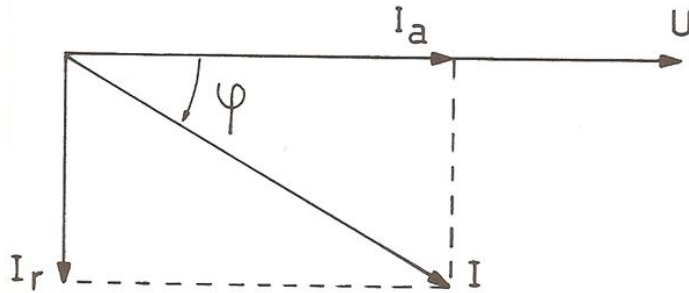
Para cada nível de tensão existem diversas opções tarifárias, sendo que para cada uma delas a potência contratada tem limites. No entanto a opção tarifária adotada pelas empresas nem sempre minimiza os custos da fatura elétrica [5].

A intensidade de corrente absorvida apresenta um atraso relativamente à tensão aplicada de um ângulo  $\varnothing$  e pode decompor-se em duas componentes: a componente ativa,  $I_a$ , está em fase com a tensão de alimentação,  $U$ ; a componente reativa,  $I_R$ , tem um atraso de  $90^\circ$  em relação à tensão de alimentação  $U$  [5].

Assim, de acordo com a Figura 10 pode obter-se as seguintes expressões:

$$I = \sqrt{(I_a^2 + I_R^2)} \quad (1)$$

Em que a  $I$  representa a intensidade total de corrente,  $I_a$  intensidade ativa e  $I_R$  intensidade reativa [5].



**Figura 10:** Componentes da corrente total,  $I$  [5].

Pode afirmar-se então que:

$$I_a = I \times \cos \varphi \quad (2)$$

$$I_R = I \times \sin \varphi \quad (3)$$

A potência pode ser igualmente dividida em Potência Ativa, Potência Reativa e Potência aparente [5].

A Potência Ativa,  $P$ , é expressa em Watt (W) e é traduzida pela seguinte expressão (corrente trifásica, leitura entre fases)

$$P = 1,73 \times U \times I_a$$

Considerando a expressão (2) a expressão anterior escreve-se da seguinte forma:

$$P = 1,73 \times U \times I \times \cos \varphi \quad (4)$$

A Potência Reativa,  $Q$ , é expressa em Volt- Ampére reativo (VAr) e é traduzida pela seguinte expressão:

$$Q = 1,73 \times U \times I_R$$

Considerando a expressão (3) a expressão anterior escreve-se da seguinte forma:

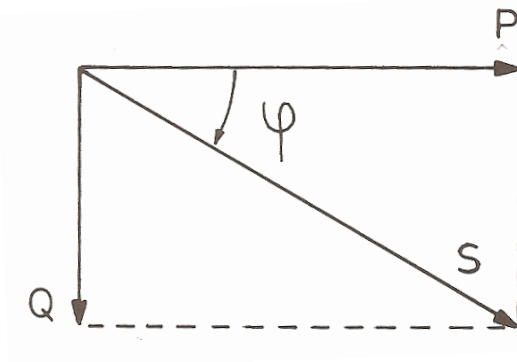
$$Q = 1,73 \times U \times I \times \sin \varphi \quad (5)$$

Então a Potência Aparente,  $S$ , é expressa em Volt – Ampére (VA), sendo traduzida da seguinte forma:

$$S = 1,73 \times U \times I \quad (6)$$

No diagrama de potências, representado na Figura 11, temos a seguinte expressão:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (7)$$



**Figura 11:** Diagrama de potências [5].

Então, o fator de potência determina-se da seguinte forma:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (8)$$

A Potência ativa,  $P$ , é a componente útil da Potência aparente,  $S$ . A potência  $Q$  serve apenas para permitir que a potência ativa origine trabalho. No entanto, a potência aparente representa a carga que é efetivamente apresentada a todo o sistema de produção e transporte de energia elétrica [5].

Através da Figura 11, conclui-se que mantendo o valor de potência ativa constante, quanto menor for potência reativa, menor será potência aparente [5].

É de evidenciar que a Potência ativa é responsável pelo trabalho realizado pela energia elétrica dentro da fábrica. A potência aparente é responsável pela carga do gerador e sistema de transporte dessa energia [5].

Como se pode perceber a situação ideal corresponde à igualdade entre a potência aparente e a potência ativa,  $S=P$ , ou seja,  $Q=0$ . Anular a potência reativa não é possível, no entanto esta pode ser compensada através da introdução de

condensadores, que compensam a potência reativa, anulando o seu efeito para fora da fábrica [5, 8].

A Flexocol já possui uma bateria de condensadores instalada no quadro elétrico parcial que faz a compensação da energia reativa proveniente dos setores da unidade fabril.

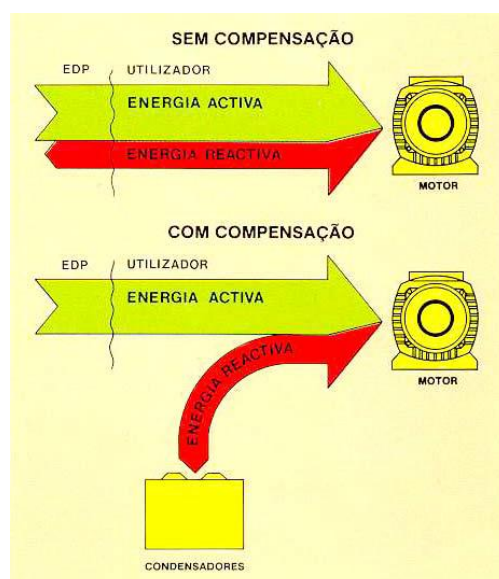
Para valores de  $\cos \varphi$  inferiores a 0,93 a potencia reativa, Q, é superior a 40% da potência ativa, P. O valor da potência aumenta rapidamente, e assim, aumentam as perdas nos condutores. Para que estas perdas se mantenham dentro de certos limites, a EDP impôs o valor 0,93 como limite inferior para o fator de potência, abaixo deste valor a energia reativa é taxada [7].

Os consumos excessivos de energia reativa, devido aos baixos valores do fator de potência apresentam vários inconvenientes tais como: o aumento das perdas na rede; redução da vida útil dos equipamentos (a ocorrência de sobrecargas frequentes provoca o aquecimento excessivo dos dispositivos de comando e proteção das redes elétricas); penalizações tarifárias (a empresa produtora (EDP) tem de proceder a investimentos suplementares a nível da produção e distribuição) e substituição da capacidade instalada (transformadores de maior potência que o necessário e equipamento sobredimensionado), entre outros. Estes fatores provocam assim, a deterioração das condições de utilização da instalação.

#### **2.4.1. Compensação do Fator de Potência**

A compensação do fator de potência conduz à redução da fatura elétrica, devido à diminuição significativa do consumo da energia reativa.

Como se pode observar através da Figura 12, das duas componentes da corrente elétrica, a componente reativa é desviada (subtraída da rede distribuidora) e enviada para uma fonte interna – condensador.



**Figura 12:** Processo da corrente elétrica sem e com compensação – condensador.

Os condensadores compensam a energia reativa que os motores necessitam para trabalhar estabelecendo um equilíbrio semelhante ao que acontece com os pratos de uma balança. Assim, quando a laboração pára, se os condensadores não forem desligados inverte-se o sentido, havendo injeção de energia reativa na rede provocando um novo desequilíbrio. O tarifário penaliza também esta injeção de energia reativa na rede, uma vez que pode provocar o aumento da tensão na rede [5].

É de evidenciar, que à medida que a unidade fabril aumenta, as necessidades de compensação não são constantes, logo há que controlar permanentemente a quantidade de compensação de energia reativa, introduzindo ou retirando condensadores de forma a manter o fator de potência entre +0,93 e -0,93 [7]. Isto implica que entre os condensadores e a rede elétrica da fábrica se deva instalar equipamento de controlo dos condensadores [5].

### 2.4.2. Cálculo da Potência de compensação

Considera-se uma instalação que é alimentada por uma potência ativa  $P_1$  e absorve uma potência aparente  $S_1$ . O fator de potência determina-se da seguinte forma:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{S_1}$$

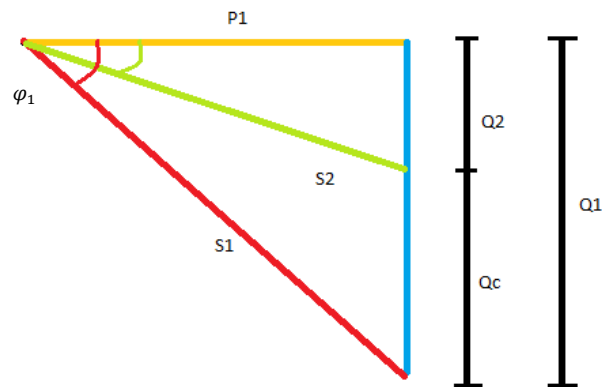


Figura 13: Potência de compensação.

Através da relação trigonométrica, a potência reativa é dada por:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q_1}{P_1} \Leftrightarrow Q_1 = P_1 \times \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (9)$$

O objetivo é compensar o fator de potência para um valor superior ( $\cos \varphi_2$ ), a potência reativa que resulta dessa compensação é dada pela expressão:

$$Q_2 = P_1 \times \operatorname{tg} \varphi_2 \quad (10)$$

A diferença entre os dois valores será igual à potência que a fonte de energia reativa (bateria de condensadores) terá que fornecer ao sistema. Esta potência é designada por  $Q_c$ , sendo:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P_1 \times (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \quad (11)$$

O cálculo da potência de compensação, pode ser conseguida de forma mais expedita, através de consulta de tabelas ou diagramas, Anexo C.2 [5].

### **2.4.3. Meios de compensação**

A compensação do fator de potência pode ser obtido de diversas maneiras, tendo em conta a localização dos condensadores:

- ❖ individual;
- ❖ por grupos de recetores;
- ❖ global;
- ❖ combinada (utilizando os métodos anteriores em conjunto).

#### **Compensação individual**

A compensação individual é efetuada ligando os condensadores junto ao equipamento cujo fator de potência se pretende melhorar. Esta solução apresenta as seguintes vantagens:

- ❖ redução das perdas energéticas em toda a instalação, diminuindo assim os encargos com a energia elétrica;
- ❖ diminuição da carga sobre os circuitos de alimentação dos equipamentos compensados;
- ❖ melhoramento dos níveis de tensão em toda a instalação.

No entanto, esta solução apresenta também desvantagens:

- ❖ as despesas de instalação são maiores do que nas outras opções;
- ❖ dificuldade de ajuste da potência de compensação de qualquer equipamento para as potências normalmente disponíveis no mercado [5];

#### **Compensação por grupos de recetores**

Nesta opção, a bateria de condensadores é instalada de forma a compensar um setor, ou conjunto de máquinas. É colocado junto ao quadro parcial que alimenta esses recetores. Neste caso, a potência necessária será menor que na opção da compensação individual, o que torna a instalação mais económica [5].

### **Compensação global**

Para que a compensação seja total é necessário instalar os condensadores à saída do transformador (se a instalação for alimentada em média tensão) ou do Quadro geral (se a instalação for alimentada em baixa tensão).

Esta opção utiliza-se em grandes instalações elétricas com um grande número de recetores de potências diferentes e regimes de utilização pouco uniformes [5].

### **Compensação combinada**

A compensação combinada pressupõe que existe um misto das alternativas já anteriormente descritas, o que em muitos casos é a solução mais favorável [7].

A compensação da potência reativa por meio de baterias de condensadores, é bastante útil não só para a Companhia Distribuidora de Energia mas também muito vantajoso para o próprio consumidor. Desta forma consegue-se diminuir as perdas energéticas, aumentar o tempo útil dos equipamentos, aumenta a capacidade de potência ativa disponível e conseqüentemente diminui os custos de exploração da rede, com um investimento cujo período de recuperação é geralmente pequeno [5].

### 3. Levantamento energético

O conceito de Utilização Racional de Energia, veio alterar decisivamente a forma de encarar a energia, demonstrando ser possível crescer sem aumentar os consumos ou afetar a qualidade da produção. Como qualquer outro fator de produção, a energia deve ser gerida de forma eficaz e contínua.

Apesar de a competitividade ser o argumento com mais influência na indústria, a crescente pressão ambiental veio reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia. Seja por imposição legal, ou mesmo por necessidade de cumprir requisitos ambientais que permite aceder a sistemas de apoio financeiro ou por questão de imagem pública. Para além destes fatores, mais cedo ou mais tarde, instrumentos políticos como taxas ou impostos ambientais, irão ser introduzidos, penalizando fortemente as empresas menos preparadas.

#### 3.1. Diagnóstico energético

O levantamento e auditoria energética assumem particular importância na indústria. O levantamento energético pode interpretar-se como a primeira radiografia ao desempenho energético da unidade fabril. Este tem como objetivo avaliar a quantidade de energia que é efetivamente consumida e de que forma é utilizada, estabelecer os principais fluxos e identificar os setores ou equipamentos onde é prioritário atuar. A auditoria energética entende-se então por um exame detalhado das condições de utilização da energia na instalação. Esta análise permite conhecer onde, quando e como a energia é utilizada, qual a eficiência dos equipamentos e onde se verifica mais desperdício de energia, indicando soluções para as anomalias detetadas.

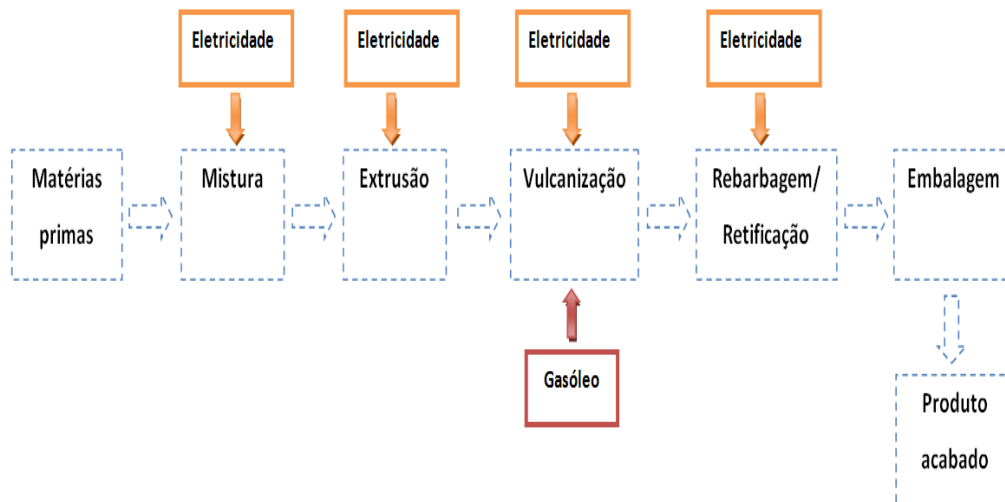
Assim, o diagnóstico energético à empresa *Flexocol* é oportuno, tendo em conta que a empresa nunca fez um trabalho deste género no sentido de avaliar os consumos de energia em cada fase do processo e assim poder identificar possíveis oportunidades de melhoria.

Este diagnóstico energético teve como ações principais:

- ❖ identificação das principais utilidades consumidas em cada operação do processo;
- ❖ avaliação do consumo de energia global;
- ❖ avaliação do consumo de energia térmica;
- ❖ avaliação do consumo de energia elétrica.

### 3.2. Utilidades consumidas no processo

Na Figura 14, observam-se as diferentes utilidades associadas às várias etapas de fabrico.



