



Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial

Iniciativa promovida e financiada por



UNIÃO EUROPEIA
FEDER



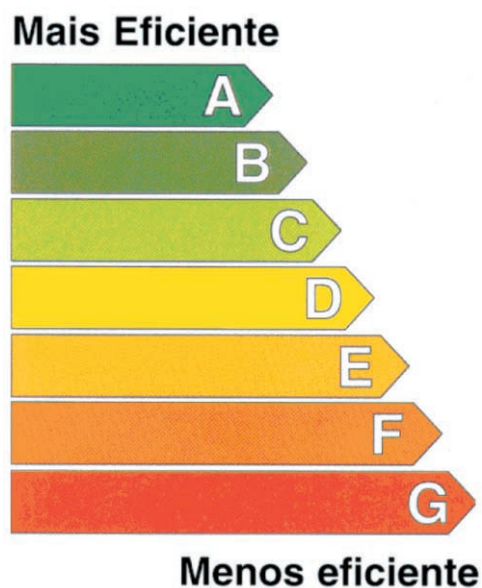
MINISTÉRIO DA ECONOMIA



Direcção Geral
de Geologia e Energia

prime
Programa de Incentivos à
Modernização da Economia

Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial



FICHA TÉCNICA

TÍTULO:

Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial

EDIÇÃO :

DGGE / IP-3E

DESIGN:

Companhia das Cores

IMPRESSÃO e ACABAMENTO:

Tipografia Peres
Rua das Fontainhas, Lote 2
Venda Nova
2700-391 AMADORA

TIRAGEM

1000 exemplares

DEPÓSITO LEGAL

ISBN

972-8268-31-9

Lisboa, Abril 2004

PUBLICAÇÃO GRATUITA

Para mais informações:

www.p3e-portugal.com

Edição Financiada por



MINISTÉRIO DA ECONOMIA

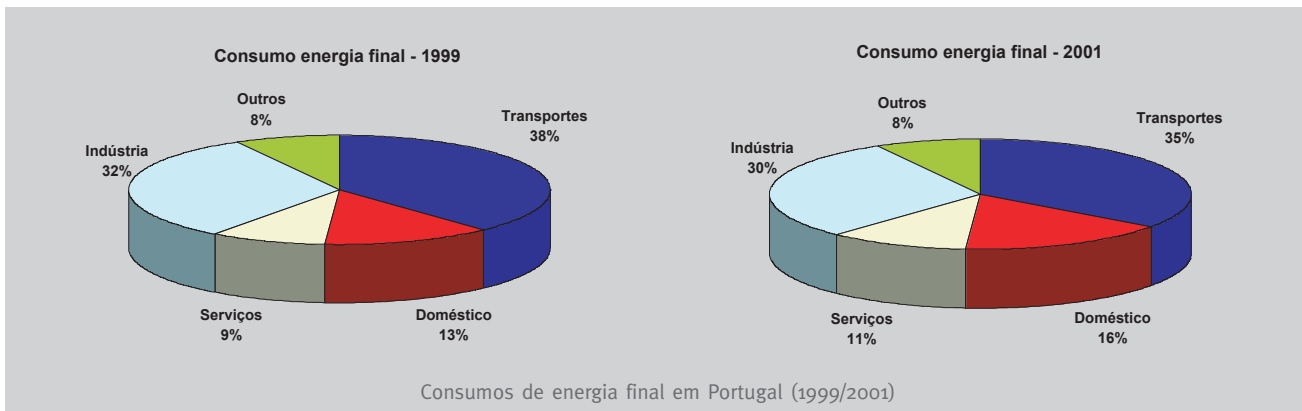


ÍNDICE

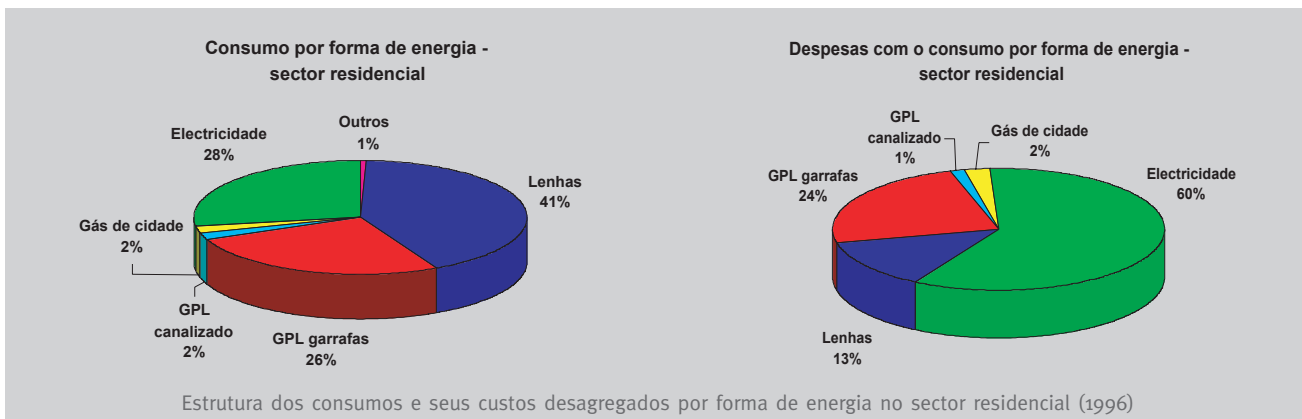
1.	Enquadramento energético do sector residencial . . . . .	.4
1.1.	Caracterização dos consumos eléctricos no sector residencial . . . . .	.4
2.	A etiquetagem energética . . . . .	.7
2.1.	Equipamentos de frio doméstico (frigoríficos, congeladores e combinados) . . . . .	.7
2.2.	Máquinas de lavar roupa . . . . .	.10
2.3.	Máquinas de secar roupa . . . . .	.12
2.4.	Máquinas de lavar-secar roupa . . . . .	.14
2.5.	Máquinas de lavar louça . . . . .	.15
2.6.	Forno eléctrico . . . . .	.17
2.7.	Iluminação . . . . .	.18
3.	Equipamentos a etiquetar . . . . .	.22
3.1.	Ar condicionado . . . . .	.22
3.2.	Consumos de Stand-by . . . . .	.22
3.2.1.	O consumo de stand-by nos equipamentos audiovisuais . . . . .	.23
3.2.2.	O consumo de stand-by nos equipamentos informáticos . . . . .	.24
4.	Instrumentos de eficiência energética . . . . .	.24
4.1.	Transformação do mercado . . . . .	.25
4.2.	Instrumentos de transformação do mercado . . . . .	.25
4.2.1.	Etiquetagem energética . . . . .	.25
4.2.2.	Níveis mínimos de eficiência energética . . . . .	.26
4.2.3.	Aquisição cooperativa de tecnologias inovadoras . . . . .	.26
4.2.4.	Impacto das acções desenvolvidas a nível europeu . . . . .	.27
5.	Potencial de economias de energia . . . . .	.28
6.	Conclusões . . . . .	.31
7.	Bibliografia . . . . .	.32

1. ENQUADRAMENTO ENERGÉTICO DO SECTOR RESIDENCIAL

O consumo de energia no sector residencial em Portugal tem apresentado um crescimento acentuado nos últimos anos, representando em 2001 cerca de 16% do consumo nacional em energia final, sendo o terceiro sector mais energívoro.



Em 1996, a desagregação da estrutura dos consumos¹ mostrava que a energia eléctrica representava cerca de 28% do consumo total do sector, valor este que correspondia a cerca de 60% das despesas em energia das famílias portuguesas.



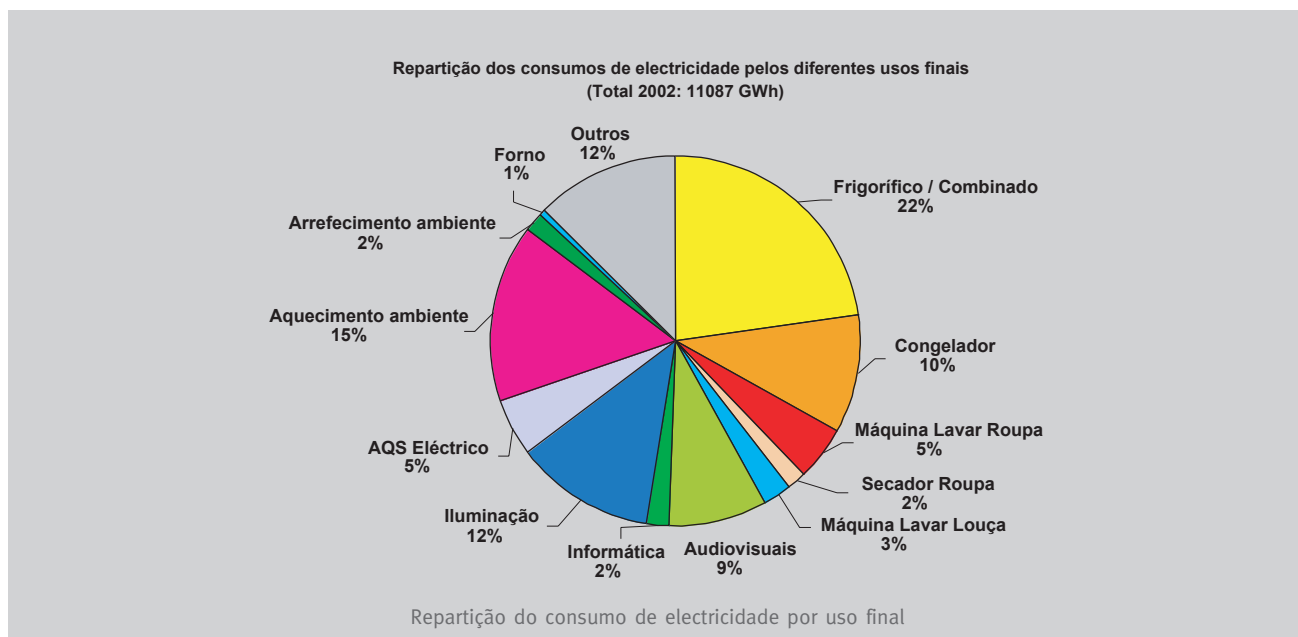
O panorama actual de consumos e despesas não se afasta muito do verificado em 1996, sendo de ressaltar a introdução do gás natural, que no entanto não alterou significativamente aquela estrutura. Assim, a preponderância do consumo de energia eléctrica no sector residencial tem-se acentuado, verificando-se um crescimento nas duas últimas décadas (1980-2000) a uma taxa média anual de cerca de 7%, superior à verificada para as restantes fontes energéticas. Em consequência, o consumo de electricidade nas habitações portuguesas no ano 2000 foi de 10.056 GWh, enquanto que em 1980 era de apenas 3.395 GWh. Este facto deve-se essencialmente ao aumento do rendimento disponível das famílias acompanhado de uma procura crescente da melhoria das condições de conforto, com repercussões directas no aumento do parque de electrodomésticos instalados. Relativamente a estes, o mercado nacional tem apresentado uma enorme diversidade de modelos com eficiências muito distintas, o que tem contribuído para um crescimento desnecessário dos consumos energéticos.

Foi neste contexto de consumos crescentes, que a Comissão Europeia definiu o sector residencial como um dos sectores fundamentais de intervenção a nível da promoção da eficiência energética, e em particular nos aspectos relacionados com a energia eléctrica.

1.1. Caracterização dos consumos eléctricos no sector residencial

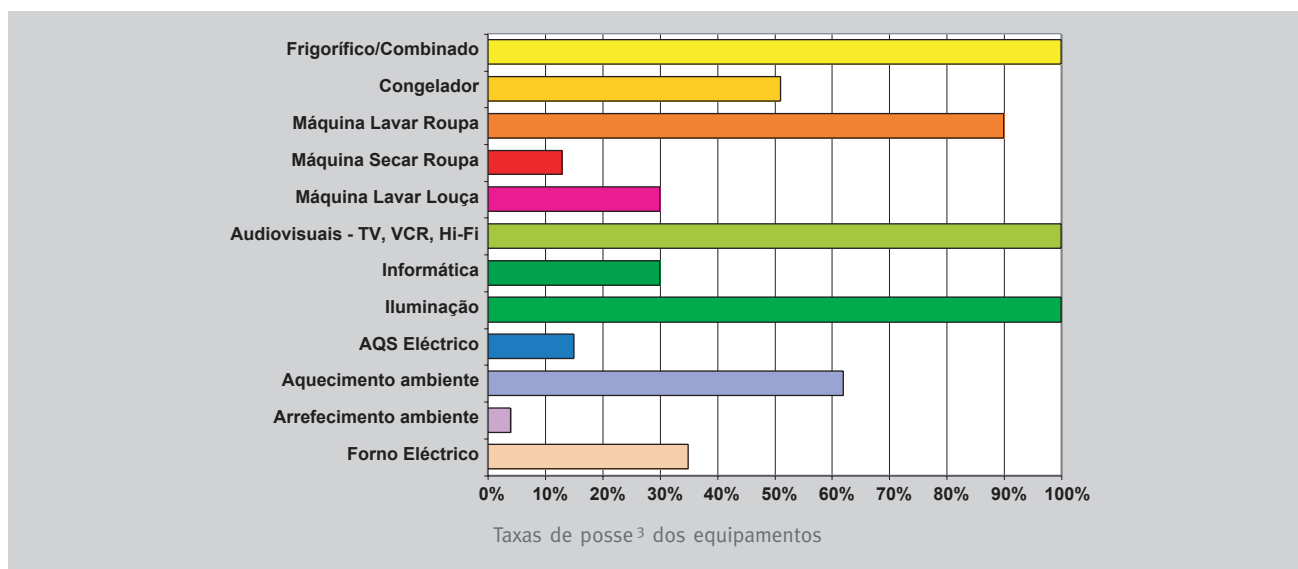
A estrutura de consumos eléctricos desagregados pelas principais utilizações finais foi obtida com base na monitorização de cerca de 150 unidades de alojamento (u.a.) realizada em Portugal² nos últimos anos, e cujos resultados são ilustrados na figura seguinte.

¹ Dados mais recentes do Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico disponibilizados pela Direcção Geral de Energia;
² "Caracterização do consumo de energia no sector doméstico", Centro para a Conservação de Energia, 1996;
"Monitorização de consumos energéticos no sector residencial", Centro para a Conservação de Energia, 1997;
"EURECO – Energy savings by using efficient end-uses appliances in the residential sector", ADENE-Agência para a Energia, 2002.



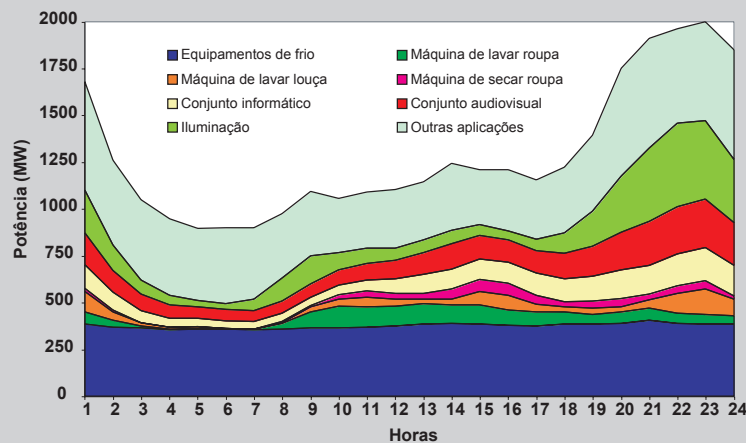
Da análise da figura anterior, pode-se verificar que os equipamentos de frio doméstico (frigoríficos, combinados e congeladores) representam cerca de 32% do consumo, pelo que devem ser uma das prioridades para os programas de eficiência energética. Em termos de tendência, prevê-se que os equipamentos informáticos, os secadores de roupa e as máquinas de lavar louça venham a ter um peso cada vez mais significativo. Com efeito, o peso ainda reduzido que apresentam resulta da sua baixa penetração, prevendo-se que esta aumente significativamente nos próximos anos, com impactes directos na estrutura de consumos do sector.

A estrutura de consumos eléctricos acima referida está suportada na seguinte taxa de penetração dos equipamentos nas unidades de alojamento.