**Figura 14:** Diagrama do processo de fabrico com as formas de energia consumidas.

### 3.3. Análise do consumo da energia global

A Flexocol consome, como se pode verificar através da Figura 14, energia sob duas formas: gasóleo e energia elétrica. O gasóleo é utilizado na caldeira para produção de calor necessário aos autoclaves. A energia elétrica é usada em todo o processo de produção e iluminação.

No ano 2011, o consumo global foi de 151,21 tep/ano, sendo que o consumo de gasóleo e energia elétrica foram de 6,53 tep/ano e 144,68 tep/ano, respetivamente (valores fornecidos pela empresa). Através da Figura 15 verifica-se que a Flexocol consome maioritariamente energia elétrica, cerca de 96%. O gasóleo é só 4% da fatura energética, uma vez que é usado apenas na caldeira que alimenta as autoclaves onde se processam as vulcanizações (Anexo A.1.).

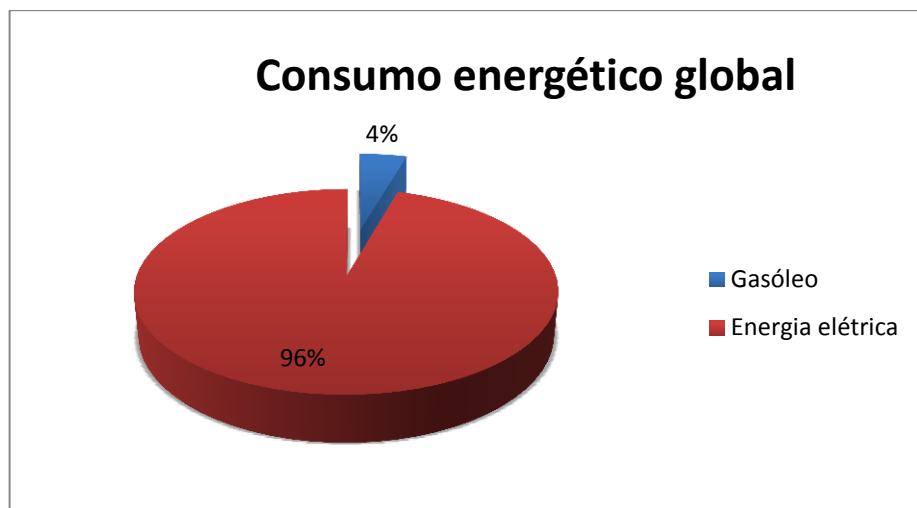


Figura 15: Consumo energético global.

### 3.4. Análise do consumo de energia térmica

O gasóleo é usado como combustível da caldeira para a produção de calor. O calor produzido na caldeira vai alimentar dois autoclaves, que por sua vez têm a função de vulcanizar as peças.

Em Maio, Junho, Julho e Setembro o consumo de gasóleo pode ser inferior uma vez que estes meses apresentam temperaturas superiores, o que influencia a temperatura que circula a água, necessitando assim de menor quantidade de combustível. No entanto, não é possível obter valores específicos para cada mês, uma vez que a empresa não possui qualquer tipo de equipamento que faça a sua medição.

O consumo anual deste combustível é de 7483,09 L, ou seja cerca de 6,3 tep anuais. Em média, a Flexocol utiliza cerca de 680 L deste combustível num mês, sendo a encomenda efetuada mensalmente de 800 L.

### 3.5. Análise do consumo de energia elétrica

A análise das faturas elétricas tem em vista a economia de energia e/ou redução dos custos associados a esta energia. Esta análise serve essencialmente para:

- ❖ verificar se a opção tarifária é a mais correta;
- ❖ analisar a distribuição dos consumos por horas cheias, vazio e ponta;
- ❖ se existe pagamento de energia reativa;
- ❖ evolução da potência em horas de ponta e da potência contratada.

A energia ativa consumida em média tensão pode ser faturada em 4 períodos horários: horas de ponta, horas cheias, horas de vazio normal e horas de super vazio. Existe ainda a distinção entre consumos em dois períodos, período de verão e período de inverno.

A Tabela 2 apresenta a opção tarifária de ciclo diário para o período de inverno e verão. É de notar que todos os cálculos são baseados no horário de inverno, uma vez que toda a recolha de dados foi realizada neste período.

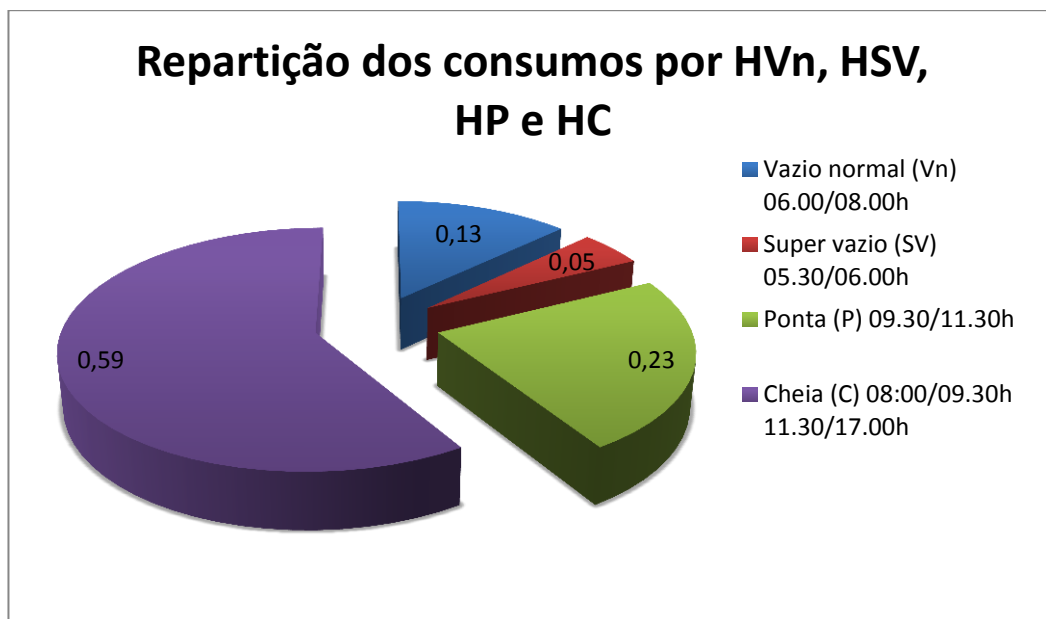
**Tabela 2:** Opção tarifária de ciclo diário, EDP [8].

	<b>Período de hora legal de inverno</b>	<b>Período de hora legal de verão</b>
<b>Ponta:</b>	09.30/11.30h 19.00/21.00h	10.30/12.30h 20.00/22.00h
<b>Cheias:</b>	08.00/09.30h 11.30/19.00h 21.00/22.00h	09.00/10.30h 12.30/20.00h 22.00/23.00h
<b>Vazio:</b>	22.00/08.00h	23.00/09.00h
<b>Vazio normal:</b>	22.00/02.00h 06.00/08.00h	23.00/02.00h 06.00/09.00h
<b>Super vazio</b>	02.00/06.00h	02.00/06.00h

Os valores de consumo de energia ativa nos diversos períodos diários, conjugados com a análise do tipo de processo/organização da empresa, podem sugerir medidas destinadas a reduzir custos energéticos.

A energia elétrica é recebida em média tensão e distribuída através de um transformador de 1030 kVA, responsável pelo abastecimento elétrico às instalações principais de produção.

Na Figura 16 pode observar-se a distribuição dos consumos de energia ativa da empresa pelos quatro períodos horários diários, no ano 2011.



**Figura 16:** Repartição dos consumos em 2011.

Como se pode verificar através da Figura 16, o consumo de energia é efetuado maioritariamente no período das 08.00h às 09.30h e das 11.30h às 17.00h, Horas Cheias, uma vez que a *Flexocol* funciona apenas com um turno. Mesmo assim, a empresa faz o arranque das prensas por volta das 05.30h para entrar nas Horas de vazio e super vazio, e assim reduzir os custos na fatura energética.

É de referir, que esta análise, referente ao ano 2011, permitiu verificar se o consumo de energia elétrica pelos diferentes períodos diários estava conjugado com o tipo de laboração da *Flexocol*, pois desta forma ficaria garantida a otimização da energia elétrica.

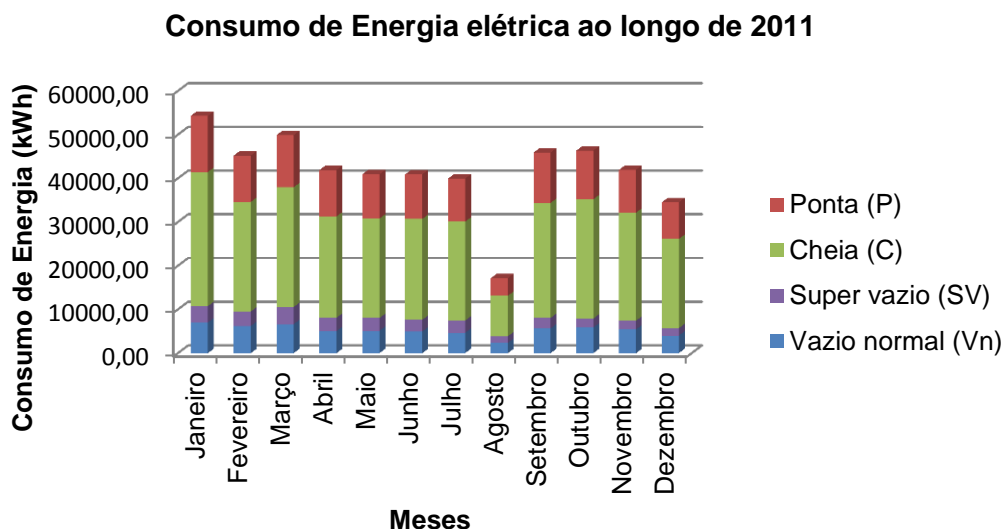
Na Tabela 3, estão representados os valores do consumo de energia elétrica (kWh) pelos diferentes horários diários ao longo do ano de 2011, com uma potência contratada 365 kW.

**Tabela 3:** Consumo de energia elétrica nas HVn, HSV, HP, HC, potência contratada e total anual para os meses do ano 2011.

Mês	Consumo Energia (kWh)				Consumo Total (kWh)
	Horas Vazio Normal (HVn)	Horas Super Vazio (HSV)	Horas de Ponta (HP)	Horas Cheias (HC)	
Janeiro	6999,00	3738,00	12846,00	30723,00	54306,00
Fevereiro	6222,00	3312,00	10598,00	25074,00	45206,00
Março	6638,00	3908,00	11928,00	27424,00	49898,00
Abril	5044,00	3061,00	10609,00	23190,00	41904,00
Maio	5107,00	2935,00	10134,00	22745,00	40921,00
Junho	4947,00	2690,00	10186,00	23086,00	40909,00
Julho	4646,00	2803,00	9848,00	22638,00	39935,00
Agosto	2345,00	1501,00	4019,00	9280,00	17145,00
Setembro	5665,00	2394,00	11498,00	26330,00	45887,00
Outubro	5861,00	2047,00	11125,00	27305,00	46338,00
Novembro	5421,00	2013,00	9783,00	24728,00	41945,00
Dezembro	3990,00	1709,00	8394,00	20422,00	34515,00
<b>Total</b>	<b>62885,00</b>	<b>32111,00</b>	<b>120968,00</b>	<b>282945,00</b>	<b>498909,00</b>

A transposição para a forma gráfica dos valores de consumo de energia elétrica, ao longo dos doze meses do ano, constitui uma espécie de diagrama de cargas anual. A sua evolução permite confirmar que existem alterações no ritmo de laboração, ou ainda anomalias e irregularidades no processo de fabrico.

O gráfico da Figura 17 representa a repartição do consumo de energia elétrica (kWh), ao longo dos doze meses do ano de 2011.



**Figura 17:** Consumo de Energia elétrica ao longo de 2011.

Com a análise da mesma figura, verificar-se que o consumo de energia elétrica é bastante inferior no mês de Agosto uma vez que a *Flexocol* esteve encerrada 3 semanas para férias. Existem oscilações na produção ao longo do ano, devido a fatores externos à empresa que influenciam o consumo de energia elétrica.

O consumo global de energia elétrica é de 498 909 kWh, isto é, 144,68 tep por ano.

Enquadrando a *Flexocol* no Decreto-lei n.º 71/2008 de 15 de Abril que regula o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia (SGCIE), esta é caracterizada como uma empresa não consumidora intensiva de energia (CIE), uma vez que o consumo anual de energia é cerca de 144,68 tep/ano, inferior a 500 tep/ano. Deste modo, a empresa não fica sujeita a qualquer tipo de obrigação legal, embora não deixe de ser importante otimizar a utilização de energia, de forma a minimizar os consumos de energia e a sua incidência nos custos do produto final.

Com base no levantamento energético, determinou-se os indicadores de consumo específico de energia e a intensidade carbónica, como está descrito no

Anexo A.2. Os valores obtidos para estes indicadores são 2,73 tep/ ton e 1684,5 kg CO<sub>2</sub> /tep, respetivamente.

### **3.6. Análise do consumo de energia elétrica nos diferentes equipamentos**

As diversas formas de energia adquiridas pela empresa são conhecidas, uma vez que são medidas e faturadas pela empresa fornecedora. No entanto, a distribuição dos consumos por utilização, secção ou equipamento e a avaliação das perdas de energia necessita de ser contabilizada, ou seja, medida.

Uma vez analisada a fatura de energia elétrica da *Flexocol* relativa ao ano 2011, a fase seguinte compreende a análise física detalhada aos equipamentos consumidores de energia elétrica existentes na fábrica, as suas condições de operação, bem como os cuidados de manutenção e o seu tempo de funcionamento. Esta fase permite a recolha e medição de toda a informação útil para a identificação das possibilidades reais de economia de energia. Para tal, recorreu-se à utilização de equipamento de medição portátil, como um fasímetro (Unit, ref. LT – PINAMP/3) e uma pinça amperimétrica para medição das potências consumidas pelos equipamentos. Estas medições foram realizadas ao longo de tempo de realização deste trabalho.

Na Tabela 4 são apresentados os equipamentos principais presentes nos diferentes setores da fábrica assim como os valores médios de potência, tensão de corrente e  $\cos \varphi$ . Estes valores foram obtidos a partir de medições efetuadas em intervalos de 10 minutos, durante várias semanas. Relativamente às prensas, é de notar que foi efetuado o estudo contínuo durante uma carga numa só prensa (B18). Escolheu-se esta prensa por se tratar daquela que mais se usa, sendo uma das que consome mais energia. Este estudo permite conhecer o ciclo que estas máquinas fazem de acordo com os termostatos que aí estão instalados, de forma a prever com mais exatidão o valor da potência consumida por estas máquinas. Considerando que este ciclo de funcionamento é igual para todas as prensas, verifica-se que as prensas estão desligadas cerca de 40% do período de funcionamento, isto porque os termostatos ligam e desligam de forma a manter a temperatura dos pratos pré definida pelo operador.