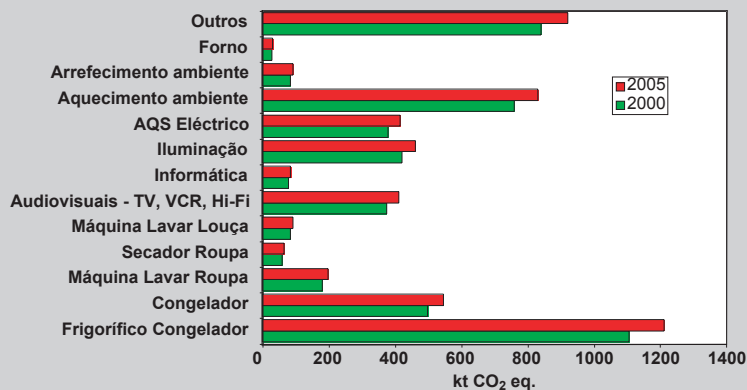
Com base na informação recolhida das monitorizações efectuadas, foi possível estimar a estrutura do diagrama de carga horário para o sector residencial desagregado pelos principais usos finais, que se ilustra na figura seguinte. Esta figura revela que três das utilizações específicas de electricidade (iluminação, equipamentos de frio e audiovisual) representam, no período de ponta nocturna, mais de um terço da potência total solicitada, razão pela qual estas três utilizações apresentam um potencial de intervenção mais elevado.

³ Fonte: INE (Instituto Nacional Estatística) – Indicadores de conforto (1997)



Estrutura do diagrama de carga horário para o sector residencial

Na figura seguinte apresentam-se as estimativas⁴ de emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) devidas ao consumo eléctrico de cada equipamento. A projecção de emissões de GEE no sector residencial teve como base os cenários de projecção de consumos da Direcção Geral de Geologia e Energia (DGGE), aos quais se associaram Factores de Emissão (FE) corrigidos nos períodos considerados.



Distribuição do Potencial de Aquecimento Global (PAG)⁵ por uso final

Esta figura mostra que é previsível um acréscimo de 10% das emissões de CO₂ equivalente no período compreendido entre 2000 e 2005 associadas ao consumo de electricidade no sector residencial, o que reforça a necessidade de intervenção, com particular ênfase nos usos finais que apresentam maior potencial de economias de energia e taxas de penetração tendencialmente crescentes. No entanto, os valores estimados para o aquecimento e arrefecimento não têm em conta a nova regulamentação térmica e energética para os edifícios, que justamente se baseia em conceitos que permitirão contrariar, de forma significativa, a tendência crescente verificada naqueles consumos. Contudo, é importante salientar que os consumos energéticos no sector residencial dependem, para além da eficiência energética dos equipamentos, também da sua idade, do modo de utilização e do estado de manutenção, pelo que o potencial de economias de energia em cada unidade de alojamento é muito variável.

Com base nestas considerações referem-se neste documento algumas medidas que visam promover a eficiência energética dos equipamentos eléctricos, apresentando-se também uma estimativa do potencial de economias de energia resultante da sua penetração no mercado. No entanto, e embora o consumo de energia neste sector esteja fortemente dependente da tecnologia utilizada, está também e de forma fundamental, dependente dos comportamentos dos utilizadores. Assim, qualquer abordagem ao sector terá forçosamente de ter em conta estes dois aspectos, integrando uma vertente de promoção das tecnologias mais eficientes, sem no entanto descurar o aspecto informativo sobre as “melhores práticas” para a sua utilização.

⁴ “Avaliação dos Gases com Efeito Estufa (GEE’s) em Portugal – Apoio à implementação ao Protocolo de Kyoto”, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2000;

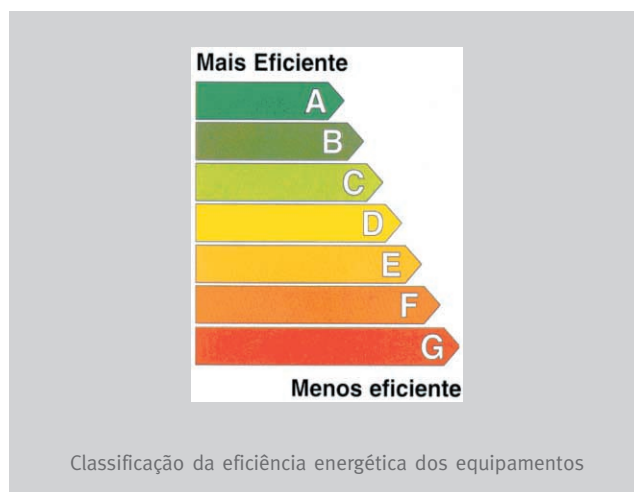
⁵ A abordagem adoptada segue o ciclo de vida do combustível até ao utilizador final.

2. A ETIQUETAGEM ENERGÉTICA

A etiquetagem energética de equipamentos domésticos foi criada pela Comissão Europeia para informar os consumidores sobre os desempenhos energéticos dos electrodomésticos, em termos de consumo de electricidade e nalguns casos também de água, de modo a tornar possível efectuar a comparação entre os diversos modelos existentes no mercado. As informações fornecidas pela etiqueta energética ajudam os consumidores a realizar uma escolha racional com repercussões na diminuição da factura eléctrica, contribuindo ao mesmo tempo para a preservação do meio-ambiente.

A etiqueta energética garante também uma vantagem comercial aos fabricantes que produzem aparelhos eficientes e penaliza aqueles que não promovem a eficiência energética dos seus produtos. É assim um instrumento de política energética, que permite alargar as áreas de decisão dos consumidores no processo de aquisição dos equipamentos, contribuindo para o aumento da penetração dos equipamentos mais eficientes, melhorando a qualidade do parque instalado, com repercussão na redução dos consumos energéticos.

A etiquetagem energética está consagrada na Directiva Quadro Europeia (92/75/CEE) e nas subsequentes directivas para cada família de equipamentos. É baseada em categorias pré-definidas de A (melhor índice de eficiência energética) a G (pior índice), sendo de afixação obrigatória em todos os equipamentos abrangidos, desde que estejam expostos ao público. Estes índices de eficiência são obtidos através de ensaios laboratoriais realizados de acordo com normas técnicas específicas para cada tipo de equipamento. Para além dos dados energéticos encontram-se também indicados outros parâmetros que revelam um conjunto de características técnicas das diferentes famílias de equipamentos. Os dados existentes na etiqueta são da responsabilidade dos fabricantes sendo a sua colocação da responsabilidade da entidade que os comercializa.



Na tabela seguinte encontram-se os equipamentos que já possuem etiqueta energética e as datas de aplicação obrigatória das Directivas Europeias.

Equipamentos etiquetados em Portugal

Equipamento	Em vigor em Portugal desde:	Data da Directiva Europeia
Frigoríficos e Congeladores	Janeiro de 1995 (Portaria n.º 1139/94)	Janeiro de 1994
Máquinas de secar roupa	Abril de 1996 (Portaria n.º 117/96)	Maior de 1995
Máquinas de lavar roupa	Abril de 1996 (Portaria n.º 116/96)	Maior de 1995
Máquinas de lavar e secar roupa	Novembro de 1997 (Portaria n.º 1095/97)	Setembro de 1996
Máquinas de lavar louça	Agosto de 1999 (Decreto-Lei n.º 309/99)	Abril de 1997
Lâmpadas CFL e incandescentes	Fevereiro de 2000 (Decreto-Lei n. 18/2000)	Janeiro de 1998
Fornos eléctricos	Janeiro de 2003 (Decreto-Lei n.º 27/2003)	Maior de 2002

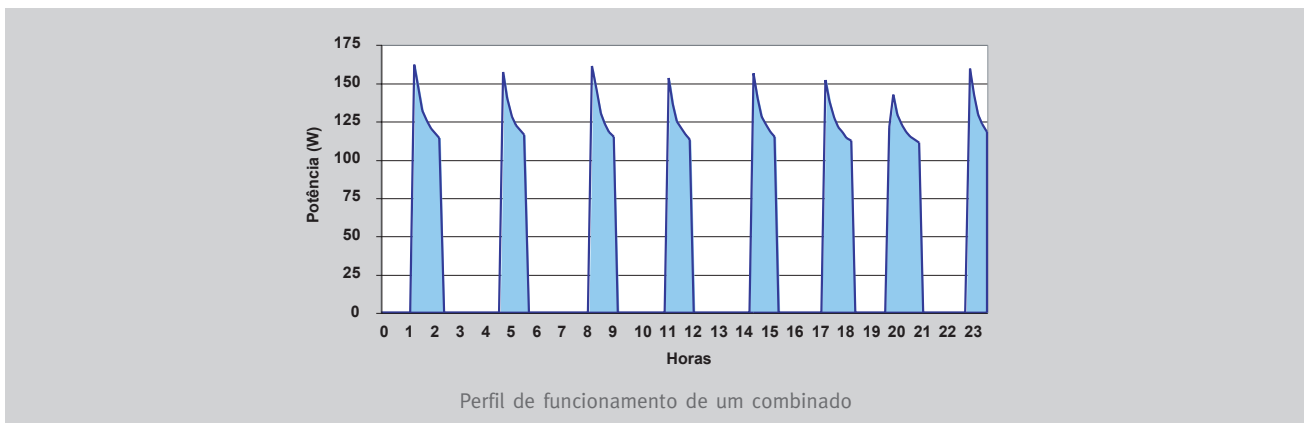
2.1. Equipamentos de frio doméstico (frigoríficos, congeladores e combinados)

Os equipamentos de frio são responsáveis por cerca de 32% do consumo total de energia eléctrica no sector doméstico, assumindo-se como os equipamentos mais consumidores em virtude da sua elevada taxa de penetração, estando presentes na totalidade das unidades de alojamento em Portugal. Estes equipamentos transferem calor do seu interior para o exterior, de modo a poder conservar os alimentos a uma temperatura mais ou menos constante. O compartimento frigorífico é mantido a +5°C, enquanto que o compartimento de congelação é mantido a uma temperatura que varia com a categoria do aparelho (ver tabela seguinte).

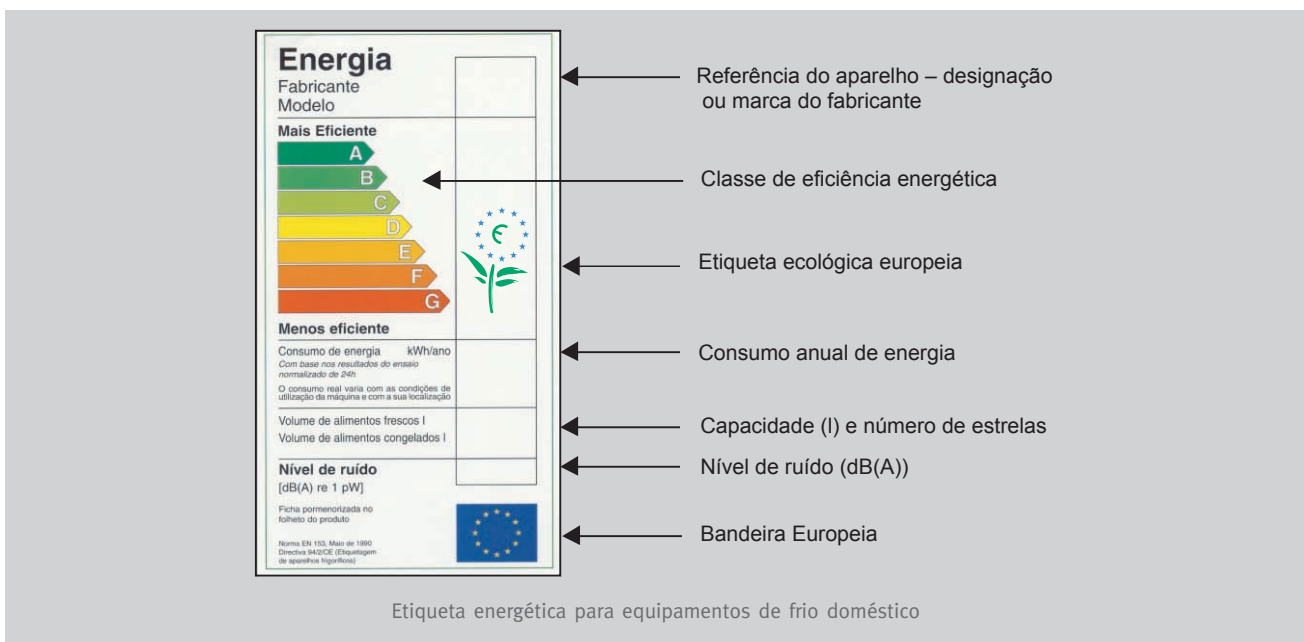
Características gerais dos equipamentos domésticos de frio

Categoria (n.º estrelas)	Temperatura do compartimento de alimentos congelados	Tempo médio de conservação dos alimentos congelados
–	Pode ter compartimento de produção de gelo	Apenas conserva alimentos frescos
*	–6°C	1 semana
**	–12°C	1 mês
***	–18°C	3 meses
* ***	–18°C	3 meses (congela alimentos frescos)

O frigorífico deve ter um tamanho adequado às necessidades dos utilizadores porque, quanto maior for o volume interior também maior será o respectivo consumo energético. O funcionamento dos equipamentos de frio é cíclico, em que parte do ciclo corresponde ao funcionamento à potência nominal e outra parte à paragem do compressor, como se visualiza na figura seguinte.



O consumo de electricidade destes equipamentos depende essencialmente da regulação da temperatura, da capacidade de isolamento e do desempenho do compressor. Por ser o electrodoméstico com maior consumo, foi também o primeiro a ter uma etiqueta energética, obrigatória desde Janeiro de 1995 (Portaria n.º 1139/94 de 22 de Dezembro). Esta etiqueta fornece ao consumidor informações claras, objectivas e normalizadas em toda a Europa, permitindo comparar os equipamentos entre si. Na figura seguinte representa-se a etiqueta energética para os equipamentos de frio doméstico.



A classe de eficiência energética reflecte o estado tecnológico destes equipamentos num determinado momento. A relação entre o consumo de um dado aparelho e o consumo médio da sua categoria define o índice de eficiência energética (EEI), que se relaciona com as classes energéticas como se indica na seguinte tabela:

Classificação energética dos equipamentos de frio

Classe de eficiência energética	Índice de eficiência energética	Diferença de consumos
A	$EEI < 55$	Superior a -45%
B	$55 \leq EEI < 75$	de -45% a -25%
C	$75 \leq EEI < 90$	de -25% a -10%
D	$90 \leq EEI < 100$	de -10% a 0
E	$100 \leq EEI < 110$	de 0 a +10%
F	$110 \leq EEI < 125$	de +10% a +25%
G	$125 \leq EEI$	Superior a +25%

Em Julho de 1998, o Decreto-Lei n.º 214/98 transpõe para Portugal a Directiva Europeia nº 96/57/CE que consagrou as normas de eficiência energética mínimas, abrangendo todas as classes de frio doméstico (frigoríficos, congeladores e combinados). De acordo com esta Directiva, são excluídos do mercado a maioria dos equipamentos de frio com classes de eficiência igual ou inferior à classe D. Estima-se que esta imposição de níveis mínimos de eficiência energética permitirá reduzir os consumos energéticos destes equipamentos em cerca de 18% até 2020. Esta medida originou uma significativa evolução tecnológica nestes equipamentos, de tal forma que actualmente já existem no mercado vários equipamentos de frio com níveis de eficiência superior ao necessário para obter a classificação A, sendo denominados de equipamentos de classe A+ e A++.

O consumo de energia destes equipamentos também depende muito da forma como são utilizados. Assim, para um correcto funcionamento dos equipamentos de frio, devem ter-se em atenção os aspectos referidos no quadro seguinte.

O que não deve ser feito:

- Colocar este tipo de equipamento junto de fontes de calor (fornos, fogões), nem em locais com incidência solar directa. Baixando a temperatura da envolvente do equipamento em 5°C pode-se atingir uma economia de energia de aproximadamente 30%;
- Deixar que o gelo se acumule, pois dificulta a transferência de calor entre o evaporador e o interior do frigorífico. O consumo pode aumentar em cerca de 30% se existir uma camada de gelo superior a 5 mm;
- Colocar comida ainda quente no frigorífico.

O que fazer:

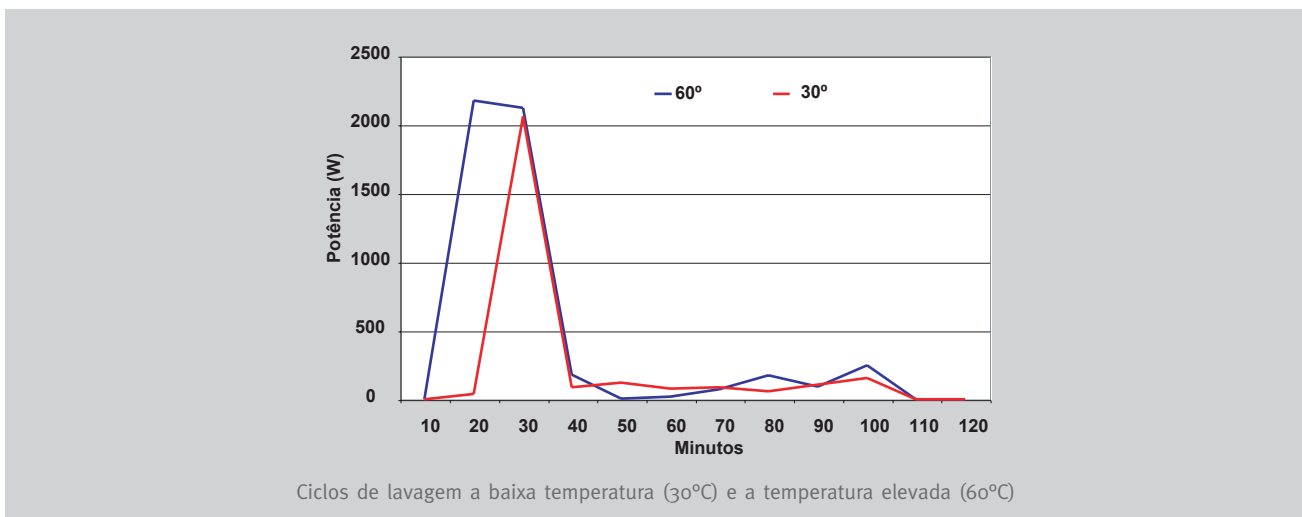
- Assegurar a existência de espaço para circulação do ar na parte traseira do frigorífico;
- Limpar a grelha traseira do frigorífico pelo menos uma vez por ano. A acumulação de pó e sujidade dificulta a troca de calor através do condensador;
- Verificação regular da estanquicidade das portas. Tal pode ser efectuado deixando uma folha de papel entre a borracha e a porta. Se a folha de papel ficar solta, é porque a porta não fecha convenientemente;
- Ajustar o regulador de temperatura interior de acordo com as necessidades;
- Reduzir o tempo de abertura das portas ao necessário (20% do consumo global dos equipamentos de frio são devidos às aberturas das portas). Esta prática também reduz a acumulação de gelo;
- Cobrir a comida confeccionada e acondicionar convenientemente os alimentos em geral. Estas práticas evitam a proliferação de bactérias e odores, evitando também a formação de gelo dentro do aparelho.

2.2. Máquinas de lavar roupa

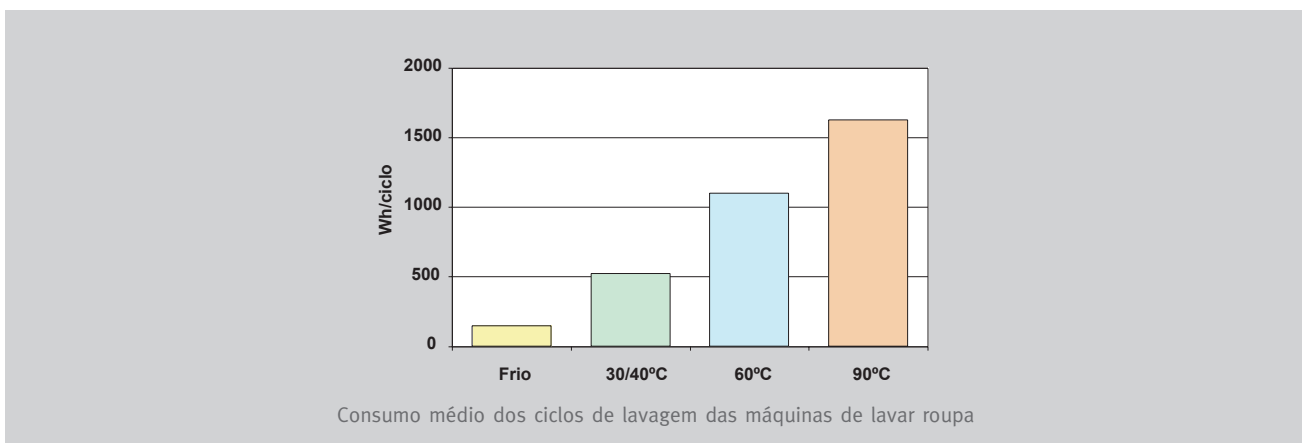
A máquina de lavar roupa é um equipamento cujo consumo representa cerca de 5% do consumo total de electricidade nas habitações, apresentando uma taxa de penetração da ordem dos 90%.

Uma máquina de lavar roupa consome água e energia eléctrica. A electricidade é necessária às acções mecânicas (rotação do tambor, enxaguamento, bombas de circulação da água) e à acção térmica para aquecimento da água por resistência eléctrica. O aquecimento eléctrico da água constitui por si só 80 a 90% do consumo total de energia de um ciclo de lavagem. Existem também equipamentos que apresentam a hipótese de serem alimentadas com água quente, proveniente de outros sistemas de aquecimento (caldeiras murais, termoacumuladores a gás, painéis solares, etc.), permitindo reduzir o consumo eléctrico de forma significativa. No entanto, estas máquinas não se encontram muito difundidas no mercado nacional.

A figura seguinte representa os ciclos típicos de funcionamento de uma máquina de lavar roupa, para diferentes temperaturas de lavagem, permitindo identificar um nível elevado de consumo energético que está associado ao aquecimento da água e níveis mais reduzidos associados à rotação do tambor na centrifugação final da roupa.



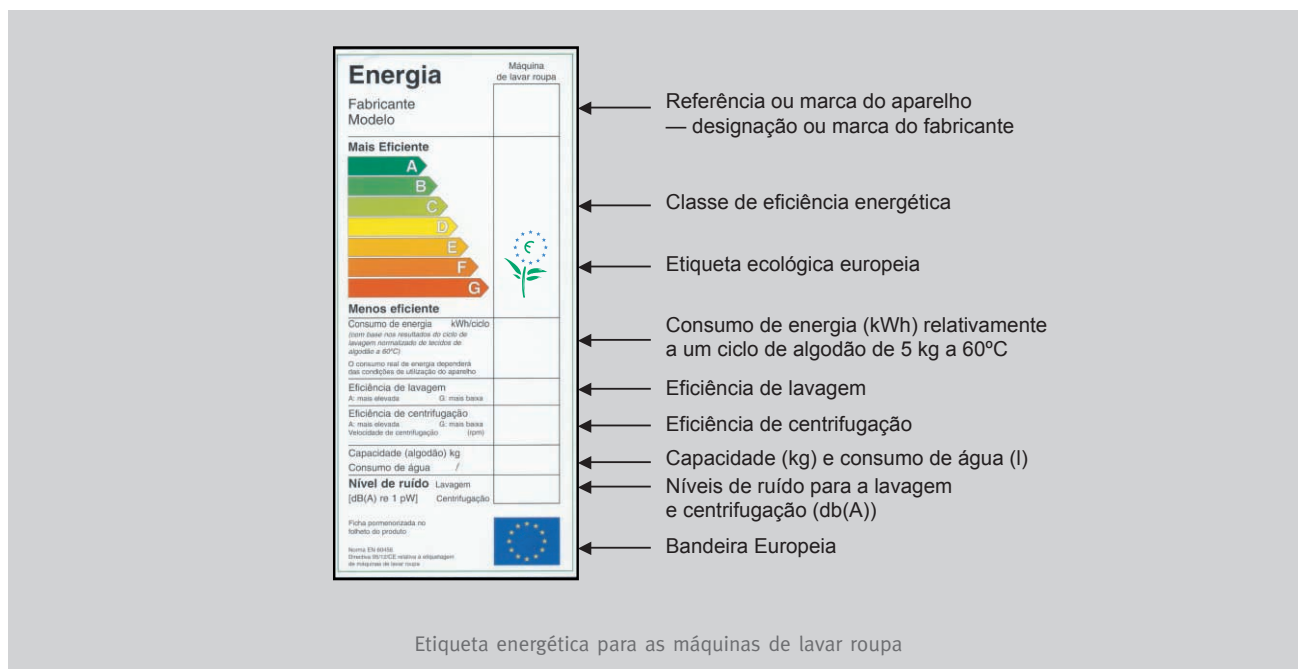
As máquinas de lavar roupa apresentam habitualmente vários programas baseados em temperaturas mais ou menos elevadas, adaptadas às lavagens de diferentes tipos de roupa. No entanto, a evolução nos detergentes tem vindo a permitir a obtenção de uma boa qualidade de lavagem mesmo a baixas temperaturas (30°C), contribuindo para a redução dos consumos energéticos. Na figura seguinte podem-se constatar as economias de energia obtidas com ciclos de baixa temperatura.



Alguns dos parâmetros que não deverão ser negligenciados na compra de uma máquina de lavar roupa são a velocidade

de rotação na centrifugação (quanto maior for a velocidade de centrifugação menor será a quantidade de água retida na roupa, pelo que menor será o ciclo de secagem com a consequente redução do consumo energético) e a existência de programas económicos (as reduções do consumo de electricidade podem atingir 40%).

A etiqueta de energia aplicada às máquinas de lavar a roupa vigora desde 1996, e tem a configuração representada na figura seguinte.



A classificação energética das máquinas de lavar roupa fundamenta-se no consumo obtido em ciclos de lavagem normalizados de tecidos de algodão e a uma temperatura de 60°C, sendo expresso em kWh/kg de roupa, estabelecendo-se classificações numa escala de A (mais eficiente) a G (menos eficiente), conforme as indicações apresentadas na tabela seguinte. São ainda indicados os acréscimos médios de consumo verificados entre as diferentes classes de eficiência e a classe A.

Classificação energética das máquinas de lavar roupa

Classe de eficiência energética	Consumo de energia (kWh/kg)	Diferença de consumos
A	$C \leq 0,19$	X
B	$0,19 \leq C \leq 0,23$	X+21%
C	$0,23 < C \leq 0,27$	X+42%
D	$0,27 < C \leq 0,31$	X+63%
E	$0,31 < C \leq 0,35$	X+84%
F	$0,35 < C \leq 0,39$	X+105%
G	$C > 0,39$	> X+105%

Na figura seguinte ilustra-se o diagrama de carga (DDC) médio das máquinas de lavar roupa resultante de monitorizações efectuadas. Assumindo que este comportamento é representativo do universo, é de toda vantajosa a realização de uma campanha de sensibilização dos clientes Baixa Tensão (BT) para a utilização da tarifa bi-horária, transferindo os consumos deste tipo de equipamentos para períodos tarifários favoráveis. Este procedimento apresenta vantagens financeiras quer para os utilizadores, quer para a empresa distribuidora de electricidade, pois contribui para a rectangularização do diagrama de carga de produção, com as vantagens daí decorrentes.

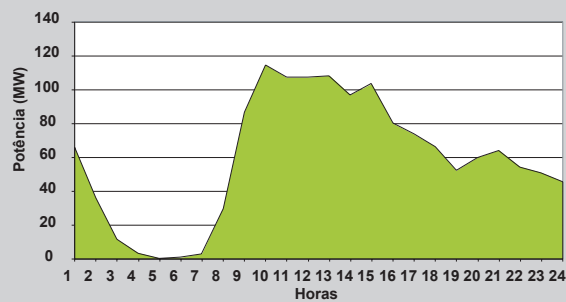


Diagrama de carga médio das máquinas de lavar roupa

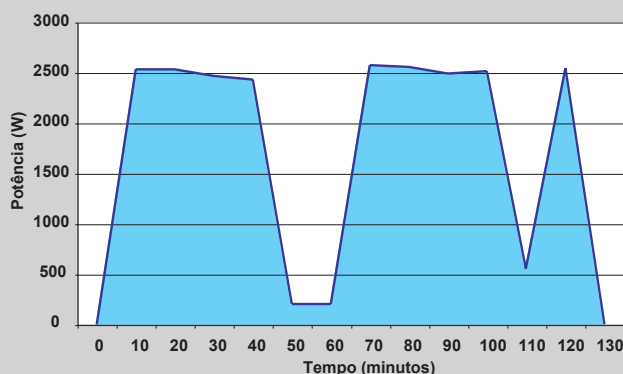
Conselhos para a sua utilização:

- Escolher criteriosamente o programa de que necessita, de acordo com o tipo de roupa que vai lavar;
- Evitar a utilização da pré-lavagem (só quando a roupa estiver muito suja);
- Seleccionar a tecla económica (ECO), sempre que a roupa não estiver muito suja;
- Utilização de programas a baixas temperaturas sempre que possível;
- Utilizar a máquina preferencialmente na sua capacidade máxima;
- Instalar as máquinas em locais secos e bem ventilados.

2.3. Máquinas de secar roupa

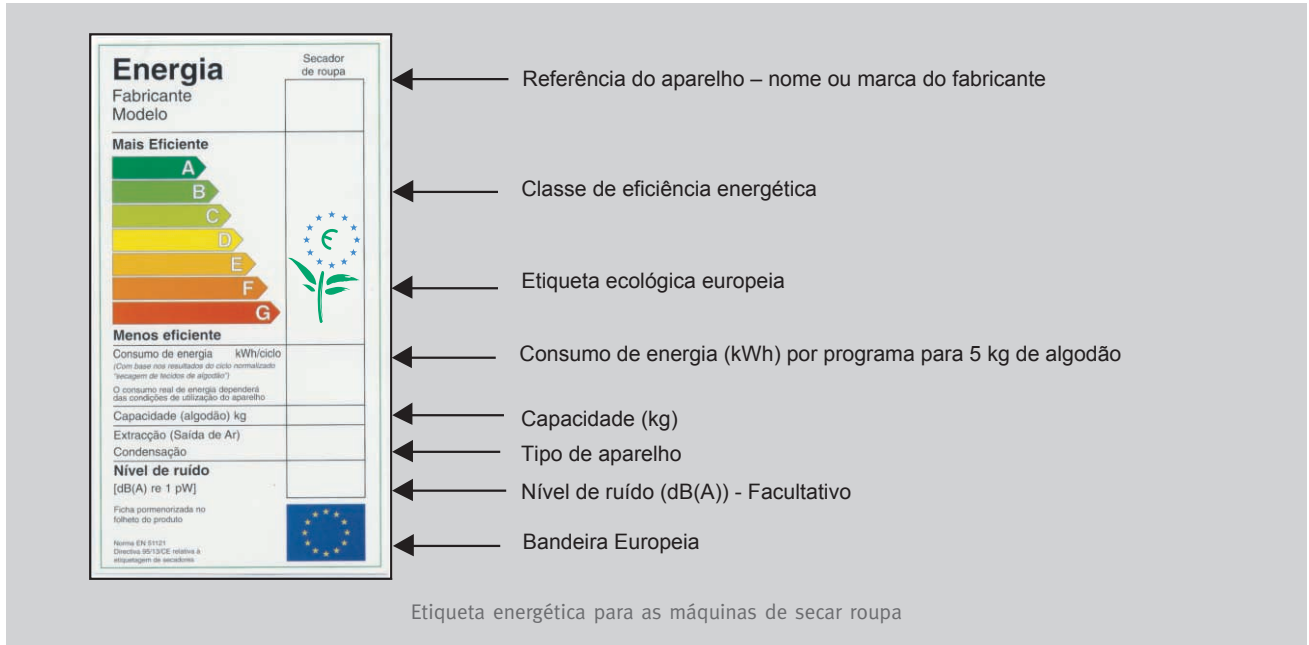
As máquinas de secar roupa apresentam uma taxa de penetração baixa (13%) nos alojamentos portugueses, mas com tendência para aumentar num futuro próximo. No mercado existem dois tipos de máquinas para secagem da roupa – evacuação do ar húmido para o exterior ou a sua condensação, apresentando as primeiras menores níveis de consumo energético. Tal como no caso das máquinas de lavar roupa, a maior parte da energia é consumida no processo de aquecimento, neste caso do ar, através de resistência eléctrica.