**Tabela 4:** Levantamento energético dos equipamentos.

Setor	Equipamento	Unidades	Corrente, I (A)	Tensão, U (V)	Fator de potência (cos $\gamma$ )	Potência reativa, Q KVAr
<b>Mistura</b>	Pequeno	1	39,64	410,10	0,840	18,57
	Grande	2	52,81	413,60	0,989	5,71
<b>Vulcanização</b>	Prensa B14	1	37,98	412,80		
	Prensa B13	1	28,83	411,10		
	Prensa B18	1	31,48	411,30		
	Prensa B19	2	7,35	411,30		
	Prensa B25	2	12,00	220,00		
	Prensa B27	2	9,23	405,00		
	Prensa B29	6	14,3	403,90		
	Prensa B35	2	5,93	404,80		
	Prensa B37	2	12,00	380,00		
	Prensa B41	4	12,93	403,90		
	Prensa B45	4	12,93	403,90		
	Prensa B49	5	7,25	406,60		
Prensa B60	4	17,80	405,20			
<b>Serralharia</b>	Torno mecânico S1	1	7,35	408,60	0,918	1,18
	Torno mecânico S2	1	11,67	407,00	0,944	2,56
	Torno mecânico S3	1	2,93	408,40	0,987	0,24
	Torno mecânico S4	1	8,32	407,50	0,988	0,51
	Torno mecânico S31	1	23,35	407,80	0,993	1,08
	Torno mecânico S34	2	1,87	408,40	0,996	0,22
	Torno mecânico S37	1	11,95	408,30	0,971	2,12
	Compressor de ar	1	57,33	404,10	0,792	23,15

É de evidenciar que em alguns equipamentos, era de todo impossível fazer qualquer tipo de medição, devido a aspetos físicos da própria máquina ou mesmo da instalação elétrica (antiga). Foram analisados cerca de 50% dos equipamentos existentes na fábrica, uma vez que parte destes se encontravam desligados (parados).

Na Tabela 5 registou-se a potência aparente consumida pelos equipamentos e o seu respetivo custo (€/ano). O tempo de funcionamento que foi considerado para efeito de cálculo nos setores foi estimado da seguinte forma: 22 dias por mês e 11 meses por ano. O horário diário de funcionamento difere nos vários setores, ou seja, para o setor da Mistura e Serralharia considerou-se 8 horas diárias, para o setor da Vulcanização o tempo de funcionamento foi de 10 horas por dia, uma vez que as prensas são ligadas eletronicamente de forma a estarem quentes aquando do início do horário laboral.

**Tabela 5:** Consumo energético e respetivo custo.

Setor	Equipamento	Unidades	Potência (kW) (cada equipamento)	Potência (kW)	Custo (€/ano)	Custo setor (€/ano)
<b>Misturadores</b>	Misturador Pequeno	1	29,9	29,90	2.945,69	8874,52
	Misturador Grande	2	30,09	60,18	5.928,83	
<b>Vulcanização</b>	Prensa B14	1	15,68	15,68	1.198,21	14767,20
	Prensa B13	1	11,85	11,85	905,65	
	Prensa B18	1	12,95	12,95	989,38	
	Prensa B19	2	3,02	6,05	462,04	
	Prensa B25	2	2,64	5,28	403,49	
	Prensa B27	2	3,74	7,48	571,54	
	Prensa B29	6	5,78	34,65	2.648,26	
	Prensa B35	2	2,40	4,80	367,09	
	Prensa B37	2	4,56	9,12	696,94	
	Prensa B41	4	5,22	20,90	1.596,78	
	Prensa B45	4	5,22	20,90	1.596,78	
	Prensa B49	5	2,95	14,74	1.126,36	
Prensa B60	4	7,21	28,85	2.204,70		
<b>Serralharia</b>	Torno mecânico S1	1	5,25	5,25	517,22	8585,86
	Torno mecânico S2	1	8,27	8,27	814,75	
	Torno mecânico S3	1	1,19	1,19	117,24	
	Torno mecânico S4	1	5,35	5,35	527,07	
	Torno mecânico S31	1	16,44	16,44	1.619,64	
	Torno mecânico S34	2	1,72	3,44	338,90	
	Torno mecânico S37	1	9,10	9,10	896,52	
	Compressor de ar	1	38,11	38,11	3.754,53	
<b>Total</b>						<b>32.227,58 €</b>

Assim, estimou-se que o consumo de energia elétrica dos equipamentos ao longo de um ano é de cerca 32.228 €/ ano (Anexo B.1).

O custo da energia elétrica, referido anteriormente, foi calculado tendo em conta um valor médio do custo unitário como se mostra na Tabela 6 e na Tabela 7 (exemplo de cálculo no Anexo B.1).

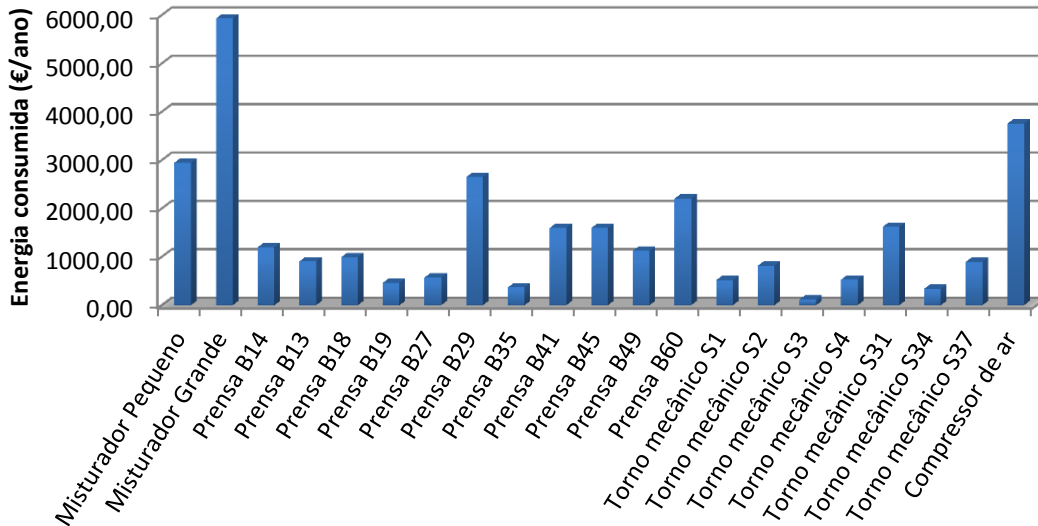
**Tabela 6:** Valor médio para o custo em €/kWh para as prensas.

Período diário	Custo (€/kWh)	Custo médio (€/kWh)
Vazio normal	0,0491	0,00982
Super vazio	0,0420	0,00210
Horas de ponta	0,0578	0,01156
Horas cheias	0,0530	0,02915
<b>TOTAL</b>		<b>0,053</b>

**Tabela 7:** Valor médio para o custo em €/kWh para o equipamento.

Período diário	Custo (€/kWh)	Custo médio (€/kWh)
Vazio normal	0,0491	
Super vazio	0,0420	
Horas de ponta	0,0578	0,01445
Horas cheias	0,0530	0,0364
<b>TOTAL</b>		<b>0,051</b>

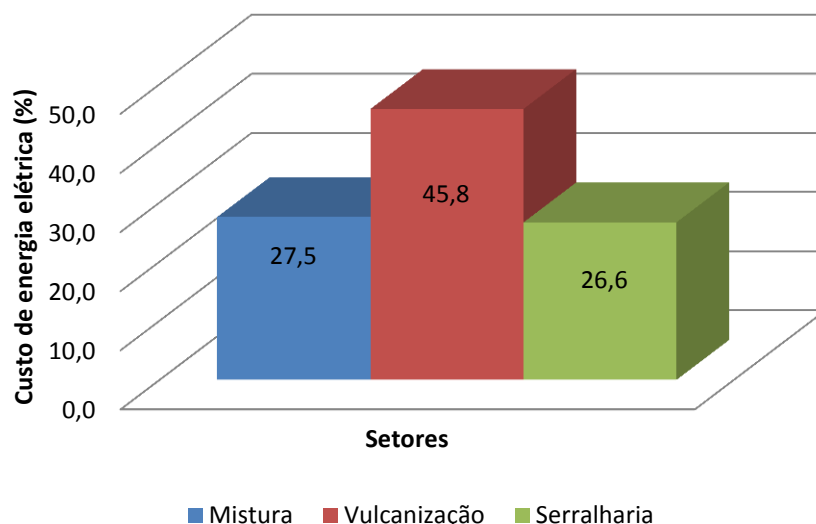
Na figura seguinte, Figura 18, é possível verificar quais os equipamentos que consomem mais energia elétrica.



**Figura 18:** Energia consumida (€/ano) em função dos equipamentos.

Depois da análise ao gráfico, verifica-se que os misturadores, bem como as prensas são os equipamentos que consomem mais energia elétrica. É de notar, que a energia consumida pelo Misturador grande é o valor de dois misturadores com o mesmo consumo, como se pode verificar na Tabela 4. Da mesma forma as prensas B19, B27, B35 correspondem a um grupo de 2 prensas cada, B41 B45 e B60 correspondem a um pequeno grupo de 4 prensas, à prensa B49 corresponde o valor de 5 prensas e a B29 contem o valor de 6 prensas de consumo igual. Relativamente aos tornos mecânicos, S34 contém o valor de 2 tornos. Verifica-se também que o compressor de ar tem um consumo elevado de energia elétrica.

Na Figura 19, está representado o consumo de energia elétrica nos diferentes setores da Flexocol.



**Figura 19:** Custo da energia elétrica consumida (%) pelos diferentes setores.

Como se pode verificar através da figura anterior, o setor que mais consome energia elétrica é a Vulcanização, com cerca de 46%, uma vez que a quantidade de máquinas em permanência a funcionar é bastante superior relativamente aos outros dois setores. É também de notar que as prensas são equipamentos envelhecidos que têm perdas associadas mais elevadas, no entanto o estudo das perdas térmicas nas prensas não está no âmbito deste trabalho mas poderá ser considerado para um trabalho futuro. O mesmo acontece para o caso do compressor, cujo consumo energético não foi estudado.

### 3.7. Análise do consumo de energia elétrica na iluminação

A energia elétrica consumida pela iluminação nos diferentes setores de atividade (indústria, serviços ou comércio) representa aproximadamente 25% do consumo global do país, e cerca de 5% a 7% do consumo global de energia elétrica de uma instalação industrial. Assim, o uso de equipamentos mais eficientes conduz a reduções significativas de consumos energéticos [8].

Logo, as empresas estão cada vez mais interessadas em instalar equipamentos que proporcionem níveis de iluminação necessários ao desempenho de cada atividade, reduzindo o consumo de energia elétrica e os custos de manutenção dos sistemas.

A iluminação de qualquer espaço deve ser estabelecida de acordo com os critérios de quantidade e qualidade da iluminação proporcionada. Para tal, devem ser tomados em consideração os seguintes parâmetros:

- ❖ níveis de iluminação: as instalações de iluminação devem proporcionar níveis de iluminação adequados à exigência das tarefas a desempenhar, bem como às características dos utilizadores (idade, características visuais);
- ❖ equilíbrio de iluminação: a distribuição da iluminação deve ser equilibrada, evitando uma iluminação direcional muito difusa ou demasiado forte reduzindo os contrastes acentuados o que beneficia o utilizador tanto a nível de conforto visual como em termos de rendimento;
- ❖ encandeamento: este efeito pode ser direto, indireto ou refletido e produz o desconforto visual nos utilizadores, e pode conduzir à total incapacidade de visão;
- ❖ restituição de cor: é o modo como a luz reproduz as cores dos objetos. Esta é uma característica importante nas lâmpadas, é um fator determinante para a sua escolha que depende das tarefas a desempenhar e da necessidade de criação de uma atmosfera agradável, melhorando o rendimento.

Na conceção do sistema de iluminação existem lâmpadas de diferentes tipos, que são utilizadas dependendo do fim a que se destinam. Cada tipo de lâmpada oferece diferentes eficiências luminosas, expressas em Watt. No caso das lâmpadas utilizadas na Flexocol, estas são maioritariamente lâmpadas fluorescentes tubulares [8].

Em cada tipo de sistema de iluminação, existem equipamentos com rendimentos bastante diferentes. Os mais eficientes serão aqueles que incluem não só a utilização de lâmpadas eficientes mas também luminárias equipadas com refletores espelhados, que permitem melhorar o rendimento total do sistema. Estes equipamentos permitem filtrar, repartir e transformar a luz das lâmpadas o que melhora o conforto visual dos utilizadores. Os balastros são dispositivos que têm duas funções primordiais: limitar a corrente para valores apropriados para que possa atravessar a lâmpada e produzir o efeito desejado; e elevar a tensão de forma a estabelecer uma diferença de potencial, que dá origem ao arco eletrónico que provoca a descarga na lâmpada [8].

A Tabela 8 apresenta a quantidade de lâmpadas por setor, e o custo anual. O tempo de funcionamento considerado para efeito de cálculo foi de 1936 horas anuais (8 horas diárias, 22 dias por mês, 11 meses anuais).

**Tabela 8:** Levantamento energético para a iluminação.

Sector	Tipo de lâmpadas	Nº lâmpadas	Potência (W)	Custo (€/ano)	Custo (€/ano)	% Custo
Escritório	Fluorescentes	20	65	128,36 €	128,36 €	8,02
Serralharia	Fluorescentes	47	36	167,06 €	170,62 €	10,7
	Fluorescentes	2	18	3,55 €		
Serralharia (eletricidade)	Fluorescentes	38	36	135,07 €	178,12 €	11,1
	Fluorescentes	2	18	3,55 €		
	Incandescentes	5	80	39,49 €		
Mistura	Fluorescentes	19	36	67,54 €	69,31 €	4,3
	Fluorescentes	1	18	1,78 €		
Vulcanização (perfis)	Fluorescentes	38	36	168,84 €	168,84 €	10,5
Vulcanização	Fluorescentes	134	36	595,38 €	606,49 €	37,9
	Fluorescentes	5	18	11,11 €		
Naves Exteriores	Fluorescentes	7	65	44,92 €	44,92 €	2,8
Exterior da fábrica	Halogéneo	4	300	118,48 €	118,48 €	7,4
Armazém	Fluorescentes	31	36	110,19 €	115,52 €	7,2
	Fluorescentes	3	18	5,33 €		
<b>Total</b>		356		<b>1.600,66 €</b>		100,0

Na Figura 20 apresenta-se o custo de energia elétrica consumida correspondente à iluminação nos diferentes setores.



**Figura 20:** Custos associados à iluminação nos diferentes setores.

Após a análise da Tabela 8 e da Figura 20 verifica-se que o setor que consome mais energia elétrica devido à iluminação é o setor da vulcanização, uma vez que apresenta maior número de lâmpadas fluorescentes de 36 W. o setor da Mistura é o setor onde o consumo é mais baixo.

### 3.8. Distribuição dos consumos de energia elétrica por equipamentos e iluminação

Na Figura 21 é apresentado o percentual de energia elétrica associado ao equipamento e ao sistema de iluminação, com base na energia elétrica total consumida, que corresponde a 33.828 € anuais.

#### Distribuição dos consumos da energia elétrica



**Figura 21:** Distribuição dos consumos de energia elétrica dos equipamentos e iluminação.

A energia elétrica consumida pela iluminação é cerca de 5%, valor que apesar de baixo pode ainda ser reduzido através da implementação de medidas de melhorias. A maior percentagem de consumo corresponde aos equipamentos, que neste caso é bastante difícil de reduzir, uma vez que na Flexocol já existem condensadores instalados. Todos os equipamentos analisados têm um fator de potência bastante elevado, cerca 0,98, o que significa que estão a funcionar de forma a não consumir energia reativa. É de salientar que nas leituras efetuadas com o fasímetro nas prensas registaram-se valores de fator de potência baixos. No entanto esses valores não foram apresentados porque efetivamente não podiam corresponder às prensas (pois estas são aquecidas por resistências elétricas) mas às bombas que permitem a circulação

do óleo de lubrificação das prensas. Face à forma como estão feitas as ligações elétricas no quadro geral da Flexocol não se conseguia fazer as leituras energéticas para as bombas e portanto estas não foram estudadas neste trabalho, no entanto contribuem certamente para um aumento da fatura energética.

Como já foi referido, 50% do equipamento não foi analisado o que poderá justificar a diferença de custos verificada entre o levantamento feito no decorrer deste trabalho (33.828 euros por ano – Tabela 5 e 8) e o valor cedido pela *Flexocol* referente ao ano 2011 (58.397,40 euros por ano – Tabela3).

## 4. Otimização Energética

Com a evolução da indústria, aumenta a preocupação com os consumos energéticos e com o meio ambiente, o que contribui para a mudança de hábitos de consumo e conseqüentemente beneficia a qualidade de vida.

Assim, o termo de racionalização de energia está cada vez mais presente, o que permite a criação de medidas de conservação de energia, que visam o combate ao desperdício de energia por parte da empresa, bem como o desperdício de outros produtos essenciais à produção (matéria prima, reciclagem, tempo).

Desta forma, podem desenvolver-se determinadas ações para a promoção de racionalização tanto a nível energético como ambiental.

### 4.1. Energia reativa

O excesso de consumo de energia reativa pelas cargas predominantemente indutivas de uma instalação, empresa ou fábrica, faz decrescer significativamente o fator de potência, agravando a fatura elétrica mensal a pagar.

A instalação de condensadores permite a completa resolução destes problemas, sendo a sua instalação uma aposta ganha, em termos de redução de custos e da obtenção de uma energia mais limpa e de uma rede elétrica menos poluída.

O limite superior do fator de potência é 0,93 e para valores inferiores a este a energia reativa é paga. Pela análise da Tabela 4 (referida no subcapítulo 3.6.) verificou-se que os equipamentos que têm fator de potência abaixo deste limite são: o misturador pequeno, o torno mecânico S1 e o compressor de ar, tendo este último o valor mais pequeno.

Assim, determinou-se a potência de compensação para os respetivos equipamentos, tomando como valor de referência de fator de potência 0,97. Este valor

é superior ao limite estabelecido para permitir uma margem de segurança caso aumente o número de máquinas em funcionamento.

A compensação terá de ser efetuada por grupos de condensadores. Será instalada a potência de compensação no quadro parcial, ou seja, na bateria de condensadores á instalada na unidade, de forma a compensar um determinado número de máquinas.

Na Tabela 9, estão referidos os fatores de potência original e pretendido, bem como a potência de compensação,  $Q_c$ , determinada através da equação (11) e Tabela 13 (Anexo C.1).

**Tabela 9:** Fator de potência original e pretendido e Potência de compensação.

Equipamento	$\cos \varphi_{original}$	$\cos \varphi_{pretendido}$	Fator de correção	Potência ativa (kW)	Potência de Compensação (kW)
Misturador	0,840	0,97	0,395	23,94	9,46
Torno mecânico S1	0,918		0,175	5,12	0,896
Compressor de ar	0,792		0,499	31,26	15,60

A potência de compensação que é necessária instalar é cerca de 25,9 kVAr. O condensador a ser instalado deve ter a mesma potência no entanto, os condensadores existentes tinham um valor muito superior de Potência de compensação necessária o que levava a um custo de aquisição muito superior. Assim o condensador escolhido foi o de 25 kVAr e terá um custo de aquisição de 252 € sendo recuperável em apenas 16 dias de funcionamento [14]. Os cálculos referentes a estes valores encontram-se no Anexo C.2.

## 4.2. Iluminação

A conceção das instalações de iluminação na perspetiva da utilização racional de energia pressupõe a verificação de alguns parâmetros essenciais para a redução do consumo energético, mantendo ou melhorando as condições globais de iluminação nos diversos espaços. Assim ter-se-á em consideração os seguintes aspetos [8]:

- ❖ prioridade à luz natural, mantendo sempre limpas as áreas de entrada de luz;

- ❖ dimensionar corretamente os níveis de iluminação necessários para os locais, de forma a prever níveis gerais de iluminação e níveis específicos para os diferentes postos de trabalho;
- ❖ selecionar corretamente o tipo de iluminação mais ajustada para os locais em questão, tendo em conta as necessidades de restituição da cor das tarefas a executar;
- ❖ utilizar sempre equipamentos de rendimento elevado, tanto ao nível de lâmpadas como as luminárias e acessórios;
- ❖ usar sistemas de controlo e comando automático nas instalações de iluminação;
- ❖ proceder regularmente às operações de limpeza e manutenção das instalações, de acordo com o plano estabelecido, e apoiados preferencialmente nos sistemas automáticos de gestão de iluminação;
- ❖ definir corretamente os períodos de substituição das lâmpadas, optando pelo método de substituição em grupos [8].

O rendimento de um sistema de iluminação aumenta à medida que as salas são mais claras, devido à distribuição de cores nas superfícies envolventes dos espaços. Este aumento pode atingir os 50%, em sistemas de iluminação indireta quando comparados com a situação inicial e definida como base. O aumento do rendimento do sistema pressupõe uma diminuição do número de luminárias instaladas e conseqüentemente uma redução da potência instalada e uma redução do consumo energético do sistema [8].

Uma das melhorias a adotar pela Flexocol, neste setor, é a modificação das lâmpadas exteriores. Estão instaladas lâmpadas de halogéneo no exterior da fábrica, no entanto, devem ser utilizadas lâmpadas de iodetos metálicos ou de vapor de sódio a alta pressão. Este tipo de lâmpadas, para a mesma potência nominal, fornece um fluxo luminoso superior.

Outra melhoria a tomar em consideração é a alteração dos balastros normais por balastros eletrónicos, pois este tipo de equipamento apresenta as vantagens seguidamente descritas:

- ❖ aumento da eficiência da lâmpada, devido ao uso de altas frequências;
- ❖ aumento do rendimento do balastro;
- ❖ acréscimo da vida útil da lâmpada;
- ❖ diminuição do ruído;

- ❖ redução das dimensões do balastro.

Para tal, é necessário efetuar o estudo de viabilidade económica e poupança de energia associada à implementação destas medidas. Na Tabela 10 encontram-se resumidos os valores da energia consumida por setor, a poupança que se obtém pela instalação de balastros eletrónicos e o respetivo investimento.

**Tabela 10:** Energia consumida (kWh/ano), poupança com o balastro eletrónico e investimento inicial.

Setor	Energia consumida (kWh/ano)	Poupança com balastro eletrónico (kWh/ano)	Poupança com balastro eletrónico (€/ano)	Investimento (€)
Escritório	2516,80	629,20	32,09	541,00
Serralharia	6063,55	1515,89	77,31	2212,54
Mistura	1359,07	339,77	17,33	497,20
Vulcanização	15202,44	3800,61	193,83	4400,22
Naves Exteriores	880,88	220,22	11,23	189,35
Armazém	2265,12	566,28	28,88	845,24
<b>Total</b>		7071,97	360,67	8685,55

Do ponto de vista energético, este tipo de equipamento eletrónico é mais eficiente o que se traduz numa redução anual de cerca de 25% relativamente à energia consumida pelos balastros normais [9]. Com a implementação destes dispositivos a poupança é cerca de 7.072 kWh/ano.

Através da análise simples do investimento, ou seja, análise do Pay-back, pode aferir-se se esta medida é viável. O Pay-back traduz o tempo necessário para que o investimento seja pago pelos resultados anuais, logo quanto maior for o seu valor, maior o tempo apresentando assim maior risco.

O investimento total é cerca de 8.686 € e não é recuperado em tempo aceitável, 10 anos (exemplo de cálculo no Anexo C).

## 5. Análise de solventes

O Solvente é uma substância química ou uma mistura líquida de substâncias químicas capazes de dissolver outro material de utilização industrial. Geralmente, o termo “solvente” refere-se a um composto de natureza orgânica. Apesar de suas composições químicas serem tão diversas, os solventes têm determinadas propriedades comuns: são compostos líquidos lipossolúveis, possuem grande volatilidade, são muitos inflamáveis e têm efeitos tóxicos nefastos.

A maioria das indústrias empregam solventes em algum de seus processos de fabrico e a Flexocol não é exceção.

Em Madrid, uma cidade caracterizada pelo aumento progressivo da poluição, surgiu a ideia de elaborar uma estratégia de forma a reduzir as emissões poluentes, melhorando a qualidade do ar. Esta estratégia foi designada como Plano Azul. É composto por 106 ações ambientais com o principal objetivo de reduzir as emissões de gases com efeitos nefastos, atuando assim nos principais setores: setor automóvel, setor residencial, setor industrial, bem como setor primário (agricultura, pecuária e ambiente natural).

Este plano é revisto anualmente de forma a permitir: adicionar novas ações ou reformular e modificar as já implementadas; novos estudos e verificação da existência de novos problemas; e a verificação do estado da implementação das respetivas medidas de correção [10].

As instalações em que são utilizadas substâncias perigosas, tóxicas ou que contribuam para a destruição meio ambiente devem cumprir os valores limites de emissão, devendo ser controladas [10].

O tratamento de superfícies metálicas, como o desgorduramento das peças, é um dos processos que a Flexocol possui. Para determinar qual o desgordurante mais eficiente e compatível com o meio ambiente e com a saúde humana, é importante conhecer a informação sobre os óleos. Estes devem ter menor toxicidade, serem biodegradáveis e de fácil eliminação [10,11].

Existem diversas técnicas de desgorduramento de superfícies metálicas, tais como desgorduramento aquoso (alcalino e básico) e desgorduramento com solventes halogenados e não halogenados [10,11].

Os solventes halogenados apresentam uma eficiência muito elevada nos processos industriais, têm como vantagens: são não inflamáveis, secagem rápida, não

deixam resíduos e são relativamente baratos. No entanto, apresentam desvantagens para a saúde humana sendo tóxicos, cancerígenos, podem conduzir à esterilidade, provocar a morte ou problemas respiratórios e na pele, quando expostos regularmente.

Os solventes halogenados mais utilizados são o tricloroetileno, percloroetileno e o hexano [10,11].

Os solventes não halogenados são considerados alternativos aos já referidos anteriormente. As opções mais eficazes são o éter ou a acetona. Estes solventes apresentam um custo bastante elevado e são inflamáveis, no entanto apresentam menor toxicidade no meio ambiente e na saúde humana [10,11].

### 5.1. Solvente utilizado na Flexocol

O hexano é o solvente utilizado na fábrica, na limpeza dos moldes que são envolvidos numa massa lubrificante (óleos minerais) que os protege de agressões externas enquanto estão armazenados. Este solvente quando extraído do petróleo bruto e do gás natural é um hidrocarboneto alifático saturado, constituindo um dos maiores componentes da gasolina [12].

O hexano é um líquido incolor, volátil, inflamável e de odor desagradável, pouco solúvel em água, mas solúvel na maioria dos solventes orgânicos, incluindo o etanol e éter [12].

Este solvente é um produto estável, em condições normais de emprego. O calor pode causar instabilidade química favorecendo a sua decomposição e assim, libertar gases e vapores tóxicos como monóxido de carbono. Em contacto com agentes oxidativos fortes pode ocorrer reação causando incêndio ou explosão. Não ataca os metais, mas sim os plásticos, colas e alguns revestimentos [12].

O hexano tem diversos usos comerciais, é um dos constituintes de solventes, colas, lacas e adesivos. É também utilizado na indústria de borracha, indústria têxtil, mobiliária e processamento de alimentos. Em laboratórios químicos o n-hexano é de elevado grau de pureza. É também muito usado nas formulações de tintas e borrachas como produto de limpeza, uma vez que tem um poder de desengorduramento bastante elevado e é de rápida evaporação.

Relativamente ao seu armazenamento, este deve ser armazenado em recipientes fechados de aço comum num local ventilado, evitar a exposição a temperaturas elevadas, sol e chuva e manter afastado de ácidos e oxidantes fortes.

## 5.2. Solvente proposto

A acetona é o solvente proposto ao já utilizado pela empresa. Este solvente conhecido também como propanona é um composto orgânico sintético. É um líquido incolor de odor fácil de distinguir. Evapora facilmente, é inflamável e solúvel em água [13].

A acetona é um dos solventes mais usados nas indústrias e nos laboratórios, de tintas, vernizes, nas indústrias alimentícias e de perfumarias como fragrâncias. É também usado na extração de óleos de sementes vegetais e no fabrico de medicamentos pela indústria farmacêutica.

Este solvente é uma alternativa ao hexano, uma vez que tem as propriedades necessárias, ou seja, desengordura muito bem e evapora facilmente, não atacando os moldes construídos em metal.

Foram estudados vários solventes, como o MEK, mas todos eles eram de base aquosa o que levava ao aumento de tempo de secagem e poderia provocar a oxidação dos metais (moldes).

Nos ensaios efetuados, os moldes foram limpos com este solvente cronometrou-se o tempo de secagem e com algodão verificou-se se estes tinham gordura (é o mesmo procedimento para os moldes limpos com hexano). Estes não apresentaram qualquer tipo de defeito na peça feita através deste. É de evidenciar que o tempo de secagem é apenas uns segundos a mais, o qual não influencia o processo de fabrico.

## 5.3. Comparação entre o solvente utilizado e o proposto

Como já foi referido anteriormente, a acetona foi o solvente escolhido para substituir o hexano, solvente utilizado atualmente na Flexocol.

Na Tabela 11, são comparadas as propriedades mais relevantes dos dois solventes bem como o valor comercial.

**Tabela 11:** Características dos solventes, hexano e acetona [11, 12].

Características	Hexano	Acetona
Forma	Líquido	Líquido
Cor	Incolor	Incolor
Odor	Característico de solvente petrolífero	Frutado
Temperatura de ebulição (°C)	69	56,2
Temperatura de ignição (°C)	240	540
Ponto de inflamação (°C)	< -30	< -20
Pressão vapor (kPa)	~ 300 (20° C)	~ 233 (20° C)
Massa volúmica (g/cm <sup>3</sup> )	0,666 (15° C)	0,79 (20° C)
Solubilidade em água	Pouco solúvel	Solúvel
Solubilidade em solventes orgânicos	Solúvel em grande número de solventes	Solúvel
Informação regulamentada	Facilmente inflamável Nocivo	Facilmente inflamável Irritante
Custo (€/L) para bidão 200L	0,93	1,50

A pressão de vapor mede a tendência de evaporação de um líquido. Quanto maior for o seu valor, mais volátil será o líquido. Como se pode verificar apesar da acetona ter uma pressão de vapor inferior ao hexano como essa diferença é muito pequena a acetona é uma boa alternativa [12,13].

Relativamente à informação regulamentada é de evidenciar que ambos são facilmente inflamáveis, no entanto o hexano provoca efeitos mais graves para a saúde humana do que a acetona, uma vez que é nocivo [12,13].

O custo da acetona é bastante superior, cerca de 1,6 vezes mais que o custo do hexano.

Pelo exposto o recomendado seria substituir o hexano por acetona, uma vez que a saúde humana sairia beneficiada.

## 6. Conclusões e Sugestões para trabalhos futuros

O levantamento energético na Flexocol incidiu basicamente sobre aspetos relacionados com as utilidades presentes no fabrico de artefactos de borracha e o respetivo consumo.