A figura seguinte representa um ciclo típico de funcionamento para uma máquina de secar roupa de evacuação, verificando-se a solicitação de uma potência eléctrica elevada, durante um período de tempo considerável.



Ciclo típico da máquina de secar roupa

A etiqueta de eficiência energética está em vigor desde 1996 para todas as máquinas de secar roupa (Portaria n.º 117/96 de 15 de Abril).

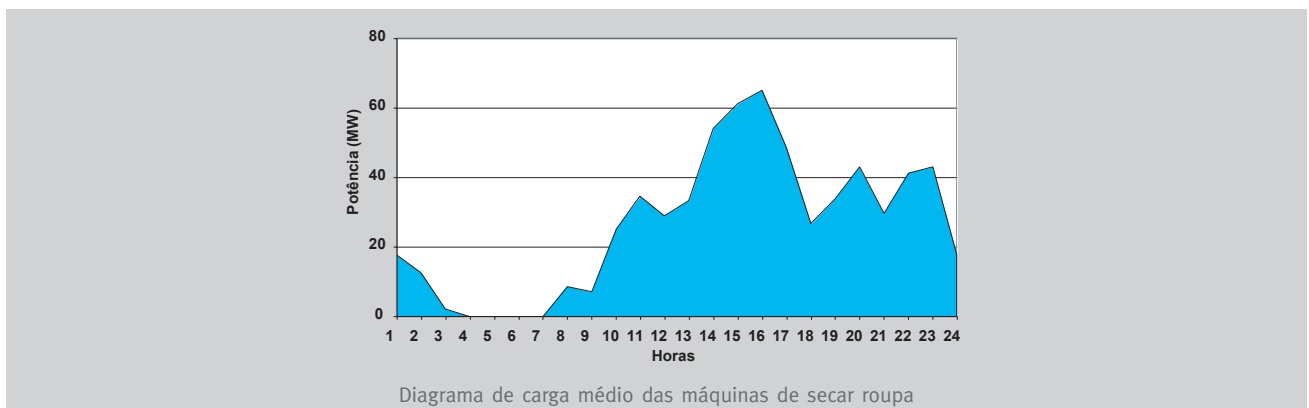


A metodologia utilizada para etiquetar energeticamente estes equipamentos baseia-se no consumo (kWh/kg) para um ciclo de carga máxima de algodão (ciclo padrão), sendo estabelecida uma classificação numa escala de A a G, e indicada na tabela seguinte.

Classificação energética das máquinas de secar roupa

Classe de eficiência energética	Máquina de secar por extracção		Máquina de secar por condensação	
	Consumo de energia (kWh/kg)	Diferença de consumos	Consumo de energia (kWh/kg)	Diferença de consumos
A	$C < 0,51$	X	$C < 0,55$	X
B	$0,51 < C \leq 0,59$	X+16%	$0,55 < C \leq 0,64$	X+16%
C	$0,59 < C \leq 0,67$	X+32%	$0,64 < C \leq 0,73$	X+33%
D	$0,67 < C \leq 0,75$	X+47%	$0,73 < C \leq 0,82$	X+49%
E	$0,75 < C \leq 0,83$	X+63%	$0,82 < C \leq 0,91$	X+65%
F	$0,83 < C \leq 0,91$	X+78%	$0,91 < C \leq 1$	X+82%
G	$C > 0,91$	> X+78%	$C > 1$	> X+82%

Na figura seguinte ilustra-se o diagrama de carga (DDC) médio das máquinas de secar roupa resultante de monitorizações efectuadas. Assumindo que este DDC é representativo do universo, e à semelhança do referido para as máquinas de lavar roupa, é também aqui vantajoso a sensibilização dos clientes para a transferência dos consumos deste tipo de equipamentos para períodos tarifários mais favoráveis.

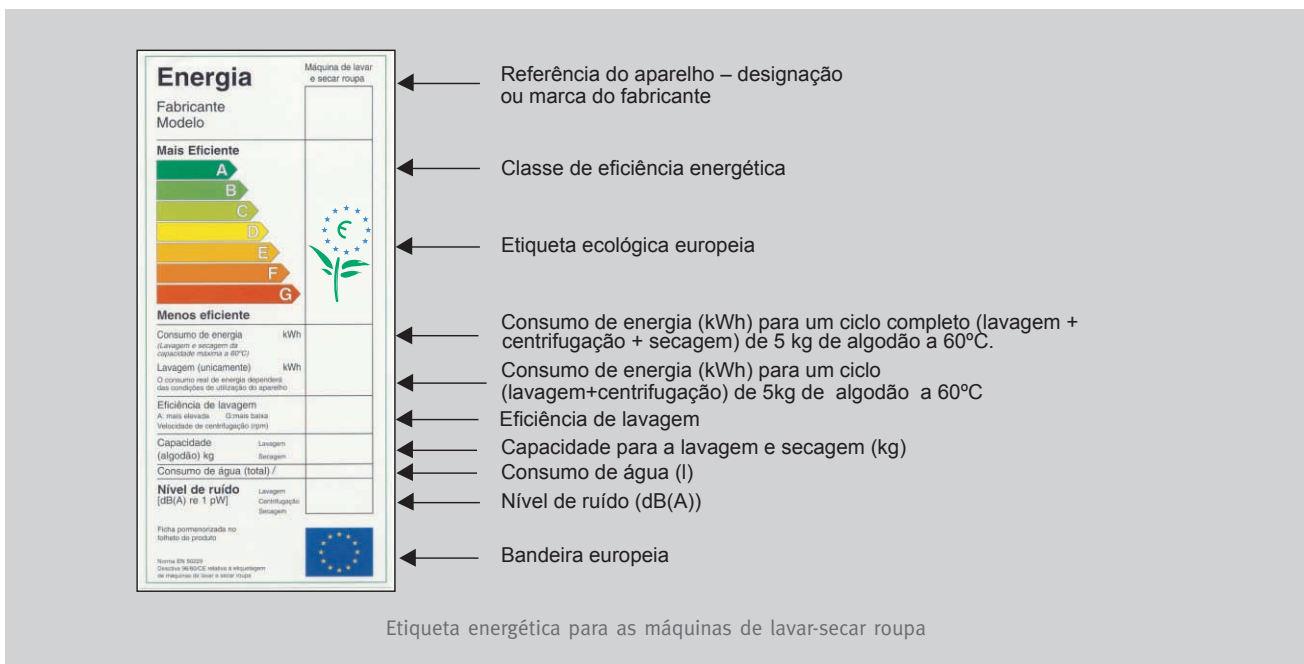


Conselhos para a sua utilização:

- Utilize preferencialmente a máquina na sua capacidade de carga máxima;
- Se centrifugar a roupa na máquina de lavar a uma velocidade elevada, o consumo de energia eléctrica dispendido pelo secador será menor;
- Para a instalação de uma máquina de secar roupa por evacuação recomenda-se um local sem problemas de ventilação;
- No caso de possuir uma máquina de secar roupa por evacuação, o tubo para o exterior deve ser o mais curto possível, por forma a aumentar o rendimento de secagem.

2.4. Máquinas de lavar-secar roupa

Uma máquina com as funções de lavagem e secagem permite ganhar espaço numa unidade de alojamento, substituindo com vantagem o conjunto máquina de lavar roupa e secador de roupa. A etiqueta energética concebida para as máquinas de lavar-secar segue o mesmo princípio da referente às máquinas de lavar roupa, existindo no entanto algumas diferenças que reflectem a variação tecnológica. A etiqueta de energia aplicada a este tipo de equipamento está em vigor desde 1997, apresentando a configuração apresentada na figura seguinte.



Etiqueta energética para as máquinas de lavar-secar roupa

A classe de eficiência energética é calculada de acordo com o mesmo princípio utilizado no caso das máquinas de lavar roupa, obtendo-se os seguintes indicadores:

Classificação energética das máquinas de lavar-secar roupa

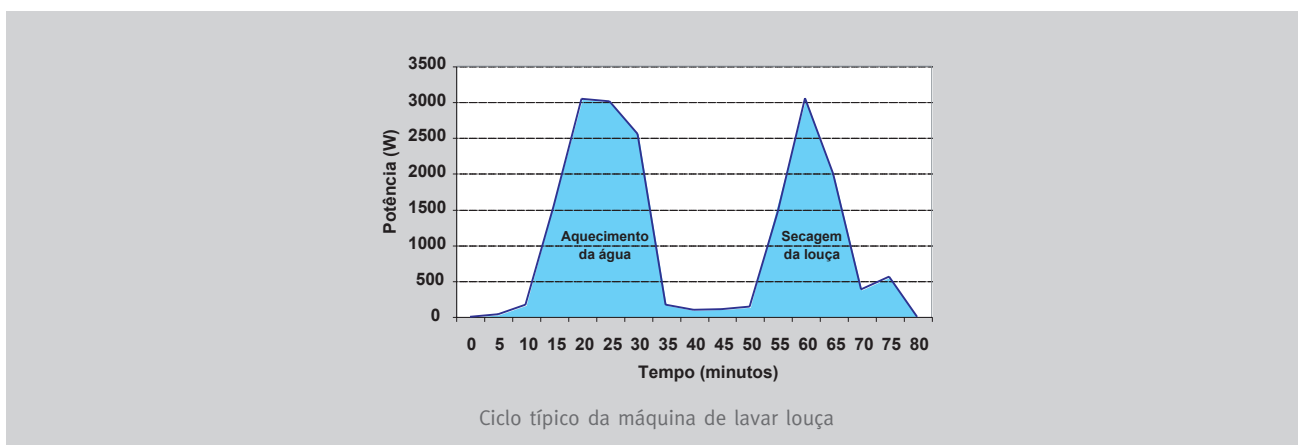
Classe de eficiência energética	Consumo de energia (kWh/kg)	Diferença de consumos
A	$C \leq 0,68$	X
B	$0,68 < C \leq 0,81$	X+19%
C	$0,81 < C \leq 0,93$	X+37%
D	$0,93 < C \leq 1,05$	X+54%
E	$1,05 < C \leq 1,17$	X+72%
F	$1,17 < C \leq 1,29$	X+90%
G	$C > 1,29$	> X+90%

São possíveis economias de cerca de 33% de electricidade quando a centrifugação da roupa é realizada a 1600 rot/min comparativamente com uma centrifugação realizada a 750 rot/min, factor que deve ser considerado no momento de aquisição deste tipo de equipamento.

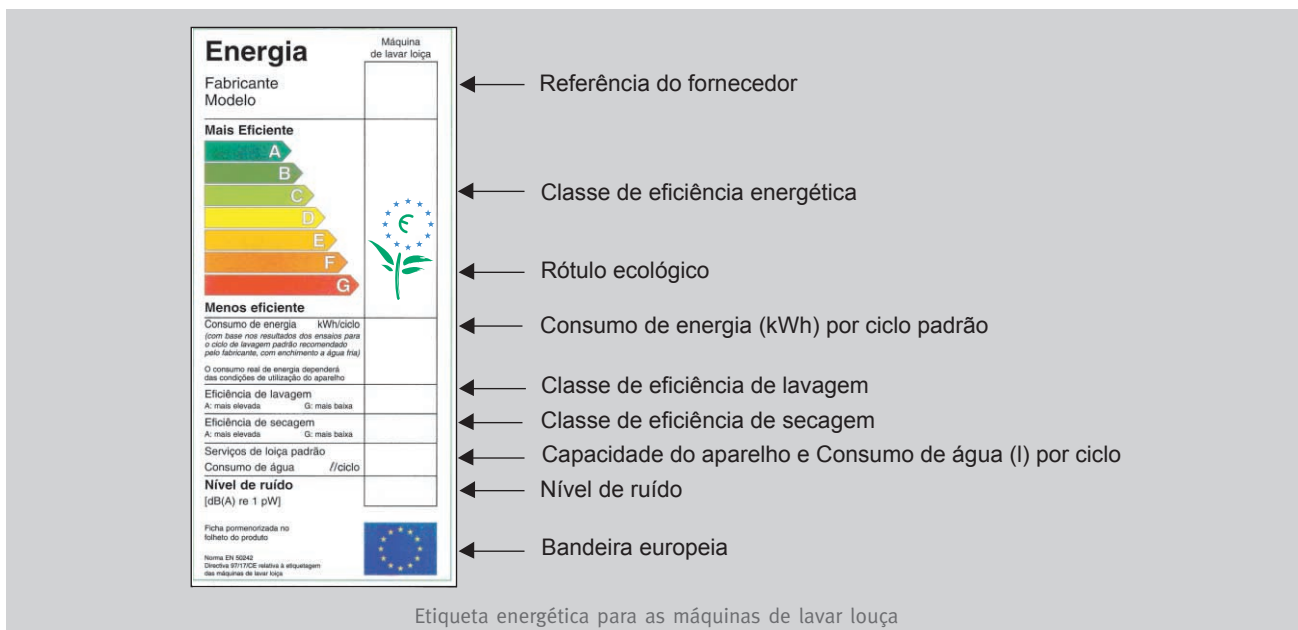
2.5. Máquinas de lavar louça

A máquina de lavar louça tem apresentado, nos últimos anos, um crescimento acelerado na sua taxa de penetração no mercado, existindo actualmente em cerca de 30% das habitações. Este equipamento consome água e energia eléctrica. A electricidade é principalmente consumida pela resistência eléctrica que permite o aquecimento da água (nos equipamentos com alimentação de água fria) e secagem da louça, podendo estes ciclos representar mais de 80% do consumo total. No mercado nacional existem também máquinas de lavar louça com alimentação de água quente, sendo no entanto esta capacidade pouco utilizada pelos consumidores, essencialmente por falta de informação sobre esta função. A maioria das actuais máquinas de lavar louça possui um programa “ECO” que permite a redução da temperatura da água de 65 para 50°C, com redução dos consumos de energia eléctrica.

Na figura seguinte representa-se um ciclo típico de funcionamento das máquinas de lavar louça. A primeira fase deste ciclo corresponde ao aquecimento da água e o segundo pico de consumo diz respeito à fase de secagem da louça.



Estas máquinas possuem uma etiquetagem energética semelhante à das máquinas de lavar roupa, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 309/99 de 10 de Agosto.



A classe de eficiência energética de um aparelho é determinada pelo cálculo do índice de eficiência energética E_l , que relaciona o consumo de um dado equipamento com o consumo de referência, e que se apresenta no quadro seguinte:

Classificação energética das máquinas de lavar louça

Classe de eficiência energética	Índice de eficiência energética	Diferença de consumos
A	$E_l < 0,64$	Superior a -36%
B	$0,64 \leq E_l < 0,76$	de -36% a -24%
C	$0,76 \leq E_l < 0,88$	de -24% a -12%
D	$0,88 \leq E_l < 1,00$	de -12% a 0
E	$1,00 \leq E_l < 1,12$	de 0 a +12%
F	$1,12 \leq E_l < 1,24$	de +12% a +24%
G	$E_l \geq 1,24$	Superior a +24%

Na figura seguinte representa-se o diagrama de carga médio para as máquinas de lavar louça⁶, que permite verificar a existência típica de pontas que ocorrem durante as horas da manhã e início da tarde, consumos que poderão ser facilmente transferidos para um período mais económico, pelo menos em grande parte, o que será vantajoso para o utilizador se dispuser de tarifa bi-horária.

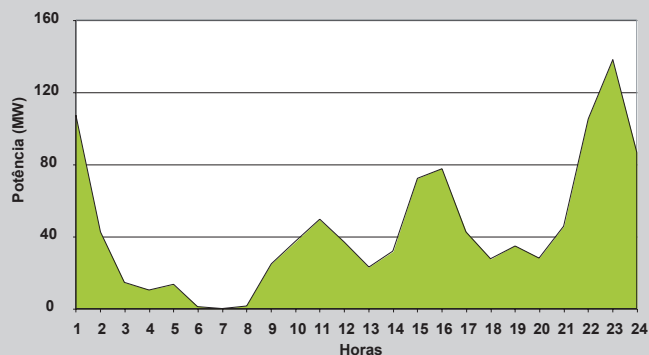


Diagrama de carga médio das máquinas de lavar louça

Conselhos para a sua utilização

- Utilizar o mais possível os programas de baixas temperaturas;
- Utilizar preferencialmente a máquina na sua capacidade máxima;
- Utilizar o programa económico sempre que a louça estiver pouco suja. O ciclo económico limita a temperatura a 50-55° C durante a lavagem e secagem, diminui a quantidade de água por lavagem e reduz o consumo de energia eléctrica;
- O ciclo de pré-lavagem deve apenas ser utilizado quando a louça está muito suja.