A utilização racional da energia é um processo fundamental em qualquer indústria, devendo ser gerida de forma eficaz e contínua. Na *Flexocol* existem duas formas de energia, o gásóleo, utilizado na alimentação da caldeira que fornece calor aos autoclaves, e a energia elétrica, usada na iluminação e em todos os equipamentos de vulcanização e serralharia.

O consumo global desta unidade é 151,1 tep/ano, sendo o consumo de energia elétrica e de gásóleo, no ano de 2011, 144,7 tep/ano e 6,5 tep/ano respetivamente. Ou seja, apenas 4% da fatura energética é referente ao gásóleo. Como o consumo global é inferior a 500 tep/ano a Flexocol é considerada uma empresa não consumidora intensiva de energia. Com base neste levantamento determinou-se os indicadores de consumo específico de energia e da intensidade carbónica, 2,73 tep/ ton e 1684,5 kg CO<sub>2</sub>/tep, respetivamente.

Dado a empresa não ser consumidora intensiva de energia o objetivo do levantamento energético passou a ser analisar a distribuição do consumo energético pelos períodos do dia de trabalho (através da análise das faturas de 2011) e analisar o consumo energético nos diversos setores. Para este efeito foram efetuadas várias medições nos quadros que alimentavam os equipamentos e analisadas as luminárias.

Através da fatura elétrica para o ano 2011 verificou-se que o consumo desta utilidade pelos diferentes períodos diários, estava conjugado com o tipo de laboração da Flexocol. Ou seja, as prensas utilizadas no setor da vulcanização são ligadas automaticamente às 5:30h, tempo necessário para estarem na temperatura de laboração às 8h.

No consumo de energia elétrica por parte dos equipamentos, que corresponde a 95% da energia elétrica total consumida, verificou-se que o setor onde existe mais consumo é a Vulcanização com 45,8%, seguido do setor da Mistura (27,5%) e por último o setor da Serralharia com 26,6%. Verificou-se também o consumo de cerca de 50% das máquinas existentes na fábrica, e concluiu-se que o Torno mecânico S1, o Misturador pequeno e o Compressor de ar têm um fator de potência abaixo do valor limite imposto pela empresa fornecedora de energia (0,93). Isto implica o pagamento

de taxa devido à energia reativa. Assim, o valor deve ser compensado através da aquisição de mais um condensador de 25 kVAr que será adicionado à bateria de condensadores já existente. O investimento total é o valor do condensador, 252 € e a poupança de energia é de 5631 €/ano, logo o investimento é recuperado em cerca de 16 dias.

Relativamente à iluminação, que corresponde a 5% da energia elétrica total consumida, o levantamento energético permitiu concluir que não era viável a introdução de balastos eletrónicos em todas as luminárias.

É de evidenciar que 50% dos equipamentos não foi analisado, o que poderá justificar a diferença de custos apurada entre o levantamento energético e o valor cedido, para o ano 2011, pela Flexocol (respetivamente, 33.828 € por ano e 58.397,40 € por ano).

Por último, estudou-se o solvente já utilizado na produção, o n-hexano, e um que pudesse substituir, a acetona. Verificou-se que este último solvente tem as propriedades indicadas para substituir o hexano, uma vez que desengordura bem e evapora facilmente, não atacando os moldes construídos em metal. Tem também a vantagem de ser menos nocivo para a saúde humana, no entanto o seu custo é bastante superior ao do hexano.

Como sugestões para trabalhos futuros:

- ❖ o estudo do consumo de energia térmica, ou seja, o gasóleo. Como já foi referido anteriormente, este tem um consumo muito baixo, no entanto é um dos combustíveis mais poluentes, que liberta para além do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), responsável pelo aquecimento global, gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e óxidos de azoto ( $\text{NO}_x$ ), de grande toxicidade, tidos como os grandes poluentes atmosféricos.

O gás natural é maioritariamente constituído por metano. É considerado uma fonte mais limpa, pois os gases que provêm da sua combustão são essencialmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

O gás natural torna-se então uma boa alternativa ao combustível já utilizado. No entanto, como este assunto está fora do âmbito deste trabalho, terá de ser elaborado posteriormente um estudo mais aprofundado, com dados de custos para avaliar se a troca é viável, uma

vez que está envolvido a troca do queimador ou mesmo a troca da própria caldeira;

- ❖ o estudo do consumo de energia referente ao compressor de ar, uma vez que este tem um consumo bastante elevado;
- ❖ o estudo do funcionamento e consumo das bombas que faz a distribuição do óleo para as prensas hidráulicas existentes na Vulcanização, bem como a bomba que faz a circulação da água.

## Bibliografia

- [1] Ministério da economia e da inovação, Decreto-Lei nº 71/2008, 15 Abril.
- [2] Ciência e tecnologia da borracha, Processos. Disponível em: <http://www.ctb.com.pt/>, no dia 18 Janeiro 2012.
- [3] Royo, Joaquín, 1989. Manual de Tecnologia del Caucho – 2 Ed. Consorcio Nacional de Industriales del Caucho.
- [4] Rubberpedia, *Portal da Indústria da Borracha*. Disponível em: <http://www.rubberpedia.com/>, no dia 18 de Janeiro de 2012.
- [5] Novais, José, 1995. Ar comprimido industrial - Produção, Tratamento e Distribuição. Capítulo XIV. Fundação Calouste Gulbenkian;
- [6] Livro Química e Tecnologia dos Poliuretanos, *Correlações entre estrutura e propriedades*. Disponível em: <http://www.poliuretanos.com.br/Cap1/17Correlacoes.htm>, no dia 18 Janeiro 2012.
- [7] Plastplex – Soluções Industriais, *Tabelas de propriedades*. Disponível em: [http://www.plastplex.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=116&Itemid=64](http://www.plastplex.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=116&Itemid=64), no dia 20 Janeiro 2012.
- [8] Gaspar, Carlos. Eficiência energética na indústria – ADENE, Agência para a energia, 2004. Disponível em: <http://horacio.no.sapo.pt/Eficiencia%20Energetica%20na%20Industria%20ADENE.pdf>, no dia 23 janeiro de 2012;
- [9] Philips, Balastros eletrónicos e eletromagnéticos, 2008. Disponível em: <http://www.pentatronica.com/upload/balastros.pdf>, no dia 9 Junho 2012.
- [10] Plan Azul - Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid (2006-2012), disponível no dia 5 Setembro 2012.
- [11] Proquímica – tratamento de superfícies metálicas. Disponível em: <http://www.proquimia.org/pt/seccion/expertos/tratamiento-superficies-metalicas/>, no dia 5 de Setembro de 2012.

[12] Merck, Ficha de segurança do Hexano. Disponível em: <http://www.bioinfo.ulusofona.pt/Site/4/seg/eter%20de%20petroleo.pdf>, no dia 26 Janeiro 2012.

[13] Merck, Ficha de segurança da Acetona. Disponível em: <http://www.bioinfo.ulusofona.pt/Site/4/seg/acetona.pdf>, no dia 26 Janeiro 2012.

[14] Cydesa (2099). Lista de Precioso – condensadores y equipos para la consumos de energia reactiva. Madrid. Espanha.

### **Bibliografia complementar**

- Bayer, 1993. Manual for the Rubber Industry.

## Anexos

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

Os valores apresentados referem-se ao capítulo 3.5.

#### A.1. Caracterização do consumo de energia

##### Consumos energéticos anuais de 2011

Os registos existentes atualmente na Flexocol estão limitados à quantidade de matéria-prima adquirida anualmente não havendo dados sobre a produção. Por este motivo para os cálculos de consumos energéticos foi considerada a produção no ano de 2011 igual à matéria-prima adquirida nesse ano.

Dados fornecidos pela Flexocol:

- Produção anual: 52 320,92 kg = 55,32 ton;
- Eletricidade: 498 909,00 kWh;
- Gasóleo: 7483,09 L = 6,248 ton;

Usou-se a massa volúmica do gasóleo de 0,835 ton/1000L para converter volume de gasóleo em massa.

Coeficientes de redução a tep (toneladas equivalentes de petróleo) <sup>(1)</sup>:

- Energia elétrica: 1 kWh →  $290 \times 10^{-6} tep$
- Gasóleo: 1,045 tep/ton

Consumos energéticos anuais:

$$Electricidade = 498\,909,00(kWh) \times \frac{290 \times 10^{-6}(tep)}{1(kWh)} = 144,68 tep$$

$$Gas\acute{o}leo = 6,248 (ton) \times \frac{1,045 (tep)}{1(ton)} = 6,53 tep$$

Consumo Total de Energia:

$$CTE = C. Electricidade + C. Gas\acute{o}leo \Leftrightarrow$$

<sup>(1)</sup> - Indicados na Portaria nº 228/1990, D.R. nº 72, Série I, 27 Março.

$$\Leftrightarrow CTE = 144,68 + 6,53 \Leftrightarrow CTE = 151,21 \frac{tep}{ano}$$

## A.2. Consumo Específico de Energia e Intensidade Carbónica

Segundo o Decreto-Lei nº 71/2008, D.R. nº 74, I Série de 15 de Abril calculou-se o Consumo Específico de Energia (CEE) e a Intensidade Carbónica (IC), apresentados no capítulo 3, ponto 3.5.

$$CEE = \frac{\text{Consumo Total de Energia (tep)}}{\text{Produção (ton)}} \Leftrightarrow CEE = \frac{151,21}{55,32} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow CEE = 2,73 \text{ tep/ton}$$

$$IC = \frac{\text{Emissões Gases Efeito estufa (kg CO}_2\text{)}}{\text{Consumo Total de Energia (tep)}}$$

### Cálculo das emissões de gases de efeito de estufa referentes ao gasóleo e eletricidade.

No cálculo dos valores das emissões de gases de efeito estufa para o gasóleo foram utilizados os fatores de emissão para combustíveis (FE), indicados no despacho nº 17313/2008, D.R. nº 122, Série II, 26 de Junho.

$$FE(\text{gasóleo}) = 3098,2 \text{ kg CO}_2/\text{tep}$$

$$FE(\text{eletricidade}) = 0,47 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$GEE_{\text{gasóleo}} = \text{Consumo específico}_{\text{gasóleo}} \times FE_{\text{gasóleo}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow GEE_{\text{gasóleo}} = 6,53(\text{tep}) \times 3098,2(\text{kg CO}_2/\text{tep}) \Leftrightarrow GEE_{\text{gasóleo}} = 20\ 231,25 \text{ kgCO}_2$$

$$GEE_{\text{eletricidade}} = \text{Consumo específico}_{\text{eletricidade}} \times FE_{\text{eletricidade}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow GEE_{\text{eletricidade}} = 498\ 909,00 (\text{kWh}) \times 0,47 \Leftrightarrow GEE_{\text{eletricidade}} = 234\ 487,23 \text{ kg CO}_2$$

$$Emissões\ GEE_{Totais} = GEE_{gas\acute{o}leo} + GEE_{electricidade}$$

$$\leftrightarrow Emiss\tilde{o}es\ GEE_{Totais} = 20231,25 + 234\ 487,23 \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow Emiss\tilde{o}es\ GEE_{Totais} = 254\ 718,48\ kg\ CO_2$$

Ent\~{a}o a intensidade carb\~{o}nica \xe9 dada por:

$$IC = \frac{254\ 718,48\ (kg\ CO_2)}{151,21\ (tep)} \leftrightarrow IC = 1684,5\ kg\ CO_2/tep$$

## Anexo B. Cálculo dos consumos energéticos e respetivo custo

Os valores apresentados referem-se ao capítulo 3.6.

### B.1. Levantamento do consumo de energia elétrica

Foi efetuado o levantamento da potência consumida nos principais equipamentos consumidores de energia elétrica, nos diferentes setores desta fábrica. Este levantamento foi efetuado, com já foi referido, com a ajuda de um fasímetro, sendo realizadas várias medições (de 10 min) em cada equipamento. Assim, os valores apresentados correspondem a valores médios.

O levantamento energético foi realizado em contínuo, numa carga de matéria-prima e numa só prensa, o que permitiu determinar o ciclo das prensas. Estes ciclos existem devido aos termostatos instalados nas prensas que fazem com que os pratos, constituintes da mesma, aqueçam ou desliguem de forma a manter a temperatura necessária.

A prensa estudada foi a prensa B18 que é constituída por três pratos, no caso desta prensa as medições foram efetuadas ao longo de 35 min. Os pratos podem estar ligados ou desligados em simultâneo, dois a dois ou somente um prato, como se pode verificar na tabela seguinte.

**Tabela 12:** Consumo em contínuo de uma prensa (B18).

Nº de pratos em funcionamento	I (A)	Nº vezes	Tempo (min)	Percentagem de funcionamento (%)
Nenhum	0	72	14	40,0
1	6	68	13,2	37,8
2	26	25	4,9	13,9
3	33	15	2,9	8,33
<b>Total</b>		180	35,0	100,0

Assim, para o cálculo dos custos associados de energia elétrica, considerou-se que em 40% do tempo do ciclo de operação as resistências de aquecimento das prensas estão desligadas.

### **Determinação do custo médio da energia elétrica para as prensas e para os restantes equipamentos.**

O cálculo é determinado de acordo com o número de horas em funcionamento nos quatro períodos diários, ou seja, para horas de vazio normal e para as prensas:

$$\text{Valor médio custo prensas (€/kWh)} = 0,0491 \times \frac{2}{10} = 0,00982$$

Somando todos os valores do custo dos diferentes períodos diários, tem-se o valor médio do custo para as prensas 0,053 €/kWh.

O procedimento de cálculo é o mesmo para os restantes equipamentos. Como se pode verificar através da Tabela 7, estas não incluem horas de Vazio normal ou super Vazio, assim apresenta-se o exemplo de cálculo:

$$\text{Valor médio custo equipamento (€/kWh)} = 0,0578 \times \frac{2}{8} = 0,01445$$

### **Determinação da energia consumida em cada equipamento.**

Para cada equipamento foi efetuada a leitura da potência (aparente kW), e determinado o tempo de funcionamento ao longo do ano (h/ano). O custo energético (€/kWh) corresponde a um valor médio, uma vez que os equipamentos estão ligados nos vários horários considerados no tarifário da energia elétrica (HP, HC, HVn, HSV).

Para a prensa B18:

$$\text{Energia (kWh/ano)} = \text{Potência aparente (kW)} \times \text{tempo funcionamento (h/ano)}$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia (kWh/ano)} = 23,67 \times (10 \times 22 \times 11) = 57.281,40$$

$$\text{Energia (€/ano)} = \text{Energia (kWh/ano)} \times \text{custo (€/kWh)} \times \% \text{ tempo em funcionamento}$$

$$\Leftrightarrow \text{Energia (€/ano)} = 57.281,40 \times 0,053 \times 0,60 = 1.821,55$$

Em que 0,60 é a fração do tempo de funcionamento em que as resistências das prensas estão ligadas. O consumo de energia elétrica anual (€/ano) dos equipamentos principais corresponde ao somatório da energia elétrica consumida pelos mesmos (potência aparente) multiplicados pelo valor da energia elétrica em (€/kWh), como se pode verificar na Tabela 5, capítulo 3.6.

## B.2. Iluminação

A iluminação corresponde apenas a 4% da energia elétrica total consumida pela fábrica. As lâmpadas presentes são de halogéneo, incandescentes e fluorescentes, sendo estas as presentes em maior número. Todas as lâmpadas possuem balastro normal. Relativamente às luminárias, no escritório são de armadura fluorescente, na fábrica as luminárias são do tipo simples pendentes.