⁶ Monitorização de 100 unidades de alojamento, no âmbito do projecto Eureco.

Potencial de economia de custos pela utilização da tarifa bi-horária

Na abordagem efectuada sobre as diferentes máquinas de lavar e secar, foi sempre referido que um dos processos ao dispor dos utilizadores para reduzirem os custos com a utilização destes equipamentos consistia em transferir o seu funcionamento para os períodos mais favoráveis do tarifário eléctrico (períodos de vazio), nos quais a energia é significativamente mais barata, desde que tenham optado pela tarifa bi-horária no contrato de fornecimento da energia eléctrica. É por isso interessante quantificar as vantagens resultantes desta transferência. Assim, definiram-se como representativos dos regimes de utilização dos diferentes equipamentos, os seguintes valores:

- quatro utilizações semanais para a máquina de lavar louça que apresenta um consumo médio de 1,4 kWh/ciclo;
- três utilizações semanais para a máquina de lavar roupa que apresenta um consumo médio de 1,3 kWh/ciclo;
- duas utilizações semanais da máquina de secar roupa que apresenta um consumo médio de 3,6 kWh/ciclo.

Foi ainda analisado o impacto da tarifa bi-horária no custo de funcionamento do equipamento de frio, devido à relevância do consumo deste electrodoméstico no consumo global de uma unidade de alojamento. Assim, considerámos um frigorífico combinado com um consumo médio anual de 550 kWh. O quadro seguinte ilustra os resultados obtidos. Da sua análise, pode verificar-se que a simples transferência de utilização das máquinas acima referidas, acrescida da redução dos custos de funcionamento do frigorífico compensa, por si só, o acréscimo de custos resultante da opção pela tarifa bi-horária.

Tipo de equipamento	Nº de ciclos semanais	Consumo por ciclo (kWh/ciclo)	Consumo anual (kWh/ano)
Máquina lavar roupa (MLR)	3	1,3	202,8
Máquina lavar louça (MLL)	4	1,4	291,2
Máquina secar roupa (MSR)	2	3,6	374,4
Equipamento de frio (FRIO)			550,0
Consumo global			1418,4

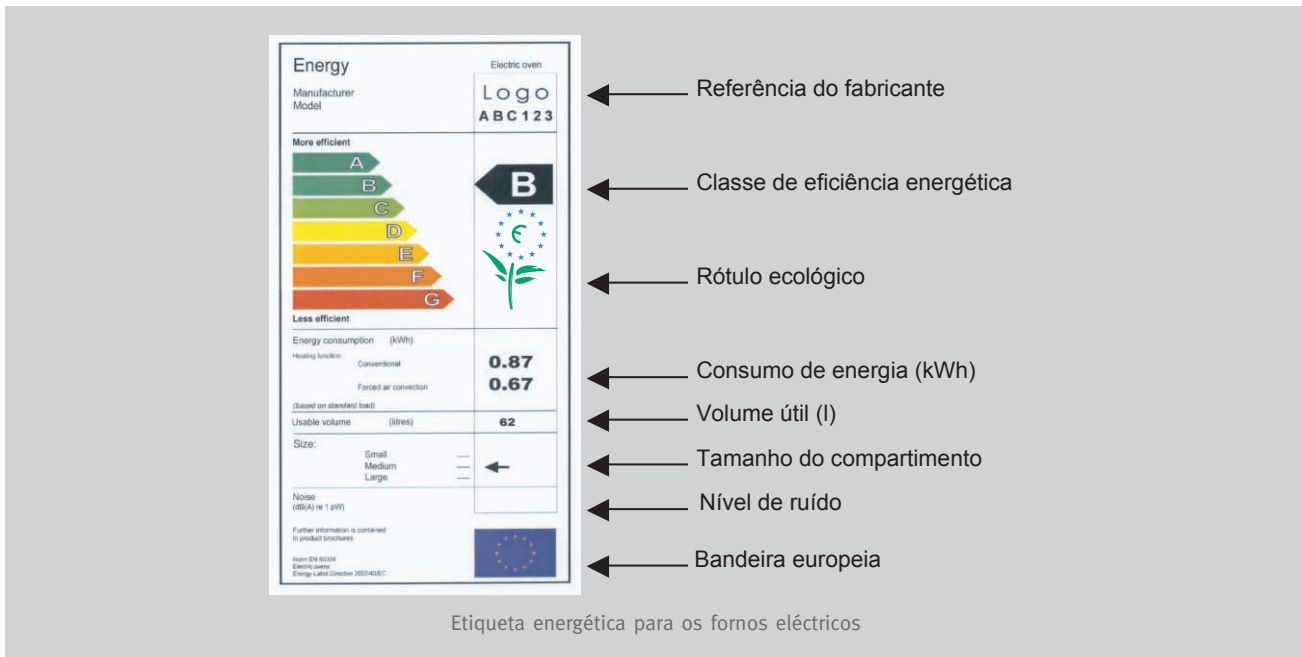
	Tarifa simples (0,0965 €/kWh)	Tarifa bi-horária					
		(0,0965 €/kWh – horas fora de vazio; 0,0528 €/kWh – horas de vazio)					
		Transferência de 60% do consumo para o vazio		Transferência de 80% do consumo para o vazio		Transferência de 100% do consumo para o vazio	
		Custo em período de vazio (€)	Custo em período fora de vazio (€)	Custo em período de vazio (€)	Custo em período fora de vazio (€)	Custo em período de vazio (€)	Custo em período fora de vazio (€)
MLR	19,57	6,43	7,83	8,57	3,91	10,71	---
MLL	28,10	9,23	11,24	12,30	5,62	15,38	---
MSR	36,13	11,86	14,45	15,82	7,23	19,77	---
FRIO*	53,08	12,10	30,96	12,10	30,96	12,10	30,96
TOTAL	136,88	104,09		96,50		88,91	
Diferença entre as duas opções (€)		32,78		40,37		47,96	
Acréscimo de custo anual pela opção da tarifa bi-horária (€)		25					

* Os custos relativos ao consumo do equipamento de frio são iguais nos 3 cenários em tarifa bi-horária, pois o equipamento funciona sempre 10 horas nos períodos de vazio e 14 horas nos períodos fora de vazio (ciclo diário)

2.6. Forno eléctrico

Os fornos eléctricos apresentam consumos eléctricos distintos, em função dos diversos processos utilizados na confecção de alimentos. O modo de operação mais usual reside na radiação de calor por intermédio de resistências eléctricas, complementado pela acção de um ventilador que permite a convecção do calor gerado, distribuindo-o de uma forma uniforme sobre os alimentos. Existe ainda a opção de grelhador, entre outras funcionalidades que, no seu conjunto, correspondem a potências eléctricas elevadas e, conseqüentemente, a consumos também elevados.

O Decreto-Lei nº 27/2003 de 12 de Fevereiro de 2003 estabelece as regras relativas à etiquetagem energética dos fornos eléctricos para uso doméstico, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva da Comissão n.º 2002/40/CE, de 8 de Maio. Na figura seguinte representa-se a etiqueta energética para este tipo de equipamento.



A classe de eficiência energética de um forno eléctrico é determinada de acordo com o quadro seguinte. O consumo de energia (kWh) para as funções de aquecimento do compartimento (convencional e ou por circulação forçada de ar) com base na carga normalizada, é determinado em conformidade com os procedimentos de ensaio das normas harmonizadas.

Classificação energética dos fornos eléctricos

Classe de eficiência energética	Consumo de energia (kWh) com base na carga normalizada			Diferença de consumos
	Forno pequeno (12 l ≤ volume < 35 l)	Forno médio (35 l ≤ volume < 65 l)	Forno grande (volume ≥ 65 l)	
A	E < 0.60	E < 0.80	E < 1.00	X
B	0.60 ≤ E < 0.80	0.80 ≤ E < 1.00	1.00 ≤ E < 1.20	X + 26%
C	0.80 ≤ E < 1.00	1.00 ≤ E < 1.20	1.20 ≤ E < 1.40	X + 52%
D	1.00 ≤ E < 1.20	1.20 ≤ E < 1.40	1.40 ≤ E < 1.60	X + 78%
E	1.20 ≤ E < 1.40	1.40 ≤ E < 1.60	1.60 ≤ E < 1.80	X + 104%
F	1.40 ≤ E < 1.60	1.60 ≤ E < 1.80	1.80 ≤ E < 2.00	X + 131%
G	E ≥ 1.60	E ≥ 1.80	E ≥ 2.00	> X + 131%

Conselhos para a sua utilização:

- Reduzir a abertura das portas ao máximo.
- Substituir juntas e borrachas de vedação que estejam gastas ou com fissuras, de modo a evitar perdas de calor.

2.7. Iluminação

O consumo médio anual em iluminação por unidade de alojamento é de cerca de 370 kWh, equivalente a 12% do consumo de electricidade no sector residencial. No entanto, este é um uso com enorme potencial de economias de energia, não apenas pelo uso de equipamentos mais eficientes, como também pela utilização da iluminação natural.

No sector residencial, são utilizados dois tipos principais de lâmpadas: incandescente e fluorescente. Numa lâmpada incandescente “clássica”, um filamento (normalmente de tungsténio) é atravessado por uma corrente eléctrica atingindo uma temperatura elevada, o que provoca a emissão de luz visível. As lâmpadas incandescentes evoluíram para as chamadas lâmpadas de halogéneo, nas quais o filamento se encontra inserido num gás halogéneo que garante um ciclo regenerativo do tungsténio, aumentando assim a duração do filamento e evitando a sua deposição nas paredes da lâmpada, aumentando quer o rendimento quer a duração destas lâmpadas.

As lâmpadas incandescentes clássicas são as mais baratas mas apresentam uma eficiência muito reduzida. Com efeito, apenas cerca de 5% da electricidade consumida é convertida em luz, sendo a restante convertida em calor. Quanto às lâmpadas incandescentes de halogéneo, apresentam uma eficiência ligeiramente superior. São muito utilizadas em iluminação indirecta, chegando a atingir 500 *Watt* em candeeiros de pé, sendo no entanto altamente energívoras e perigosas devido ao calor dissipado. A sua principal característica é apresentarem índices de restituição de côr muito elevados (próximos da luz natural).

Nas lâmpadas fluorescentes, as paredes interiores são revestidas de um pó fluorescente, que transforma em luz visível a radiação ultravioleta emitida por um gás (vapor de mercúrio) atravessado por uma corrente eléctrica. As lâmpadas fluorescentes classificam-se em lâmpadas tubulares e compactas.



As lâmpadas fluorescentes tubulares apresentam uma elevada eficiência luminosa, necessitando no entanto de utilizar luminárias (armaduras, na linguagem corrente) próprias, que normalmente são bastante inestéticas. Quanto às lâmpadas fluorescentes compactas (CFL), são, devido ao desenvolvimento tecnológico verificado nos últimos anos, uma alternativa excelente às lâmpadas incandescentes clássicas. A qualidade da luz produzida é agora muito próxima destas últimas e o seu peso tem vindo a diminuir significativamente, incorporando balastros electrónicos que eliminam a “trepidação” da luz e proporcionando um arranque rápido, sendo o seu preço actual muito mais baixo. A sua evolução foi também focalizada no tamanho (que no passado era demasiado grande) e no formato, por forma a compatibilizá-las esteticamente com as lâmpadas incandescentes. Comparativamente com as lâmpadas incandescentes, apresentam um consumo energético 5 a 6 vezes inferior e um tempo médio de vida que pode atingir as 15.000 horas (cerca de 15 vezes superior às lâmpadas incandescentes).

Características técnicas e económicas das lâmpadas

Características técnicas	Incandescente		Fluorescente	
	Clássica	Halogéneo	Tubular	Compacta
Potência (W)	15-2000	20-2000	15-58	9-23
Eficiência luminosa (lm/W)	8-15	15-25	58-93	55-65
Duração (horas)	1000	2000	12000 a 18000	6000 a 15000
Índice de restituição de côr	90-100	90-100	85 a 98	82-90
Preço (€)	0,5 a 1	2 a 8	3 a 5	5 a 15

Porquê escolher uma lâmpada fluorescente compacta?

- Um maior respeito pelo ambiente, pois consome 5 a 6 vezes menos que uma lâmpada incandescente equivalente;
- Por razões de segurança: uma lâmpada de halogéneo pode, por exemplo, atingir a temperatura de 600°C e uma incandescente *standard* cerca de 230°C, com os consequentes riscos de queimaduras e de incêndio. As lâmpadas compactas (CFL) atingem no máximo cerca de 70°C, pelo que minimizam estes riscos;
- Duram mais, cerca de 6 a 15 vezes mais que as lâmpadas incandescentes (o tempo de vida útil de uma lâmpada incandescente é de cerca de 1.000 horas, enquanto que as compactas apresentam um período de vida até às 15.000 horas);
- Apresentam um custo global inferior, devido ao baixo custo de utilização.

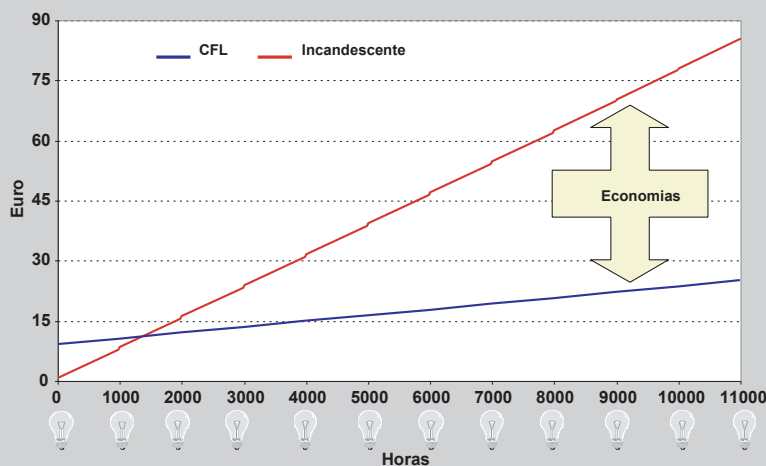
O quadro seguinte exemplifica uma comparação técnica/económica entre lâmpadas incandescentes e lâmpadas fluorescentes compactas.

Exemplo de substituição de lâmpadas incandescentes por compactas fluorescentes

	Incandescente	CFL	Diferença face às incandescentes
Potência (W)	75	15	-60
Fluxo luminoso (lm)	960	1.200	+240
Vida útil (hora)	1.000	12.000	+11.000
Nº de lâmpadas para a mesma vida útil	12	1	—
Preço médio de cada lâmpada (€)	0,5	9	—
Preço total das lâmpadas (€)	12*0,50=6	1x9	+3,0
Consumo em 1.000 h de utilização (kWh)	75	15	-60
Custo de energia em 1.000 h de utilização (€)	7,24	1,45	-5,79
Custo global no ciclo de vida de uma CFL (€)	92,85	26,37	-66,48

Nota: Assumiu-se o preço da energia de 0.0965 € / kWh (tarifa simples)

Na figura seguinte visualizam-se as economias resultantes da utilização de lâmpadas fluorescentes compactas a partir das 1.500 horas de utilização, ou seja, a partir do primeiro ano e meio de utilização, assumindo um uso diário de 3 horas.

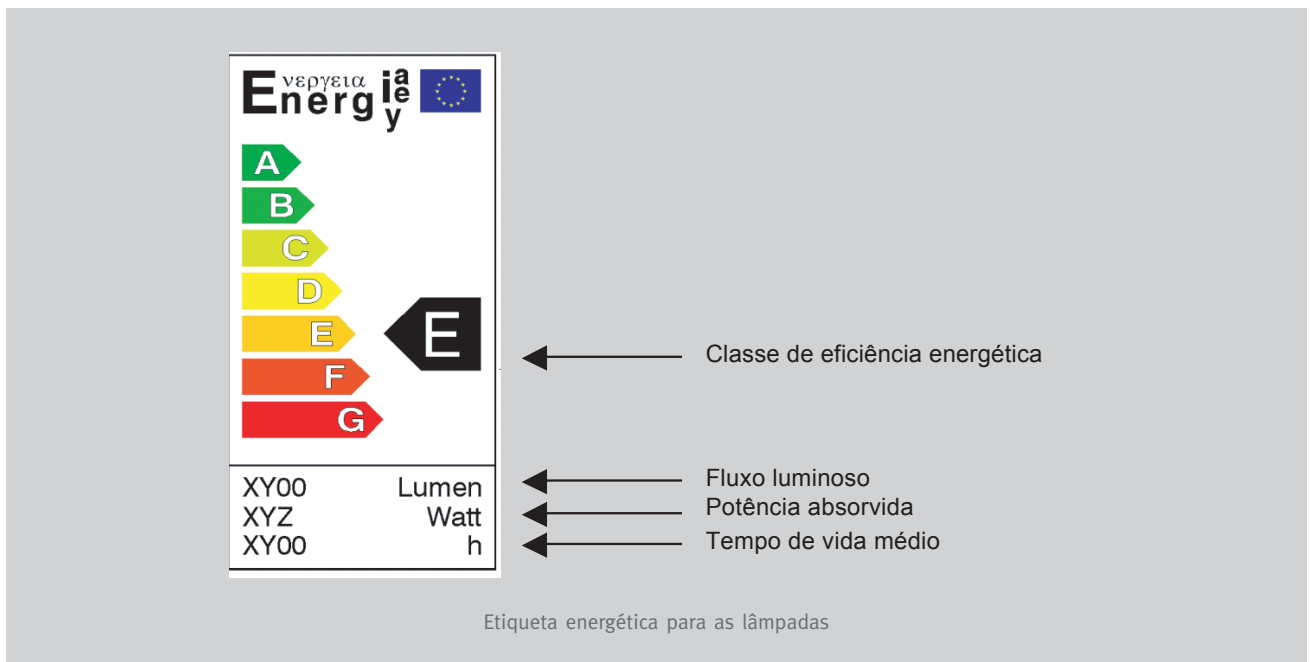


Comparação da viabilidade económica entre as lâmpadas incandescentes e as CFL

Os principais inconvenientes das lâmpadas CFL residem no ainda elevado preço inicial, e no facto do fluxo luminoso não ser atingido imediatamente. Por estas razões não são aconselhadas para locais em que os períodos de utilização são muito curtos.

O Decreto-Lei n.º 18/2000 de 29 de Fevereiro transcreveu para o direito interno os requisitos da etiquetagem energética das lâmpadas elétricas para uso doméstico, proporcionando aos consumidores uma escolha mais racional deste tipo de equipamento. Esta etiqueta fornece a seguinte informação:

- Classe de eficiência energética;
- Fluxo luminoso em lumens (lm);
- Potência absorvida pela lâmpada em *Watt* (W);
- Duração de vida da lâmpada, i.e. o período depois do qual 50% das lâmpadas já não funcionam.



No quadro seguinte indicam-se os valores correspondentes aos índices de eficiência energética para as diferentes classes de lâmpadas. De referir que a classe A destina-se essencialmente às lâmpadas fluorescentes sem balastro integrado, que apresentem níveis de eficiência elevado, satisfazendo as condições definidas na norma respectiva. Se uma lâmpada não for classificada na classe A, a sua classe de eficiência será determinada de acordo com os dados indicados no quadro seguinte, sendo o índice de eficiência energética E_l a razão entre a potência absorvida medida em laboratório e a potência de referência calculada de acordo com as normas estabelecidas.

Classificação energética das lâmpadas

Classe de eficiência energética	Índice de eficiência energética
A	Para lâmpadas fluorescentes sem balastro integrado e de rendimento elevado
B	$E_l < 60\%$
C	$60\% \leq E_l < 80\%$
D	$80\% \leq E_l < 95\%$
E	$95\% \leq E_l < 110\%$
F	$110\% \leq E_l < 130\%$
G	$E_l \geq 130\%$

3. EQUIPAMENTOS A ETIQUETAR

3.1. Ar condicionado

A penetração de equipamentos de ar condicionado tem aumentado consideravelmente no nosso país, devido ao aumento do poder de compra que se repercute na crescente tendência de melhoria das condições de conforto. No entanto, estes equipamentos são responsáveis por uma parte significativa do aumento do consumo de energia eléctrica e, consequentemente da factura energética nas habitações onde são instalados. Em termos energéticos, a solução óptima seria que os edifícios fossem construídos de forma a que a utilização de sistemas activos de climatização fosse reduzida ao mínimo. Isto poderia ser realizado através da melhoria do nível de isolamento térmico e da utilização de soluções arquitectónicas que optimizam a ventilação natural e reduzam os ganhos solares e também pela escolha criteriosa dos materiais de construção. É neste sentido que foi revisto o Regulamento do Comportamento das Características Térmicas dos Edifícios (RCCTE), esperando-se que a sua aplicação se traduza numa melhor qualidade das edificações e numa menor necessidade da utilização destes sistemas para a obtenção das condições de conforto interior.

O aumento de penetração dos sistemas de ar condicionado a nível Europeu levou a que a União Europeia tenha desenvolvido uma Directiva no sentido de estabelecer níveis mínimos de eficiência energética para estes sistemas. A etiquetagem dos equipamentos de ar condicionado encontra-se actualmente em preparação e poderá ajudar o mercado a ajustar-se às fases de estabelecimento de níveis mínimos de eficiência energética.

3.2. Consumos de Stand-by

Nas habitações, escritórios e em outros locais, um número crescente de equipamentos eléctricos consome energia eléctrica quando colocados em modo de repouso (normalmente designado por modo *stand-by*), ou mesmo quando se encontram desligados. Este desperdício de energia é devido fundamentalmente às características de funcionalidade que lhes estão inerentes, o que provoca que exista uma potência absorvida quando aparentemente não estão a desempenhar qualquer função.

Potências em modo *stand-by* (ou desligado) de alguns equipamentos

Equipamento	Potências em modo desligado ou <i>stand-by</i> (W)
Televisão	0,1 – 13
Vídeo	5 – 19
Áudio compacto	0 – 18
Controlador de TV por cabo	8 – 14
Relógio com rádio	1 – 3
Micro-ondas	2 – 6
Carregador de bateria	2 – 4
Atendedor automático de chamadas	2 – 4
Fax	5 – 30
Telefone sem fios	2 – 7
Controlador de antena parabólica	14 – 20
Computador	0 – 4
Sistema Hi-fi	0 – 12
Leitor de CD	0 – 6
Áudio portátil	0 – 5
Máquina de café	0 – 4
Fogão eléctrico	0 – 4
Máquina de lavar roupa	0 – 5

De uma maneira simplificada, podem ser identificados três modos de operação dos equipamentos eléctricos: o modo ligado quando o equipamento realiza a sua função principal (a televisão apresenta imagem, o carregador de bateria carrega a bateria, etc.), o modo *stand-by* quando o equipamento é alimentado electricamente, mas o equipamento não realiza a sua função principal (a televisão aguarda por um sinal de controlo remoto para entrar no modo ligado) e o modo desligado quando o equipamento não desempenha qualquer função (ocorrendo perdas no transformador da fonte de alimentação, pelo facto do equipamento estar ligado à rede eléctrica).

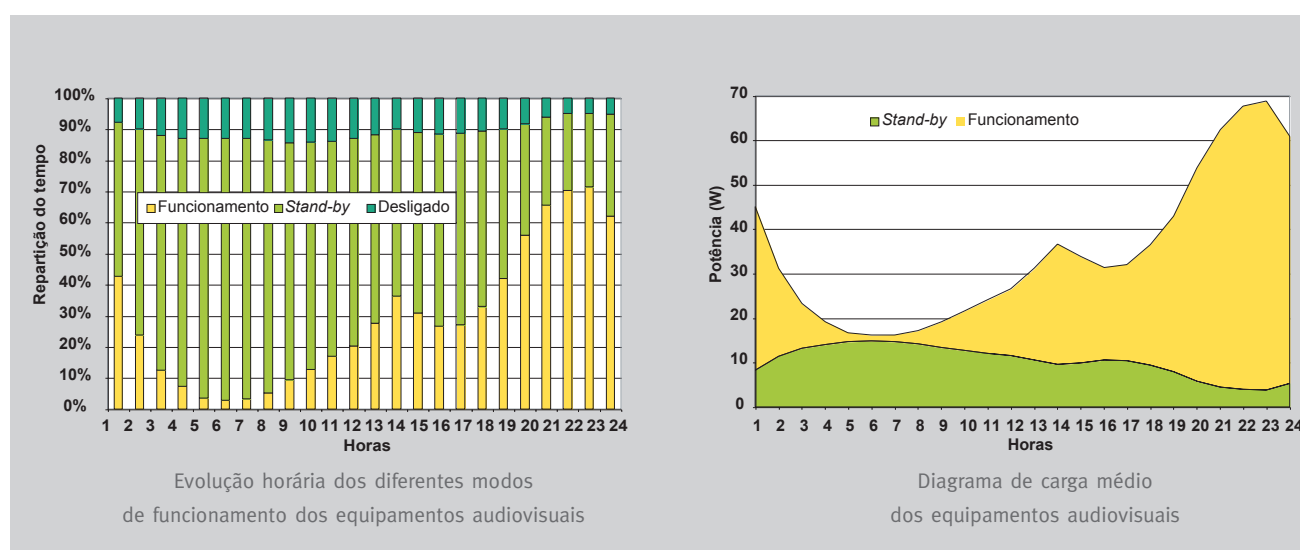
Os consumos globais em modo *stand-by* representam em média um acréscimo de cerca 380 kWh/ano ao consumo total de uma unidade de alojamento (cerca de 12% do consumo total), sendo expectável que este valor aumente rapidamente devido ao incremento dos equipamentos eléctricos nas habitações. Na tabela seguinte apresenta-se a gama de valores dos consumos em modo *stand-by* (e/ou modo desligado) para alguns equipamentos eléctricos de utilização doméstica.

A implementação recente de serviços audiovisuais por cabo levou ao aparecimento das *set-top boxes* (permitem a recepção de sinais digitais em televisão, a ligação à *internet* e a ligação telefónica, entre outras funcionalidades) com consumos consideráveis. A massificação destes serviços carece de medidas de eficiência energética, constituindo um alvo de intervenção no sector doméstico.

O problema do consumo em modo *stand-by*/desligado é essencialmente um problema de tecnologia, existindo actualmente soluções capazes de reduzir o consumo em *stand-by*/desligado em 90%, por um custo muito reduzido. No entanto, as barreiras de mercado, financeiras e de informação têm evitado a adopção massificada destas medidas. Neste sentido, a Comissão Europeia está a preparar uma campanha de sensibilização dos construtores no sentido da optimização dos sistemas de *stand-by*, que será complementada com a extensão da etiquetagem energética a estes sistemas. É assim fundamental uma rápida decisão das entidades oficiais europeias sobre esta matéria, pois o consumo em *stand-by* não é normalmente indicado na ficha técnica dos equipamentos, não dando assim qualquer oportunidade de escolha ao consumidor.

3.2.1 O consumo de *stand-by* nos equipamentos audiovisuais

Praticamente todos os sistemas “audiovisuais” incorporam um modo de funcionamento em repouso, que tem sido alvo de vários estudos por parte das entidades científicas. Com efeito, o consumo em modo de repouso (*stand-by*) deste tipo de equipamento é importante, conforme foi identificado numa amostra de 100 unidades de alojamento e cujos resultados se ilustram nas figuras seguintes. Nesta amostra, o período de *stand-by* (os videogravadores estão em média cerca de 23 horas por dia neste modo de funcionamento) é quase sempre superior ao período de funcionamento.

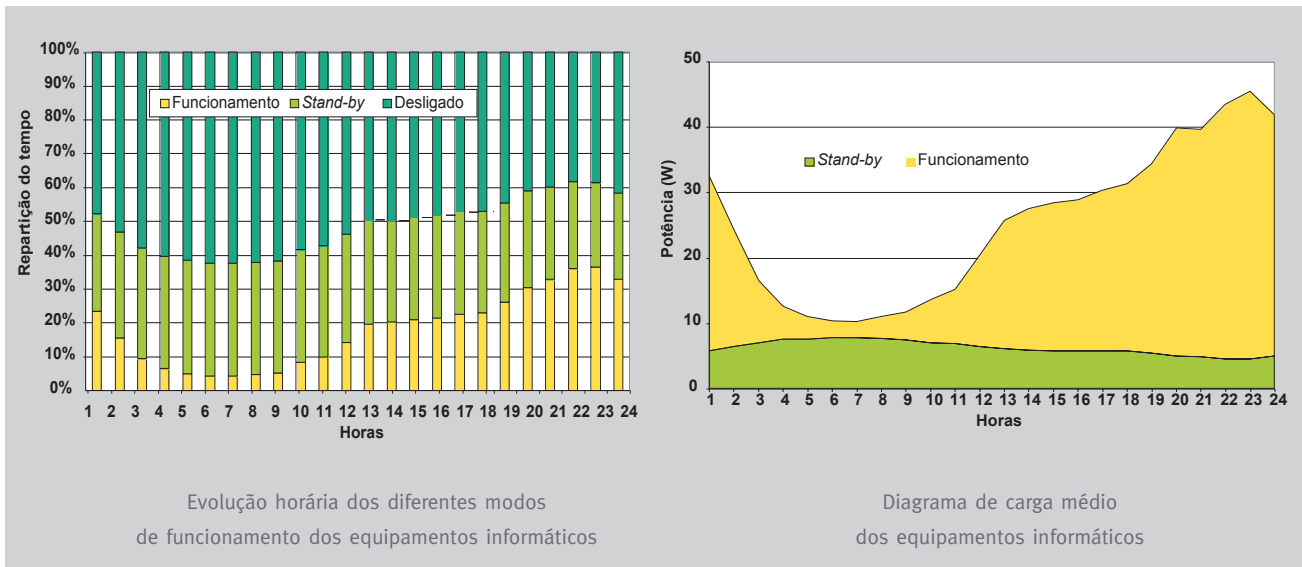


Com base nas monitorizações realizadas, os consumos de *stand-by* para a globalidade dos equipamentos audiovisuais representam cerca de 310 kWh, o equivalente a 30% do consumo total para estes sistemas. Relativamente aos televisores, o seu consumo médio anual é de cerca de 90 kWh/ano, sendo a componente imputada ao consumo de *stand-by* de 26% (24 kWh/ano).

3.2.2. O consumo de stand-by nos equipamentos informáticos

O desenvolvimento crescente da informática nos últimos anos modificou profundamente a paisagem energética das unidades de alojamento, nas quais se introduziu uma nova fonte de consumo significativo. A informática doméstica não pode ser encarada como uma nova utilização de consumo marginal. O material informático, tal como a maioria dos equipamentos electrónicos, pode constituir uma fonte de consumos de *stand-by* considerável e de crescimento rápido.

A figura seguinte demonstra o papel relevante do modo de utilização destes equipamentos numa amostra de 100 unidades de alojamento, verificando-se que o período de tempo em modo *stand-by* (cerca de 30%) é superior ao período de tempo em funcionamento destes equipamentos.



Da análise da figura anterior, podemos identificar os consumos significativos provocados pelo modo de operação em *stand-by* na mesma amostra com valores da ordem dos 60 kWh/ano, o que representa cerca de 30% do consumo total dos conjuntos informáticos (220 kWh/ano).

Conselhos úteis:

- Ao adquirir um equipamento verifique na ficha técnica se existe referência a estes consumos;
- Evite os modos de *stand-by*. A maior parte das vezes o equipamento é deixado em *stand-by* sem nenhuma necessidade.

4. INSTRUMENTOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Tradicionalmente, os equipamentos mais eficientes apresentam custos mais elevados, devido a resultarem de um processo produtivo mais evoluído e da incorporação de elementos de maior qualidade. No entanto, este acréscimo de investimento inicial é normalmente recuperado em pouco tempo, devido às economias de energia geradas, tornando economicamente atractiva a sua aquisição. É suportado neste conceito que se têm baseado todas as estratégias nacionais e comunitárias conducentes à penetração das soluções energeticamente mais eficientes.

Contudo, se no sector industrial e em alguns serviços esta “mensagem” foi razoavelmente bem internalizada pelos decisores, dado o peso enorme da componente energética na sua estrutura de custos, o mesmo já não aconteceu no sector residencial. De facto, a energia representa uma componente menos importante nas despesas das famílias, o que reduz o impacto daquela “mensagem”. Complementarmente, a ausência de campanhas de informação eficazes sobre as questões relacionadas com a energia e a sua utilização racional, também não têm contribuído para aumentar o grau de consciencialização dos decisores e consumidores em geral.