Na Tabela 8, são apresentados por setor os dados referentes ao tipo de lâmpadas e o seu número, bem como a potência, o número de horas de funcionamento e ainda o custo (€/ano).

### Determinação da energia consumida na iluminação do setor

Setor: Escritório

$$Energia (kWh/ano) = Potência (kW) \times n^{\circ} \text{ lâmpadas} \times tempo \text{ funcionamento (h/ano)}$$

$$\Leftrightarrow Energia (kWh/ano) = (65 \times 10^{-3}) \times 20 \times (8 \times 22 \times 11) = 2.516,8$$

$$Energia (€/ano) = Energia (kWh/ano) \times custo (€/kWh)$$

$$\Leftrightarrow Energia (€/ano) = 2.516,8 \times 0,051 = 128,36$$

## **Anexo C. Cálculos de otimização**

Os valores apresentados referem-se ao capítulo 4.1 e 4.2.

### **C.1. Cálculo da Potência de compensação - Condensadores**

#### **Exemplo de cálculo para o misturador pequeno:**

Através da Equação (11) é possível calcular a potência de compensação,  $Q_c$ .

$$Q_c = P_1 \times (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \Leftrightarrow Q_c = 23,94 \times 0,395 = 9,46 \text{ kW}$$

Em que, o fator de compensação,  $(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$ , é determinado através Tabela 13 que se apresenta de seguida.

**Tabela 13:** Fatores Multiplicativos para o cálculo da potência de compensação [5].

**FACTORES MULTIPLICATIVOS PARA O CÁLCULO DA POTÊNCIA DE COMPENSAÇÃO**

Factor de potencia original (COS $\phi_1$ )	FACTOR DE POTÊNCIA CORRIGIDO (COS $\phi_2$ )															
	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
0,90	1,112	1,139	1,165	1,192	1,220	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,405	1,440	1,481	1,529	1,589	1,752
0,91	1,097	1,094	1,120	1,147	1,175	1,203	1,231	1,261	1,292	1,324	1,358	1,395	1,436	1,484	1,544	1,687
0,92	1,082	1,050	1,076	1,103	1,131	1,159	1,187	1,217	1,248	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643
0,93	0,980	1,007	1,033	1,060	1,088	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349	1,397	1,457	1,600
0,94	0,999	0,986	0,992	1,019	1,047	1,075	1,103	1,133	1,164	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416	1,559
0,95	0,899	0,926	0,952	0,979	1,007	1,035	1,063	1,093	1,124	1,156	1,190	1,227	1,268	1,316	1,376	1,519
0,96	0,860	0,887	0,913	0,940	0,968	0,996	1,024	1,054	1,085	1,117	1,151	1,188	1,229	1,277	1,337	1,480
0,97	0,822	0,849	0,875	0,902	0,930	0,958	0,986	1,016	1,047	1,079	1,113	1,150	1,191	1,239	1,299	1,442
0,98	0,785	0,812	0,838	0,865	0,893	0,921	0,949	0,979	1,010	1,042	1,076	1,113	1,154	1,202	1,262	1,405
0,99	0,749	0,776	0,802	0,829	0,857	0,885	0,913	0,943	0,974	1,006	1,040	1,077	1,118	1,166	1,226	1,369
1,00	0,713	0,740	0,766	0,793	0,821	0,849	0,877	0,907	0,938	0,970	1,004	1,041	1,082	1,130	1,190	1,333
0,81	0,679	0,706	0,732	0,759	0,787	0,815	0,843	0,873	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048	1,096	1,156	1,299
0,82	0,645	0,672	0,698	0,725	0,754	0,782	0,810	0,840	0,871	0,903	0,937	0,974	1,015	1,063	1,123	1,266
0,83	0,613	0,640	0,666	0,693	0,721	0,749	0,777	0,807	0,838	0,870	0,904	0,941	0,982	1,030	1,090	1,233
0,84	0,581	0,608	0,634	0,661	0,689	0,717	0,745	0,775	0,806	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201
0,85	0,549	0,576	0,602	0,629	0,657	0,685	0,713	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,918	0,966	1,026	1,169
0,86	0,518	0,545	0,571	0,598	0,626	0,654	0,682	0,712	0,743	0,775	0,809	0,846	0,887	0,935	0,995	1,138
0,87	0,488	0,515	0,541	0,568	0,596	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,965	1,108
0,88	0,458	0,485	0,511	0,538	0,566	0,594	0,622	0,652	0,683	0,715	0,749	0,786	0,827	0,875	0,935	1,078
0,89	0,429	0,456	0,482	0,509	0,537	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,906	1,049
0,90	0,400	0,427	0,453	0,480	0,508	0,536	0,564	0,594	0,625	0,657	0,691	0,728	0,768	0,817	0,877	1,020
0,91	0,372	0,399	0,425	0,452	0,480	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741	0,789	0,849	0,992
0,92	0,344	0,371	0,397	0,424	0,452	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821	0,964
0,93	0,316	0,343	0,369	0,396	0,424	0,452	0,480	0,510	0,541	0,573	0,607	0,644	0,685	0,733	0,793	0,936
0,94	0,289	0,316	0,342	0,369	0,397	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658	0,706	0,766	0,909
0,95	0,262	0,289	0,315	0,342	0,370	0,398	0,426	0,456	0,487	0,519	0,553	0,590	0,631	0,679	0,739	0,882
0,96	0,235	0,262	0,288	0,315	0,343	0,371	0,399	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,604	0,652	0,712	0,855
0,97	0,209	0,236	0,262	0,289	0,317	0,345	0,373	0,403	0,434	0,466	0,500	0,537	0,578	0,626	0,686	0,829
0,98	0,182	0,209	0,235	0,262	0,290	0,318	0,346	0,376	0,407	0,439	0,473	0,510	0,551	0,599	0,659	0,802
0,99	0,156	0,183	0,209	0,236	0,264	0,292	0,320	0,350	0,381	0,413	0,447	0,484	0,525	0,573	0,633	0,776
1,00	0,130	0,157	0,183	0,210	0,238	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499	0,547	0,607	0,750
0,81	0,104	0,131	0,157	0,184	0,212	0,240	0,268	0,296	0,326	0,356	0,390	0,427	0,467	0,514	0,574	0,717
0,82	0,078	0,105	0,131	0,158	0,186	0,214	0,242	0,272	0,303	0,333	0,367	0,405	0,447	0,495	0,555	0,698
0,83	0,052	0,079	0,105	0,132	0,160	0,188	0,216	0,246	0,277	0,309	0,343	0,380	0,421	0,469	0,529	0,672
0,84	0,026	0,053	0,079	0,106	0,134	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646
0,85	0,000	0,027	0,053	0,080	0,108	0,136	0,164	0,194	0,225	0,257	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620
0,86		0,000	0,026	0,053	0,081	0,109	0,137	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,342	0,390	0,450	0,593
0,87			0,000	0,027	0,055	0,083	0,111	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567
0,88				0,000	0,028	0,056	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540
0,89					0,000	0,028	0,056	0,086	0,117	0,149	0,183	0,220	0,261	0,309	0,369	0,512
0,90						0,000	0,028	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,233	0,281	0,341	0,484
0,91							0,000	0,030	0,061	0,093	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456
0,92								0,000	0,031	0,063	0,097	0,134	0,175	0,223	0,283	0,426
0,93									0,000	0,032	0,066	0,103	0,144	0,192	0,252	0,395
0,94										0,000	0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363
0,95											0,000	0,037	0,079	0,126	0,186	0,329
0,96												0,000	0,041	0,089	0,149	0,210
0,97													0,000	0,048	0,106	0,167
0,98														0,000	0,056	0,115
0,99															0,000	0,064
1,00																0,000

Fig. 144

O valor total da potência de compensação é 25,9 kVAR. O condensador escolhido é um condensador cilíndrico, que pertence a Cylindrical Capacitors de 25 kVAR, e tem um custo de aquisição de 252 €, como se pode verificar na Tabela 15.

Então, pode efetuar-se a avaliação do período de pagamento do investimento através do cálculo do Pay-back.

$$\text{Poupança energia}(\text{€/ano}) = Q \times \text{número de horas anuais} \times \text{preço energia reativa}$$

$$\Leftrightarrow \text{Poupança energia}(\text{€/ano}) = 42,90 \times 1936 \times 0,0678 = 5631,09$$

Então:

$$\text{Pay - back} = \frac{\text{Investimento total (€)}}{\text{Poupança energia (€/ano)}} = \frac{252}{5631,09} = 0,045 \text{ anos} = 15,3 \text{ dias}$$

O valor é recuperável em cerca de 16 dias de funcionamento da unidade fabril.

Tabela 14: Condensadores cilíndricos [10].

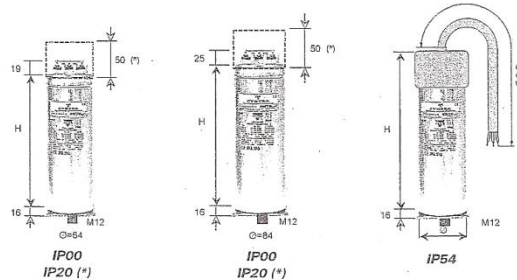
**Condensadores cilíndricos**

**Cylindrical capacitors**

Características página 7  
Resistencias de descarga para 50V, 1 min (IP00)  
ó 75V, 3 min (IP54).

Technical data on page 7  
Discharge resistor for 50V, 1 min (IP00)  
or 75V, 3 min (IP54).

Potencia Output kvar	Dimensiones Dimensions (mm) (ø x h)	Peso Weight kg	Tipo Type	Precio Price €	Cubrebornes Terminal cover Protection IP20	Precio Price €
<b>400V, 50Hz</b>						
<i>Conexión por terminal faston. Protección IP00 ó IP20 con cubrebornes (resistencias de descarga sueltas) (1)</i>						
<i>Fast-on terminal connection. Protection IP00 or IP20 with terminal cover (discharge resistors included) (1)</i>						
2,5	64 x 190	0,8	PhMKP 400/2,5 /00	67,00	CAP 64	2,80
5	64 x 190	0,8	PhMKP 400/5 /00	83,00	CAP 64	2,80
7,5	64 x 190	0,8	PhMKP 400/7,5 /00	103,00	CAP 64	2,80
10	64 x 265	1,1	PhMKP 400/10 /00	110,00	CAP 64	2,80
12,5	64 x 265	1,1	PhMKP 400/12,5/00	131,00	CAP 64	2,80
<i>Conexión por brida. Protección IP00 ó IP20 con cubrebornes (resistencias de descarga incorporadas) (1)</i>						
<i>Clamp connection. Protection IP00 or IP20 with terminal cover (discharge resistors assembled) (1)</i>						
15	84 x 190	1,4	PhMKP 400/15/00	169,00	CAP 84	3,80
20	84 x 265	1,9	PhMKP 400/20/00	200,00	CAP 84	3,80
25	84 x 265	1,9	PhMKP 400/25/00	235,00	CAP 84	3,80
<i>Con cable de conexión de 500 mm. de longitud. Protección IP54 (resistencias de descarga incorporadas) (1)</i>						
<i>With connection cable of 500 mm. in length. Protection IP54 (discharge resistors assembled) (1)</i>						
2,5	66 x 225	0,9	PhMKP 400/2,5 /54	87,00		
5	66 x 225	0,9	PhMKP 400/5 /54	103,00		
7,5	66 x 225	0,9	PhMKP 400/7,5 /54	119,00		
10	66 x 300	1,2	PhMKP 400/10 /54	134,00		
12,5	66 x 300	1,2	PhMKP 400/12,5/54	148,00		
15	86 x 225	1,5	PhMKP 400/15 /54	194,00		
20	86 x 300	2,0	PhMKP 400/20 /54	225,00		
25	86 x 300	2,0	PhMKP 400/25 /54	252,00		
<b>230V, 50Hz</b>						
<i>Conexión por terminal faston o brida. Protección IP00 ó IP20 con cubrebornes (resistencias de descarga sueltas) (1)</i>						
<i>Fast-on or clamp terminal connection. Protection IP00 or IP20 with terminal cover (discharge resistors included) (1)</i>						
2,5	64 x 190	0,8	PhMKP 230/2,5/00 (2)	86,00	CAP 64	2,80
5	64 x 265	1,1	PhMKP 230/5 /00 (2)	119,00	CAP 64	2,80
10	84 x 265	1,9	PhMKP 230/10 /00 (3)	226,00	CAP 84	3,80
<i>Con cable de conexión de 500 mm de longitud. Protección IP54 (resistencias de descarga incorporadas) (1)</i>						
<i>With connection cable of 500 mm. in length. Protection IP54 (discharge resistors assembled) (1)</i>						
2,5	66 x 225	0,9	PhMKP 230/2,5/54	108,00		
5	66 x 300	1,2	PhMKP 230/5 /54	143,00		
10	86 x 300	2,0	PhMKP 230/10 /54	244,00		



(1) Descarga a 50 V en 1 min., excepto en protección IP54 (75 V, 3 min.).  
(2) Conexión por terminal faston.  
(3) Conexión por terminal tipo brida.

(1) Discharge at 50 V in 1 min., except with protection IP54 (75 V, 3 min.).  
(2) Fast-on terminal connection.  
(3) Clamp terminal connection.

## C.2. Iluminação

Relativamente à iluminação, a medida proposta é a alteração dos balastros normais por balastros eletrónicos. Em seguida apresenta-se o exemplo de cálculo para o setor- Escritório.

Segundo a poupança de energia com os balastros eletrónicos pode chegar aos 25% [9], sendo calculada da seguinte forma:

$$Poupança\ energia = energia\ consumida \times 0,25$$

$$\Leftrightarrow Poupança\ energia = 2516,8 \times 0,25 = 629,2\ kWh/ano$$

A Tabela 15 apresenta os valores de mercado (2008) para balastros eletrónicos tendo em conta a Tabela 10, que contém os valores das potências discriminadas para cada setor.

**Tabela 15:** Custo (€) em função da potência (W).

Balastros	
Potência (W)	Custo (€)
18	24,86
36	24,86
65	27,05

Então para o escritório, o exemplo de cálculo do investimento está representado em seguida:

$$Investimento = n^{\circ} \text{ lâmpadas} \times custo$$

$$\Leftrightarrow Investimento = 20 \times 27,05 = 541,00\ €$$

Assim, pode efetuar-se a avaliação do período de pagamento do investimento através do cálculo do Pay-back.

$$Pay - back = \frac{Investimento\ total\ (€)}{Poupança\ energia\ (€/ano)} = \frac{8685,55}{360,67} = 24,1\ anos$$

O valor do investimento não é recuperado em tempo aceitável, uma vez que seriam necessários cerca de 24 anos.