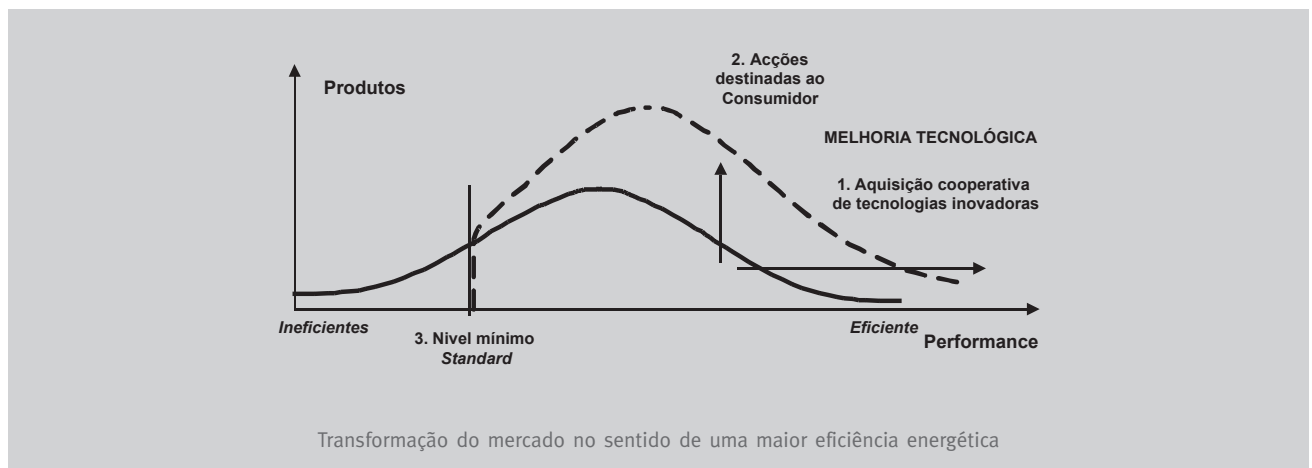
No entanto, a evolução tecnológica que se tem verificado nos últimos anos tem permitido a comercialização de equipamentos que apresentam reduções substanciais dos consumos energéticos e cujos preços são bastante competitivos face aos das soluções “tradicionais”, facilitando assim a sua maior penetração. Esta situação não é contudo ainda generalizável a todos os equipamentos, pelo que é fundamental o desenvolvimento de planos de intervenção estruturados, dinamizados pelo sector público em articulação estreita com o sector privado, conducente ao aparecimento e penetração das tecnologias mais eficientes.

Este tipo de intervenção, genericamente designado por “mecanismos de transformação de mercado”, abrangerá acções dirigidas para os diferentes actores envolvidos, com especial ênfase nos consumidores, pois são os seus comportamentos, quer ao nível da aquisição dos equipamentos, quer na sua utilização, que condicionam fortemente o consumo energético. É pois fundamental implementar acções, informativas ou de outra índole, conducentes a alterar aqueles comportamentos, induzindo o conceito da racionalidade energética como um vector condicionador das suas opções.

Nos pontos seguintes apresentam-se alguns dos instrumentos de “transformação de mercado” que foram implementados ao nível europeu e vocacionados essencialmente para os principais equipamentos de uso doméstico.

4.1. Transformação de mercado

Os mecanismos de “transformação do mercado” destinam-se a incentivar, do lado da “procura”, a penetração dos equipamentos mais eficientes e, simultaneamente, estimular o sector da “oferta” para o desenvolvimento de produtos cada vez mais eficientes e a preços competitivos, tornando mais atraente a sua aquisição por parte dos utilizadores. A figura seguinte ilustra o processo de transformação de mercado de um dado produto ou serviço.



Nesta figura, o traço cheio representa um mercado típico de um produto (segue uma distribuição normal) antes da intervenção, enquanto que o traço interrompido corresponde ao “mercado transformado”, i.e. depois da intervenção. Para transformar o mercado de um produto ou serviço é necessário:

- que apareçam bons produtos no mercado;
- que os bons produtos sejam a escolha de mais consumidores;
- que os piores produtos saiam do mercado.

4.2. Instrumentos de transformação do mercado

4.2.1. Etiquetagem energética

A etiquetagem energética, conforme foi já referido neste documento, é um instrumento claramente de carácter público que tem um efeito do tipo 2 da figura anterior (“Acção destinada ao consumidor”), destinando-se a aumentar a penetração dos bons produtos existentes no mercado. A etiquetagem permite que os produtos com melhor desempenho sejam reconhecidos como tal, fornecendo ao consumidor a informação necessária para uma escolha mais racional, contribuindo as-

sim para a melhoria do parque de equipamentos. O impacto de aplicação deste mecanismo traduz-se na redução de energia consumida sem reduzir o nível de desempenho pretendido. No entanto, não permite a eliminação dos equipamentos menos eficientes.

4.2.2. Níveis mínimos de eficiência energética

Instrumento também de carácter público (“Nível mínimo *standard*”), tem por objectivo eliminar do mercado os equipamentos menos eficientes, não contribuindo no entanto para uma maior penetração dos equipamento mais eficientes nem para o seu desenvolvimento. Trata-se de um instrumento de carácter obrigatório, aplicando-se já a frigoríficos, congeladores e balastos para lâmpadas fluorescentes. Os níveis mínimos de eficiência energética para os equipamentos de frio são baseados na etiqueta energética, correspondendo à eliminação dos produtos de classe D, E, F e G do mercado.

4.2.3. Aquisição cooperativa de tecnologias inovadoras

A aquisição cooperativa de tecnologias inovadoras e eficientes (*technology procurement*) é um instrumento que permite acelerar a penetração de um produto, serviço ou processo no mercado. Este instrumento é baseado no “poder” dos compradores agrupados, sendo por isso dirigido ao sector privado, podendo no entanto existir também uma intervenção do Estado.

Assim, um grande comprador ou um grupo de compradores define as características de um produto (rendimento energético, nº de unidades anuais a adquirir e/ou custo final) e, contacta um conjunto de fabricantes (normalmente através de um concurso) no sentido de garantir o seu fabrico. Este processo tem vantagens para o comprador, pois garante o preço (normalmente mais reduzido do que o obtido na situação normal) e a qualidade do produto, e para o fabricante, que garante assim o escoamento da sua produção.

Inserido nesta perspectiva, têm sido desenvolvidos na Europa um conjunto de projectos destinados a aplicar os conceitos de “transformação de mercado” aos equipamentos, dos quais se destacam os programas “*Energy +*”, “*Energy Star*” (adopção do programa americano de grande sucesso) e “*Etiqueta GEEA*”.

Programa *Energy +*

O *Energy+* correspondeu à primeira experiência desenvolvida a nível europeu, com o objectivo de incitar o desenvolvimento e a penetração de frigoríficos e congeladores eficientes no mercado. Este programa, baseado no conceito de “compra agrupada”, foi bastante bem sucedido, tendo contribuído para o aparecimento de equipamentos de classe energética A+ (modelos 25% mais eficientes que as versões A *standard*) e A++ (modelos 45% mais eficientes que as versões A *standard*).

As listas dos produtos são regularmente actualizadas e encontram-se disponíveis no *website* www.energy-plus.org. É de salientar a evolução do número de equipamentos disponíveis no mercado com estas características. Assim, em Julho de 2002 existiam 78 modelos, tendo este número crescido para 597 modelos em Outubro de 2003. A nível nacional e de acordo com os fabricantes, existiam, em Outubro de 2003, 32 modelos da lista *Energy+* disponíveis no mercado. O aumento do número destes aparelhos no mercado irá resultar num salto decisivo em eficiência energética no que respeita à produção e concepção de novos modelos.

Etiqueta *Energy Star*

O equipamento electrónico de escritório é responsável por uma grande parte do consumo de electricidade no sector terciário, apresentando também uma taxa de penetração considerável no sector residencial. O objectivo desta etiqueta é sensibilizar os fabricantes para a redução do consumo de energia daqueles equipamentos em modo de *stand-by*.

Assim, a Agência para a Protecção do Ambiente (EPA) em colaboração com o Departamento de Energia (DOE) dos EUA lançou em 1993 um programa voluntário de etiquetagem para o equipamento de escritório – o Programa *Energy Star* (o *website* www.energystar.org apresenta uma listagem completa de produtos *Energy Star* assim como outra informação relevante). Este programa obteve a adesão dos grandes fabricantes que passaram a introduzir as funções de economia de

energia nos seus produtos. Por forma a incentivar a penetração destes produtos, a legislação americana não permite que o Governo dos EUA e as entidades da administração americana adquiram material electrónico que não tenham a etiqueta *Energy Star*, contribuindo desta maneira para o aumento da eficiência energética dos seus serviços.

Tendo em conta os resultados desta experiência, a Comissão Europeia decidiu aderir a este programa. A participação no programa é voluntária e o acordo prevê que os fabricantes, comerciantes ou revendedores dos produtos que respeitam as especificações exigidas sejam autorizados a utilizar o logo *Energy Star*. Os produtos abrangidos pelo acordo são essencialmente monitores, computadores e sistemas operativos mas também equipamentos de fax, *scanners*, fotocopiadoras e impressoras.



A etiqueta *GEEA* resultou de um programa voluntário de etiquetagem, iniciado em 1996, desenvolvido pelo *Group for Energy Efficient Appliances* (fórum de representantes de diferentes agências nacionais de energia e de departamentos governamentais europeus) que actua em conjunto com a indústria em actividades voluntárias de informação no campo da eficiência energética aplicada a equipamentos de electrónica doméstica e de escritório.

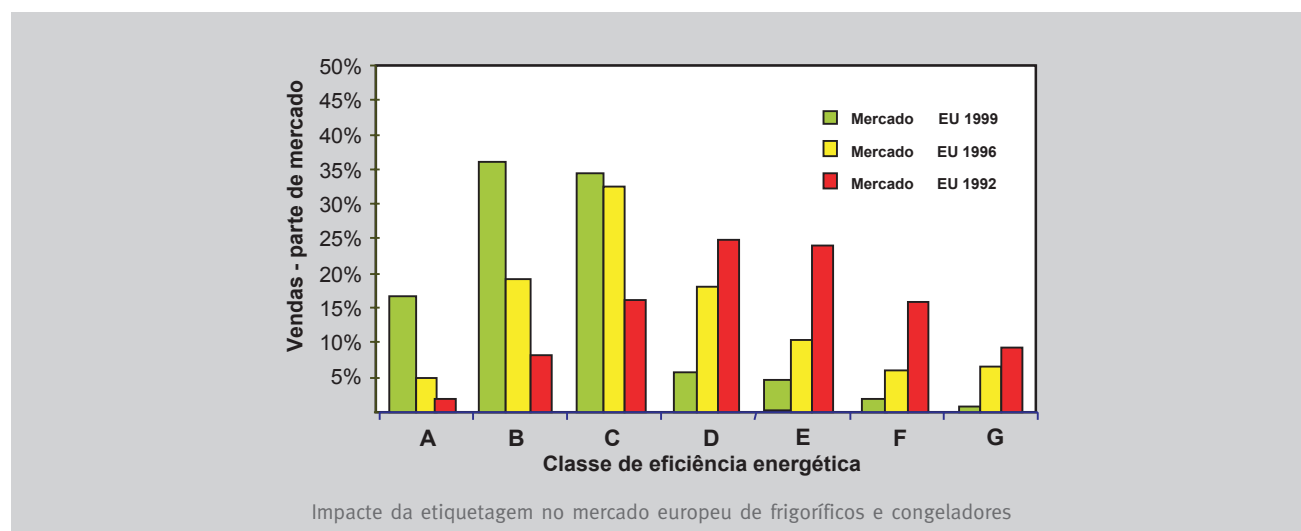
As etiquetas são aplicadas aos equipamentos mais eficientes disponíveis no mercado dos oito países aderentes que fazem parte do acordo voluntário *GEEA*. Todos os produtos distinguidos com esta etiqueta podem ser encontrados na base de dados disponível em www.efficient-appliances.org. Anualmente são revistos os critérios utilizados para a determinação das características energéticas previstas na etiquetagem *GEEA*.

4.2.4. Impacto das acções desenvolvidas a nível europeu

Nenhum instrumento permite aproveitar todo o potencial de eficiência energética existente, pelo que é necessário adoptar um conjunto de instrumentos complementares por forma a atingir os objectivos pretendidos. São também necessárias medidas de apoio à aplicação destes instrumentos junto dos fabricantes, importadores, distribuidores, compradores e utilizadores dos equipamentos.

Actualmente, sabe-se que a introdução da etiqueta energética para os equipamentos de frio contribuiu para a melhoria do nível de eficiência energética dos aparelhos vendidos, essencialmente devido à combinação dos esforços de fabricantes e dos consumidores. Com efeito, a venda dos modelos mais eficientes aumentou significativamente depois da criação da etiqueta energética. Em Portugal, entre 1994 e 1996, as vendas de aparelhos de classe A, B e C quase que duplicaram, enquanto que as vendas de aparelhos de classe E, F, e G baixaram fortemente durante o mesmo período.

De um modo geral, em toda a Europa, é visível uma melhoria significativa na eficiência energética dos aparelhos vendidos, tal como se pode verificar pela análise da figura seguinte.



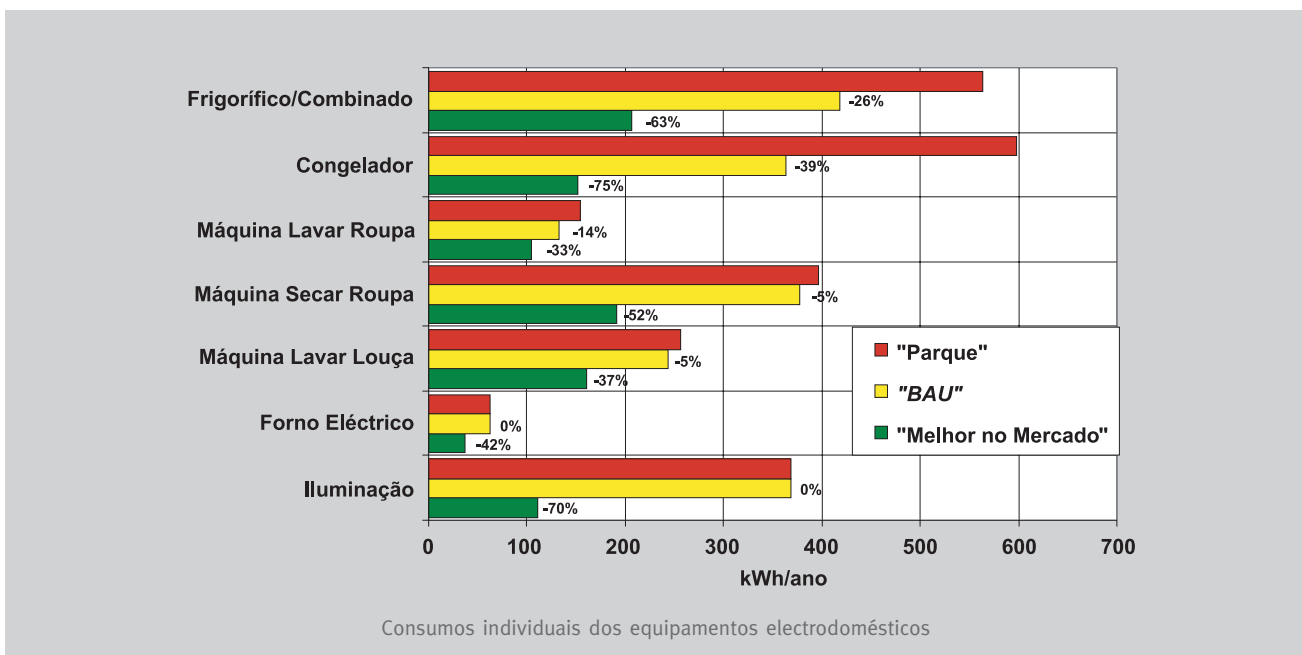
Este tipo de abordagem não se limita aos electrodomésticos, sendo já aplicada aos edifícios e aos automóveis. De igual modo, em Portugal, o Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios corresponde a um nível de eficiência mínimo, não permitindo a construção de edifícios com desempenho energético reduzido, sendo também notória a melhoria da qualidade térmica das edificações construídas durante a última década.