## Anexo D. Solventes

### D.1. Ficha segurança do Hexano

#### Ficha de segurança

**MERCK**

De acordo com a directiva EC 91/155/EEC  
02.2001 do CD-ROM 2001/1 P Data da emissão: 18.06.1999

<p><b>1. Identificação da substância/preparação e da sociedade/empresa</b> <i>Identificação da substância/preparação</i></p> <p>No. de catálogo: 101769 Nome do produto: Éter de petróleo Desnaturante</p> <p><i>Identificação da sociedade/empresa</i></p> <p>Empresa: Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Germany * Tel: +49 6151 72-2440 No. Telefone de Emergência: ENEM, Centro de Informação Anti-Venenos, Rua Infante D. Pedro, 8 1749-075 Lisboa * Tel.(01)79501 43/44/46</p>																			
<p><b>2. Composição/informação sobre os componentes</b> Teor de benzeno &lt; 0,1%</p> <p><i>Substâncias perigosas:</i></p> <p><i>Nome de acordo com as Directivas da CE:</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.-CAS:</th> <th>No. CE:</th> <th>No.-Index-CE:</th> <th>Etiquetas de acordo com as Directivas da CE</th> <th>Conteúdo:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n-Hexano</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>110-54-3</td> <td>203-777-6</td> <td>601-037-00-0</td> <td>F, Xn, N R.11-38-48/20-51/53-62-65-67</td> <td>≥ 25 - &lt; 50 %</td> </tr> </tbody> </table>					No.-CAS:	No. CE:	No.-Index-CE:	Etiquetas de acordo com as Directivas da CE	Conteúdo:	n-Hexano					110-54-3	203-777-6	601-037-00-0	F, Xn, N R.11-38-48/20-51/53-62-65-67	≥ 25 - < 50 %
No.-CAS:	No. CE:	No.-Index-CE:	Etiquetas de acordo com as Directivas da CE	Conteúdo:															
n-Hexano																			
110-54-3	203-777-6	601-037-00-0	F, Xn, N R.11-38-48/20-51/53-62-65-67	≥ 25 - < 50 %															
<p><b>3. Identificação dos perigos</b> Facilmente inflamável. Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação. Possíveis riscos de comprometer a fertilidade. Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.</p>																			
<p><b>4. Primeiros socorros</b> Após inalação: Exposição ao ar fresco. Proceder eventualmente a respiração artificial ou a ventilação cardiopulmonar. Consultar um médico. Após contacto com a pele: Lavar abundantemente com água. Tirar a roupa contaminada. Após contacto com os olhos: Enxaguar abundantemente com água, mantendo a pálpebra aberta. Consultar um oftalmologista. Depois de engolir: Perigo de aspiração! Evitar o vômito. Manter livres as vias respiratórias. Administração posterior de: Carvão activado (20-40 g, numa suspensão a 10 %). Não beber leite. Não administrar óleos digestivos. Em caso de vômito espontâneo: perigo de aspiração. Pode ocorrer falência pulmonar. Chamar um médico.</p>																			
<p><b>5. Medidas de combate a incêndios</b> <i>Meios adequados de extinção:</i> CO<sub>2</sub>, espuma, pó.</p> <p><i>Riscos especiais:</i> Combustível. Vapores mais pesados do que o ar. Em combinação com o ar podem formar-se misturas explosivas. Manter afastado de fontes de ignição.</p> <p><i>Equipamento especial de protecção para o combate ao incêndio:</i> Permanência na área de perigo só com roupa de protecção apropriada e com uma máscara de oxigénio independente do ar ambiente.</p> <p><i>Outras informações:</i> Tomar medidas contra cargas electrostáticas. Há que ter precaução com a ignição de retrocesso.</p>																			

<b>Fichas de segurança da Merck</b>		02.2001 do CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC																				
No. de catalogo:	101769																						
Nome do produto:	Éter de petróleo Desnaturante																						
<p><b>6. Medidas a tomar em caso de fugas accidentais</b></p> <p><b>Medidas de protecção para os pessoas:</b> Evitar o contacto com a substância. Não inalar os vapores/aerossóis. Garantir a ventilação com ar fresco em recintos fechados.</p> <p><b>Medidas de protecção do meio ambiente:</b> Não deixar escapar para a canalização de águas residuais. (perigo de explosão!).</p> <p><b>Método de limpeza / absorção:</b> Absorver com um agente higroscópico, p.ex., Chemisorb®. Proceder a eliminação de resíduos. Limpeza posterior.</p>																							
<p><b>7. Manuseamento e armazenagem</b></p> <p><i>Manuseamento:</i></p> <p>Tomar medidas contra cargas electrostáticas. Trabalhar com chama. Não inalar a substância. Evitar a formação de vapores/aerossóis.</p> <p>Mantê-lo afastado de fontes de ignição.</p> <p><i>Armazenagem:</i></p> <p>Conservar hermeticamente fechado, em local bem ventilado e afastado de fontes de ignição e de calor. A +15°C a +25°C.</p>																							
<p><b>8. Controlo da exposição/protecção individual</b></p> <p><i>Parâmetros específicos de controlo</i></p> <p><b>EC</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Nome</td> <td>n-hexano</td> </tr> <tr> <td>Fertilidade</td> <td></td> </tr> </table> <p><i>Regulamento alemão</i></p> <p><b>MAK Alemanha (máx. conc. para o local de trabalho)</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Nome</td> <td>n-Hexano</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>50 ml/m<sup>3</sup> 180 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Limite máximo</td> <td>II,1 substância de reabsorção, classe 2</td> </tr> <tr> <td>Embriotóxico</td> <td>cat. C não se prevê risco mantendo o TLV</td> </tr> <tr> <td>Reabsorção da pele</td> <td>Perigo de absorção pela pele</td> </tr> </table> <p><i>Equipamento de protecção individual:</i></p> <p>As características dos meios de protecção para o corpo devem ser seleccionadas em função da concentração e da quantidade das substâncias tóxicas de acordo com as condições específicas do local de trabalho. A resistência dos meios de protecção aos agentes químicos deve ser esclarecida junto dos fornecedores.</p> <table border="0"> <tr> <td>Protecção respiratória:</td> <td>necessário em caso de formação de vapores/aerossóis. Filtro A</td> </tr> <tr> <td>Protecção dos olhos:</td> <td>necessário</td> </tr> <tr> <td>Protecção das mãos:</td> <td>necessário</td> </tr> </table> <p><b>Higiene industrial:</b> Mudar imediatamente a roupa contaminada. Profilaxia cutânea. Depois de terminar o trabalho, lavar as mãos e a cara.</p>				Nome	n-hexano	Fertilidade		Nome	n-Hexano	Valor	50 ml/m <sup>3</sup> 180 mg/m <sup>3</sup>	Limite máximo	II,1 substância de reabsorção, classe 2	Embriotóxico	cat. C não se prevê risco mantendo o TLV	Reabsorção da pele	Perigo de absorção pela pele	Protecção respiratória:	necessário em caso de formação de vapores/aerossóis. Filtro A	Protecção dos olhos:	necessário	Protecção das mãos:	necessário
Nome	n-hexano																						
Fertilidade																							
Nome	n-Hexano																						
Valor	50 ml/m <sup>3</sup> 180 mg/m <sup>3</sup>																						
Limite máximo	II,1 substância de reabsorção, classe 2																						
Embriotóxico	cat. C não se prevê risco mantendo o TLV																						
Reabsorção da pele	Perigo de absorção pela pele																						
Protecção respiratória:	necessário em caso de formação de vapores/aerossóis. Filtro A																						
Protecção dos olhos:	necessário																						
Protecção das mãos:	necessário																						

<b>Fichas de segurança da Merck</b>		02.2001 do CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC
No. de catalogo:	101769		
Nome do produto:	Éter de petróleo Dematurante		
<b>9. Propriedades físico-químicas</b>			
Forma:	líquido		
Côr:	incolor		
Odor:	característico		
Valor de pH	não disponível		
Temperatura de fusão	não disponível		
Temperatura de ebulição	50-80 °C		
Temperatura de ignição	240 °C		
Ponto de inflamação	<-30 °C		
Limites de explosão	inferior	1.0 Vol%	
	superior	7.4 Vol%	
Pressão de vapor	(20 °C)	~ 300 hPa	
Densidade	(15 °C)	0.666 g/cm <sup>3</sup>	
Solubilidade em água	quase insolúvel		
<b>10. Estabilidade e reactividade</b>			
<i>Condições a serem evitadas</i>			
Aquecimento forte.			
<i>Substâncias a serem evitadas</i>			
oxidantes fortes			
<i>Produtos de decomposição perigosa</i>			
não existem indicações			
<i>Outras informações</i>			
fácilmente inflamável; materiais incompatíveis: diversos materiais plásticos, borracha. Em estado de vapor/gás possibilidade de formação de misturas explosivas com o ar.			

<b>Fichas de segurança da Merck</b>		02.2001 do CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC
No. de catalogo:	101769		
Nome do produto:	Eter de petróleo Desnaturante		
<b>11. Informação toxicológica</b>			
<i>Toxicidade aguda</i>			
Não estão disponíveis dados quantitativos relativamente à toxicidade do produto.			
<i>Toxicidade subaguda a crónica</i>			
Não se deve temer um efeito tóxico no feto quando o valor limite é respeitado. Experiências com animais sugerem que a substância pode também conduzir a uma diminuição da capacidade reprodutora no homem.			
<i>Outras informações toxicológicas</i>			
Após a inalação de vapores: Irritação nas vias respiratórias. Após o contacto com a pele: Efeito desengordurante da pele, possivelmente seguido de inflamação secundária. Risco de reabsorção cutânea. Depois do contacto com os olhos: Leve irritação. Após ingestão: Se a substância for engolida acidentalmente, ela pode criar problemas de aspiração. Ao penetrar nos pulmões (vómitos!), pode verificar-se um quadro clínico semelhante ao de uma pneumonia (pneumonia química). Após absorção: cefaleias, vertigens, agitação, espasmos, desmaio. Não pode ser excluída: falência cardiovascular, paralisia respiratória.			
<i>Informação adicional</i>			
O produto deve ser manipulado com as precauções habituais dos produtos químicos.			
<b>12. Informação ecológica</b>			
<i>Comportamento no meio ambiente:</i> Separação por um extractor de azeite.			
<i>Efeitos ecotóxicos:</i> <i>Efeitos biológicos:</i> Tóxico para organismos aquáticos. Efeito tóxico nos peixes e no plâncton. Perigo no abastecimento de água de consumo se é permitida a entrada no solo ou aquíferos. <i>Toxicidade nos peixes:</i> L.ichu LC <sub>50</sub> : 159 mg/l			
<i>Dados ecológicos adicionais:</i> Perigo de formação de vapores explosivos sobre a superfície da água. Não permita a entrada em águas, águas residuais ou solos!			
<b>13. Questões relativas à eliminação</b>			
<i>Produto:</i>			
Na União Europeia não existem normas uniformes sobre a eliminação de produtos químicos ou de substâncias residuais. Produtos químicos que dêem origem a substâncias residuais são geralmente considerados como resíduos especiais. A sua eliminação é regulamentada através de leis ou decretos-leis apropriados vigentes nos Estados-membros da União Europeia. Sugerimos que se entre em contacto com a entidade competente (repartição do Estado ou empresa especializada no tratamento de resíduos), que poderá dar informações sobre as medidas de eliminação.			
<i>Embalagem:</i>			
Eliminação de acordo com as normas legais. As embalagens contaminadas devem ser tratadas da mesma maneira que a substância correspondente. Caso não existam quaisquer normas legais neste sentido, as embalagens não-contaminadas podem ser tratadas como lixo doméstico normal ou podem ser submetidas a um processo de reciclagem.			

<b>Fichas de segurança da Merck</b>		02.2001 do CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC
No. de catálogo:	101769		
Nome do produto:	Éter de petróleo Desnaturante		
<b>14. Indicações relativas ao transporte</b>			
<b>Transporte terrestre</b>	GGVS, GGVE, ADR, RID		
Classificação	3/3b		
Nome	1268 ERDOELDESTILLATE, N.A.G. (PETROLEETHER)		
<b>Transporte fluvial</b>	ADN, ADN.R		
Classificação	não testado		
<b>Transporte por via marítima</b>	IMDG, GGVSee		
Classificação	3.1/UN 1268/PG II		
Emis:	3-07		
MFAG:	311		
Nome	PETROLEUM DISTILLATES, N.O.S. (PETROLEUM SPIRIT)		
<b>Transporte por via aérea</b>	ICAO, IATA		
Classificação	3/UN 1268/PG II		
Nome	PETROLEUM DISTILLATES, N.O.S.		
As informações relativas ao transporte mencionam-se de acordo com a regulamentação internacional e no formato aplicável na Alemanha(GGVS/GGVE). Não estão consideradas possíveis diferenças a nível nacional.			
<b>15. Informação regulamentada</b>			
<i>Etiquetas de acordo com as Directivas da CE</i>			
<b>Símbolo:</b>	F	Facilmente inflamável	
	Xn	Nocivo	
<b>Frases R:</b>	11-48/20-62-65	Facilmente inflamável. Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação. Possíveis riscos de comprometer a fertilidade. Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.	
<b>Frases S:</b>	9-16-23-29-33-36/37-62	Manter o recipiente num local bem ventilado. Manter afastado de qualquer chama forte de fósforo - Não fumar. Não respirar os vapores. Não deitar os resíduos no esgoto. Evitar acumulação de cargas electrostáticas. Usar vestuário de protecção e luvas adequadas. Em caso de ingestão, não provocar o vômito. Consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.	
<b>16. Outras informações</b>			
<i>Representante nacional:</i>			
MERCK Lab - Material de Laboratório, S.A. * Rua Alfredo da Silva, 3-C * P-1300-040 Lisboa * Tel.: +351 (21) 3613 500 * Fax: +351 (21) 3613 666/7			
Merck Farma e Quimica, S.A.* Rua Alfredo da Silva, 3-C * P-1300-040 Lisboa * Tel.: +351 (21) 3613 500 * Fax: +351 (21) 3613 665			
<p><i>As indicações baseiam-se no nível actual dos nossos conhecimentos e servem para a caracterização do produto no que se refere às medidas de segurança a tomar. Estas indicações não implicam qualquer garantia de propriedades do produto descrito.</i></p>			

## D.2. Ficha segurança da Acetona

### Ficha de segurança

**MERCK**

De acordo com a directiva EC 91/155/EEC  
02.2001 do CD-ROM 2001/1 P Data da emissão: 01.12.1999

<p><b>1. Identificação da substância/preparação e da sociedade/empresa</b></p> <p><i>Identificação da substância/preparação</i></p> <p>No. de catálogo: 100014 Nome do produto: Acetona p.a. ACS,ISO</p> <p><i>Identificação da sociedade/empresa</i></p> <p>Empresa: Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Germany * Tel: +49 6151 72-2440 No. Telefone de Emergência: INEM, Centro de Informação Anti-Venenos, Rua Infante D. Pedro, 8 1749-075 Lisboa * Tel.(01)79501 43/44/46</p>																							
<p><b>2. Composição/informação sobre os componentes:</b></p> <table border="0"> <tr> <td>No.-CAS:</td> <td>67-64-1</td> <td>No.-Index-CE:</td> <td>606-001-00-8</td> </tr> <tr> <td>Massa molar:</td> <td>58.08 g/mol</td> <td>No.-CE:</td> <td>200-662-2</td> </tr> <tr> <td>Formula molecular:</td> <td>C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(Hill)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Formula molecular:</td> <td>CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				No.-CAS:	67-64-1	No.-Index-CE:	606-001-00-8	Massa molar:	58.08 g/mol	No.-CE:	200-662-2	Formula molecular:	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O			(Hill)				Formula molecular:	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>		
No.-CAS:	67-64-1	No.-Index-CE:	606-001-00-8																				
Massa molar:	58.08 g/mol	No.-CE:	200-662-2																				
Formula molecular:	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O																						
(Hill)																							
Formula molecular:	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>																						
<p><b>3. Identificação dos perigos</b></p> <p>Facilmente inflamável. Irritante para os olhos. Pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida. Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.</p>																							
<p><b>4. Primeiros socorros</b></p> <p>Após a inspiração: Exposição ao ar fresco. Eventualmente, respiração artificial ou ventilação com aparelhagem apropriada. Manter livres as vias respiratórias.</p> <p>Após contacto com a pele: Lavar abundantemente com água. Tirar a roupa contaminada.</p> <p>Após contacto com os olhos: Enxaguar abundantemente com água, mantendo a pálpebra aberta (durante pelo menos 10 minutos). Chamar um oftalmologista.</p> <p>Após degustação: beber imediatamente muita água.</p> <p>Administração posterior de: Carvão activado (20-40 g, numa suspensão a 10 %).</p> <p>Perigo de aspiração! Não provocar o vômito. Manter livres as vias respiratórias. Chamar um médico.</p> <p>Laxante: Sulfato de sódio (1 colher de sopa / 1/4 litro de água).</p> <p>Indicações para o médico: Depois de engolir de grandes quantidades: Lavagem gástrica.</p>																							
<p><b>5. Medidas de combate a incêndios</b></p> <p>Meios adequados de extinção: pó, espuma.</p> <p>Riscos especiais: Combustível. Vapores mais pesados do que o ar. A formação de misturas explosivas com o ar é possível já a temperaturas normais. Em caso de incêndio formam-se gases inflamáveis e vapores perigosos.</p> <p>Equipamento especial de protecção para o combate ao incêndio: Permanência na área de perigo só com roupa de protecção apropriada e com uma máscara de oxigénio independente do ar ambiente.</p> <p>Outras informações: Manter afastadas eventuais fontes de ignição. Evitar a infiltração da água de extinção nas águas superficiais ou nas águas subterrâneas. Arrefecer o recipiente com água de pulverização a uma distância segura. Precipitar com água os vapores que se libertam.</p>																							

<b>Fichas de segurança da Merck</b>		02.2001 da CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC								
No. de catalogo:	100014										
Nome do produto:	Acetona p.a. ACS,ISO										
<p><b>6. Medidas a tomar em caso de fugas acidentais</b></p> <p><b>Medidas de protecção para os pessoas:</b> Evitar o contacto com a substância. Não inalar os vapores/aerosóis. Garantir a ventilação com ar fresco em recintos fechados.</p> <p><b>Medidas de protecção do meio ambiente:</b> Não permitir que entre no sistema de esgotos; perigo de explosão<sup>9</sup></p> <p><b>Método de limpeza / absorção:</b> Absorver com um agente higroscópico, p.ex., Chemisorb®. Proceder a eliminação de resíduos. Limpeza posterior.</p>											
<p><b>7. Manuseamento e armazenagem</b></p> <p><i>Manuseamento:</i> Tomar medidas contra cargas electrostáticas. Manter afastado de fontes de ignição. Trabalhar com chaminé. Não inalar a substância. Evitar a formação de vapores/aerosóis.</p> <p><i>Armazenagem:</i> Conservar hermeticamente fechado, em local bem ventilado e afastado de fontes de ignição e de calor. A +15°C a +25°C.</p>											
<p><b>8. Controlo da exposição/protecção individual</b></p> <p><i>Parâmetros específicos de controlo</i></p> <p><b>EC</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Nome</td> <td>Acetona</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>500 ml/m<sup>3</sup> 1200 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table> <p><i>Regulamento alemão</i></p> <p><b>MAK Alemanha (máx. conc. para o local de trabalho)</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Nome</td> <td>Acetona</td> </tr> <tr> <td>Valor</td> <td>500 ml/m<sup>3</sup> 1200 mg/m<sup>3</sup></td> </tr> </table> <p>Limite máximo Embriotóxico I substância irritante local cat. IIc classificação ainda não possível em categorias AD</p> <p><i>Equipamento de protecção individual:</i></p> <p>As características dos meios de protecção para o corpo devem ser seleccionadas em função da concentração e da quantidade das substâncias tóxicas de acordo com as condições específicas do local de trabalho. A resistência dos meios de protecção aos agentes químicos deve ser esclarecida junto dos fornecedores.</p> <p>Protecção respiratória: necessário em caso de formação de vapores/aerosóis. Filtro AX (EN 371)</p> <p>Protecção dos olhos: necessário</p> <p>Protecção das mãos: necessário.</p> <p><b>Higiene industrial:</b> Mudar a roupa contaminada. Recomenda-se profilaxia cutânea. Depois de terminar o trabalho, lavar as mãos. Trabalhar com chaminé. Não inalar a substância.</p>				Nome	Acetona	Valor	500 ml/m <sup>3</sup> 1200 mg/m <sup>3</sup>	Nome	Acetona	Valor	500 ml/m <sup>3</sup> 1200 mg/m <sup>3</sup>
Nome	Acetona										
Valor	500 ml/m <sup>3</sup> 1200 mg/m <sup>3</sup>										
Nome	Acetona										
Valor	500 ml/m <sup>3</sup> 1200 mg/m <sup>3</sup>										

Fichas de segurança da Merck		02.2001 do CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC
No. de catalogo:	100014		
Nome do produto:	Acetona p.a. ACS,ISO		
<b>9. Propriedades físico-químicas</b>			
Forma:	líquido		
Côr:	incolor		
Odor:	a fruta		
Valor de pH em 200 g/l H <sub>2</sub> O		5-6	
Viscosidade dinâmica	(20 °C)	0.32	mPa*s
Temperatura de fusão		-95.4	°C
Temperatura de ebulição	(1013 hPa)	56.2	°C
Temperatura de ignição		540	°C
Ponto de inflamação		< -20	°C e.e.
Limites de explosão	inferior	2.6	Vol%
	superior	13	Vol%
Pressão de vapor	(20 °C)	233	hPa
Densidade de vapor relativo		2.01	
Densidade	(20 °C)	0.79	g/cm <sup>3</sup>
Solubilidade em	água	(20 °C)	solúvel
	etanol		solúvel
	éter		solúvel
log P(oct):		-0.24	(experimental)
Factor de bioconcentração		0.69	
Constante dieléctrica	(25 °C)	20.7	
<b>10. Estabilidade e reactividade</b>			
<i>Condições a serem evitadas</i>			
Aquecimento forte.			
<i>Substâncias a serem evitadas</i>			
hidróxidos alcalinos, halogénios, hidrocarbonetos halogenados / hidróxidos alcalinos, compostos halogénio-halogénio, oxidante (entre outros CrO <sub>3</sub> , compostos peroxidados, ácido nítrico, ácido nítrico), óxidos de halogénios, metais alcalinos, compostos de nitrosilo, metais, etanolamina.			
<i>Produtos de decomposição perigosa</i>			
peróxidos.			
<i>Outras informações</i>			
sensível a acção da luz; sensível a acção do ar; solvente; materiais inapropriados: diversos materiais plásticos, borracha; Em estado de vapor/gás possibilidade de formação de misturas explosivas com o ar.			

<b>Fichas de segurança da Merck</b>		02.2001 do CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC
No. de catálogo:	100014		
Nome do produto:	Acetona p.a. ACS.ISO		
<p><b>11. Informação toxicológica</b></p> <p><i>Toxicidade aguda</i></p> <p>LD<sub>50</sub> (oral, rato): 5800 mg/kg.          LC<sub>50</sub> (inalação, rato): 76 mg/l/4 h.          LD<sub>50</sub> (cutânea, coelho): 20000 mg/kg.</p> <p><i>Sintomas específicos em estudos com animais:</i>          Teste de irritação da pele (coelho): Irritação.          Teste de irritação dos olhos (coelho): Irritação.</p> <p><i>Toxicidade subaguda a crónica</i></p> <p>Na investigação da substância ainda não se encontraram estudos sobre a questão de possíveis efeitos teratogénicos.          Não existe redução da capacidade de reprodução em experimentos com animais.          Não cancerígeno em experiências com animais.</p> <p><i>Mutagenicidade bacteriana:</i>          Salmonella typhimurium: negativo.          Bacillus subtilis: negativo.          Escherichia coli: negativo.          Teste de Ames: negativo.</p> <p>Teste de mutagenicidade segundo Test Guideline 476 da OCDE (ensaio in vitro de células de mamífero): negativo.</p> <p>Teste de sensibilização (cobaias): negativo.</p> <p><i>Outras informações toxicológicas</i></p> <p>Após a inalação de vapores: irritação das mucosas, sonolência, sonolência. Em doses elevadas: cefaleias, salivação, náuseas, vômitos, vertigens, narcose. Não pode ser excluída: coma.          Depois do contacto com a pele: Leve irritação. Efeito desengordurante com formação de pele áspera e gretada.          Depois do contacto com os olhos: Irritação. Perigo de opacificação da córnea.          Após ingestão: queixas gastrointestinais, cefaleias, salivação, náuseas, vômitos, vertigens, narcose, coma.</p> <p><i>Informação adicional</i></p> <p>O produto deve ser manipulado com as precauções habituais dos produtos químicos.</p>			

<p><b>Fichas de segurança da Merck</b></p> <p>No. de catálogo: 100014          Nome do produto: Acetona p.a. ACS,ISO</p>	<p>02.2001 do CD-ROM 2001/1 P</p>	<p>De acordo com a directiva EC 91/155/EEC</p>
<p><b>12. Informação ecológica</b></p> <p>Degradação biológica:          Biodegradação: 91 % /28 d;          Facilmente biodegradável.</p> <p>Comportamento no meio ambiente:          Distribuição: log P(oct): -0.24 (experimental).          Não se prevê qualquer bio-acumulação (log P o/w &lt;-1).</p> <p>Efeitos ecotóxicos:          Efeitos biológicos:          Toxicidade nos peixes: <i>L.macrochirus</i> LC<sub>50</sub>: 8300 mg/l /96 h.          Toxicidade em Daphnia: <i>Daphnia magna</i> CE<sub>50</sub>: 12600-12700 mg/l /48 h.          Concentração limite tóxica:          Toxicidade em algas: <i>Sc.quadriscanda</i> CE<sub>5</sub>: 7500 mg/l /8 d;          Toxicidade em bactérias: <i>M.aeruginosa</i> CE<sub>5</sub>: 530 mg/l /8 d; <i>P.a.pudita</i> CE<sub>5</sub>: 1700 mg/l /16 h;          Protozoários: <i>E.sulcatum</i> CE<sub>5</sub>: 28 mg/l /72 h.</p> <p>Dados ecológicos adicionais:          Degradabilidade:          COB: 1.85 g/g;          COO: 2.07 g/g;          TBOD: 2.20 g/g.</p> <p>Não são esperados problemas ecológicos quando o produto é manuseado e usado com os devidos cuidados e atenção.</p>		
<p><b>13. Questões relativas à eliminação</b></p> <p><i>Produto:</i></p> <p>Na União Europeia não existem normas uniformes sobre a eliminação de produtos químicos ou de substâncias residuais. Produtos químicos que dêem origem a substâncias residuais são geralmente considerados como resíduos especiais. A sua eliminação é regulamentada através de leis ou decretos-leis apropriados vigentes nos Estados-membros da União Europeia. Sugerimos que se entre em contacto com a entidade competente (repartição do Estado ou empresa especializada no tratamento de resíduos), que poderá dar informações sobre as medidas de eliminação.</p> <p><i>Embalagem:</i></p> <p>Eliminação de acordo com as normas legais. As embalagens contaminadas devem ser tratadas da mesma maneira que a substância correspondente. Caso não existam quaisquer normas legais neste sentido, as embalagens não-contaminadas podem ser tratadas como lixo doméstico normal ou podem ser submetidas a um processo de reciclagem.</p>		

<b>Fichas de segurança da Merck</b>		02.2001 do CD-ROM 2001/1 P	De acordo com a directiva EC 91/155/EEC
No. de catálogo:	100014		
Nome do produto:	Acetona p.a. ACS,ISO		
<b>14. Indicações relativas ao transporte</b>			
Transporte terrestre	GGVS, GGVE, ADR, RID		
Classificação	3/3b		
Nome	1090 ACETON		
Transporte fluvial	ADN, ADNR		
Classificação	não testado		
Transporte por via marítima	IMDG, GGVSee		
Classificação	3.1/UN 1090/PG II		
Emc:	3-06		
MFAG:	300		
Nome	ACETONE		
Transporte por via aérea	ICAO, IATA		
Classificação	3/UN 1090/PG II		
Nome	ACETONE		
As informações relativas ao transporte mencionam-se de acordo com a regulamentação internacional e no formato aplicável na Alemanha(GGVs/GGVE). Não estão consideradas possíveis diferenças a nível nacional.			
<b>15. Informação regulamentada</b>			
<i>Etiquetas de acordo com as Directivas da CE</i>			
Simbolo:	F	Facilmente inflamável	
	Xi	Iritante	
Frases R:	11-36-66-67	Facilmente inflamável. Iritante para os olhos. Pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida. Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.	
Frases S:	9-16-26	Mantém o recipiente num local bem ventilado. Manter afastado de qualquer chama fonte de fumaça - Não fumar. Em caso de contacto com os olhos lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista.	
No.-CE:	200-662-2	Rótulo CE	
<b>16. Outras informações</b>			
<i>Representante nacional:</i>			
MERCK Lab - Material de Laboratório, S.A. * Rua Alfredo da Silva, 3-C * P-1300-040 Lisboa * Tel.: +351 (21) 3613 500 * Fax: +351 (21) 3613 6667			
Merck Farma e Quimica, S.A. * Rua Alfredo da Silva, 3-C * P-1300-040 Lisboa * Tel.: +351 (21) 3613 500 * Fax: +351 (21) 3613 665			
<p><i>As indicações baseiam-se no nível actual dos nossos conhecimentos e servem para a caracterização do produto no que se refere às medidas de segurança a tomar. Estas indicações não implicam qualquer garantia de propriedades do produto descrito.</i></p>			

## Anexo E. Legislação

## Decreto-Lei nº71/2008, 15 Abril

2222

Diário da República, 1.ª série — N.º 74 — 15 de Abril de 2008

## 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 do Estado e das Finanças, *Fernando Teixeira dos Santos*. — O Ministro da Justiça, *Alberto Bernardino 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 13 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 de 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.

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 encontram 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 encontram 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 encontram 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 SG-CIE 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 SG-CIE, 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 a data da entrada em vigor do presente decreto-lei, em igual prazo contado desta última data.

3 — A ADENE disponibiliza formulário de 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 300 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 a 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 30 % 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 30 % da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o volume de produção;

2224

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 da 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, devios 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.

*Diário da República, 1.ª série — N.º 74 — 15 de Abril de 2008*

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 adequadas 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 PNAIE, 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 débitos, implica:

a) Quando o dévio 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 dévio 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 ao 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 revertem 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 débitos 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.

2226

**Artigo 18.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 tsp/ano — € 750, agravados em 50 % nos casos previstos no n.º 3 do artigo 3.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 bi-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.

**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 testes 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-

*Diário da República*, 1.ª série — N.º 74 — 15 de Abril de 2008

cionalização energética e nos relatórios de execução e progresso;

c) O regulamento interno do SG-CIE.

**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 339/82, 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-se.

O Presidente da República, ANÍBAL CARVALHO SILVA.

Referendado em 4 de Abril de 2008.

O Primeiro-Ministro, José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa.

I SÉRIE



Depósito legal n.º 1834/08 ISSN 0875-9902

Preço deste número (IVA incluído 5%)

€ 1,40



*Diário da República* Electrónica: Endereço Internet: <http://dre.pt>  
 Correo electrónico: [dre@dre.pt](mailto:dre@dre.pt) - Linha em 118 20 00 - Fax: 21 24 55 0

Toda a correspondência sobre assinaturas deverá ser dirigida para a Imprensa Nacional-Casa da Moeda, S. A., Departamento Comercial, Sector de Publicações Oficiais, Rua de D. Francisco Manuel de Melo, 5, 1099-002 Lisboa