5. POTENCIAL DE ECONOMIAS DE ENERGIA

De um modo global, todas as análises efectuadas ao consumo energético no sector residencial indicam que existe um enorme potencial de economias de energia, resultante por um lado da fraca eficiência que caracteriza o parque instalado e, por outro, pelos aspectos comportamentais dos utilizadores que normalmente não são consentâneos com os princípios da racionalidade energética. Para a determinação deste potencial a nível nacional, foram considerados níveis distintos relativos aos aspectos tecnológicos dos equipamentos que serão analisados comparativamente com a situação actual. Assim temos:

- “Parque”, que corresponde ao consumo dos equipamentos actualmente instalados;
- “BAU” (do inglês “business as usual”) que corresponde ao consumo resultante da substituição de todos os equipamentos existentes nas unidades de alojamento por equipamentos com uma eficiência correspondente ao valor médio do mercado;
- “Melhor do mercado”, que corresponde aos equipamentos de menor consumo energético actualmente disponíveis no mercado.

De referir que a análise efectuada deve ser encarada apenas como um referencial, sendo os valores apresentados suportados pela análise dos equipamentos existentes no mercado e em monitorizações efectuadas no sector residencial.



A gama de frio doméstico apresenta, conforme foi já referido, um papel significativo na estrutura dos consumos domésticos, sendo o parque existente pouco eficiente do ponto de vista energético. A simples substituição dos equipamentos de frio existentes pelos equipamentos “médios” do mercado apresenta um potencial de redução de consumo energético variável entre 26% (frigorífico/combinado) e os 39% (congeladores). A substituição dos equipamentos do parque pelos melhores existentes no mercado conduz a economias da ordem dos 63% e 75% para frigoríficos/combinados e congeladores, respectivamente. Estes factos evidenciam que a etiquetagem energética de equipamentos de frio apresenta condições para promover a eficiência energética, existindo um potencial bastante considerável para a redução de consumos.

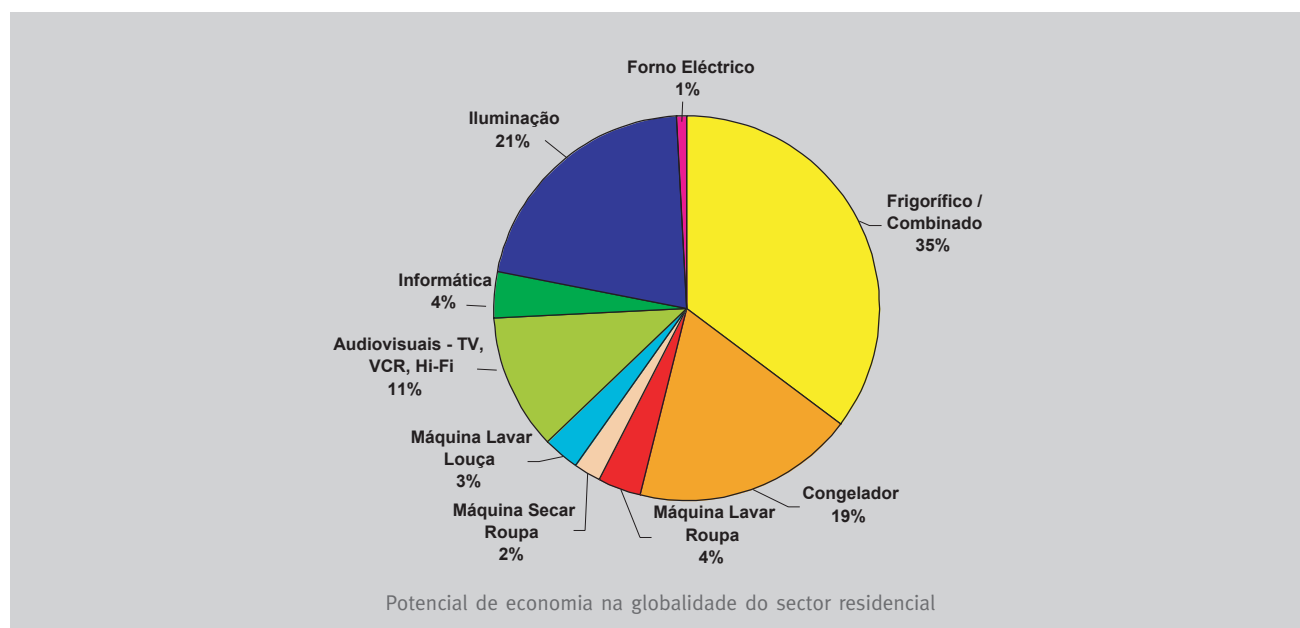
Em termos de consumo energético das máquinas de lavar roupa verifica-se que o consumo do parque instalado é superior em cerca de 14% ao consumo da média dos equipamentos de mercado. Os melhores equipamentos podem, contudo, conduzir a reduções no consumo energético de cerca de 33%.

As máquinas de secar roupa e louça apresentam um potencial crescente de penetração no parque habitacional, verificando-se que a qualidade do parque em termos energéticos não se afasta muito da média dos equipamentos de mercado. No entanto, os melhores equipamentos do mercado podem conduzir a reduções de consumos energéticos de cerca de 52% nos secadores de roupa e de 37% nas máquinas de lavar louça.

No caso dos fornos eléctricos e nos sistemas de iluminação há a salientar a semelhança nos consumos verificados entre os equipamentos do parque instalado e a média do mercado. No entanto, existe um afastamento significativo entre o consumo do parque instalado e os melhores equipamentos existentes, que se traduzem em reduções de 42% para os fornos eléctricos e 70% para os sistemas de iluminação.

Para além das aplicações referidas, os consumos devido a *stand-by* constituem um fenómeno que tem sido ignorado ou pelo menos subestimado, constituindo uma prioridade de intervenção a sua redução. Um estudo muito recente⁷ aponta o consumo de *stand-by* como aquele que apresenta o potencial de economias mais elevado, a par com os equipamentos de frio. Com efeito, estima-se que o potencial de redução do consumo de energia devido ao *stand-by* represente cerca de 86%, com inevitáveis repercussões na redução dos consumos eléctricos nos equipamentos informáticos e audiovisuais.

Levando em consideração a taxa de penetração dos aparelhos em análise, verifica-se (ver figura seguinte) que os equipamentos que apresentam um maior potencial técnico-económico de economia de energia são os equipamentos de frio, a iluminação e os equipamentos audiovisuais, estes últimos em consequência da elevada parcela de consumo devido a *stand-by*.



Face à evolução crescente de penetração de alguns equipamentos no mercado, o potencial total de economias geradas tende a aumentar rapidamente.

Um obstáculo corrente à eficiência energética prende-se com o custo de aquisição dos equipamentos. No entanto, não é forçosamente verdade afirmar-se que os equipamentos mais eficientes são necessariamente os mais caros. Com efeito, existem no mercado electrodomésticos bastante eficientes (classe A de eficiência energética) cujo preço é inferior a outros menos eficientes.

⁷ Projecto Eureco

Potencial de economias de energia

Se os consumidores optarem por adquirirem alguns dos modelos mais eficientes do mercado, reduzirão significativamente o seu consumo energético e também de água.

Assim, na tabela seguinte faz-se uma comparação entre os consumos de energia eléctrica e água associados à utilização de um conjunto de equipamentos existentes numa habitação, utilizando duas situações designadas de "Família *standard*" e "Família ecológica", cuja diferença reside na classe de eficiência dos electrodomésticos instalados. Assim, a "Família *standard*" corresponde a uma situação em que a opção de compra dos equipamentos não foi baseada nos critérios de eficiência energética, sendo o parque instalado composto por um frigorífico classe C, uma arca classe D e máquinas de lavar da classe G. Em contrapartida, a "Família ecológica", que se preocupa com os problemas energéticos e ambientais, só adquiriu equipamentos classe A, assumindo uma postura racional e eficiente na utilização da energia.

Equipamentos	Consumo anual de uma "Família <i>Standard</i> "		Consumo anual de uma "Família Ecológica"	
	Electricidade (kWh)	Água (m ³)	Electricidade (kWh)	Água (m ³)
Frigorífico	380	—	140	—
Congelador	625	—	225	—
Máquina de lavar louça	396	5,7	264	3,3
Máquina de lavar roupa	240	14,0	180	10,0
Forno eléctrico	306	—	250	—
Computador	200	—	95	—
Audiovisual	335	—	220	—
Iluminação	500	—	160	—
Total	2.982	19,7	1.534	13,3
Diferença entre as duas situações			-1.448	-6,4

A redução do consumo é significativa. A "Família ecológica" que optou por equipamentos eficientes, gasta menos 49% em electricidade e menos 32% em água nestas utilizações. Esta redução corresponde a uma economia de 143 € /ano em relação à "Família *standard*", tendo em consideração que o preço da electricidade na tarifa normal da baixa tensão é de 0,0965 € /kWh e que o preço do m³ da água é de 0,5 € /m³.

A análise comparativa não engloba o investimento necessário na compra dos electrodomésticos segundo a classe de eficiência energética, porque os preços destes variam de acordo com as mais diversas características (ex.: marca, estética, etc.) e por ser possível encontrar no mercado, electrodomésticos de classe A mais baratos do que equipamentos semelhantes mas de outras classes energéticas. A escolha na compra depende unicamente do consumidor, que deverá ter em atenção o consumo do equipamento e as suas características energéticas.

Se todos os lares portugueses fizerem um esforço para consumir como a "Família ecológica" será possível reduzir o consumo de energia eléctrica no sector doméstico em cerca de 1.400 GWh, o que corresponde a cerca de 13% do consumo total de electricidade neste sector. Alargando a análise anterior a todas as famílias de equipamentos existentes nas habitações portuguesas, i.e., substituindo todo o parque instalado por modelos da classe A, obtém-se um potencial técnico equivalente a 3.500 GWh/ano, isto é, cerca de 30% do consumo total de energia eléctrica do sector residencial.

Controlar o consumo dos electrodomésticos constitui, assim, um objectivo fundamental para a comunidade. Torna-se imperativo, por isso, reduzir o consumo dos equipamentos sem redução do conforto e funcionalidade proporcionado pelos mesmos, seleccionando no acto da compra, aparelhos económicos e mudando os comportamentos na sua utilização.

6. CONCLUSÕES

O sector residencial representa uma parcela considerável do consumo eléctrico total nacional, com a agravante de apresentar uma tendência para forte crescimento nos próximos anos, resultante da melhoria do poder de compra que se traduz no aumento de conforto e do parque de equipamentos instalados.

Os equipamentos mais consumidores numa unidade de alojamento são os equipamentos de frio, as máquinas de secar roupa e a iluminação, sendo de salientar o papel desempenhado pelo consumo de *stand-by* dos equipamentos electrónicos, que cada vez mais proliferam no sector residencial.

O potencial de economia de energia é em geral elevado devido à pouca eficiência energética do parque instalado, sendo mais elevado para a iluminação, para os equipamentos audiovisuais e equipamentos de frio. É pois possível identificar algumas oportunidades de utilização racional de energia no sector doméstico, numa estratégia de DSM (*Demand Side Management*). Essas oportunidades podem dividir-se em redução de consumos e deslocamento de cargas.

A **redução dos consumos** poderá ser conseguida através de:

- utilização de equipamentos mais eficientes: todas as aplicações analisadas apresentam oportunidades de conservação de energia na medida em que existem equipamentos mais eficientes no mercado. A substituição total dos equipamentos existentes no parque habitacional pelos modelos actualmente mais eficientes, aquando da sua renovação, traduzir-se-á numa redução anual dos consumos eléctricos da ordem dos 3.500 GWh/ano, isto é, cerca de 30% do consumo total de energia eléctrica do sector residencial;
- utilização mais racional dos equipamentos: uma componente importante na estrutura de consumos reside na deficiente utilização dos equipamentos por parte dos utilizadores.

Quanto ao **deslocamento de cargas**, ou seja, a mudança do período de funcionamento de equipamentos das horas de ponta ou cheias do diagrama de carga para horas de vazio, é uma estratégia que pode e deve ser aplicada às máquinas de lavar louça e roupa. No entanto, para o consumidor tirar partido desta medida, deverá optar pela tarifa bi-horária, obtendo as vantagens económicas decorrentes da utilização daqueles equipamentos nos períodos de mais baixo custo energético. A implementação desta medida numa habitação pode traduzir-se numa economia na factura eléctrica anual compreendida entre os 33 e os 48 € (consideraram-se unicamente as máquinas de lavar e secar e equipamentos de frio).

A etiquetagem energética dos equipamentos com aplicação no sector residencial tem-se afirmado como uma ferramenta de elevada utilidade para a prossecução da redução do consumo energético e de emissões de gases com efeito de estufa, apesar do seu curto “tempo de vida”. Com efeito, a sua influência no apoio à decisão na compra de novos electrodomésticos a par com a consciencialização “mais ecológica” do consumidor, tem permitido e continuará a fomentar a entrada de novos equipamentos mais eficientes em detrimento de outros que poderão apresentar um custo mais apelativo, mas que sejam menos eficientes. A par da etiquetagem energética dos equipamentos, existem outros instrumentos que partilham a mesma “vontade energética” e que têm apresentado um grande sucesso internacional, ainda que pouco difundidos a nível nacional, constituindo a “aquisição agrupada” de tecnologias inovadoras um exemplo de referência, particularmente no caso do projecto *Energy+*.

Contudo, assiste-se à evolução de um mercado dinâmico, pelo que a actualização periódica dos requisitos a atingir deve ser um objectivo que não deve ser esquecido. A diminuição da dependência energética nacional implica também que a promoção destes instrumentos chegue aos actores envolvidos, consumidores, retalhistas, importadores e fabricantes, pelo que os mecanismos de eficiência energética necessitam de canais de divulgação abrangentes.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Nascimento, Carlos; Lopes, Carlos *“Caracterização dos Consumos de Energia no Sector Doméstico”*, Dezembro 1996
- [2] Nascimento, Carlos; Lopes, Carlos *“Monitorização dos Consumos de Energia Eléctrica no Sector Doméstico”*, Dezembro 1997
- [3] Direcção Geral de Energia, Ministério da Economia *“Energia Portugal 2001”*, Janeiro 2002
- [4] Direcção Geral de Energia *“Consumo de Energia no Sector Doméstico”*, Dezembro 1989
- [5] Group for Efficient Appliances E¹R - Working Group, Final Report *“Washing Machines, Driers and Dishwashers”*, Junho 1995
- [6] Group for Efficient Appliances, ADEME, *“Study on Energy Efficiency Standards for Domestic Refrigeration Appliances”*, Março 1993
- [7] Lebot, Benoît; Lenci, Olivier; Mayer, Didier *“Measuring Electricity Consumption by End-Use: Lessons learned from a Monitoring Project in the Residential Sector”*
- [8] NOVEM, Huenges Wajer B.P.F., *“Study of Standby Losses and Energy Savings Potential for Television and Video Recorder Sets in Europe”* (Part A), Setembro 1995
- [9] Instituto Nacional de Estatística *“Indicadores de conforto das famílias”*, Lisboa 1995
- [10] Universidade de Oxford. DELight – *“Domestic efficient lighting”* – European SAVE contract, Maio 1998
- [11] Jérôme Adnot – *“Energy Efficiency of Room Air – Conditioners”*, 1999
- [12] Enertech; Adene – *“Eureco – Energy savings by using efficient end-uses appliances in the residential sector”*, Maio 2002
- [13] Ministério da economia – *“Eficiência Energética e Energias Endógenas”*, Dezembro 2001
- [14] DGE – *“Estatísticas rápidas – Energia”*, 1992 a 1998
- [15] DGE – *“Informação ENERGIA”*

SITES PARA CONSULTA NA INTERNET

www.clasponline.org
www.efficient-appliances.org
www.iea.org/effi
www.perso.club-internet.fr/sidler/page9.html
www.ademe.fr
www.eande.lbl.gov
www.eappc76.lbl.gov/tmacal/ees.cfm
www.energy-plus.org
www.mtprog.com
www.edp.pt
www.dge.pt
www.ine.pt
www.p3e-portugal.com

Brochura editada no âmbito da Iniciativa Pública “ Eficiência Energética nos Edifícios” (P3E), promovida pela Direcção Geral de Geologia e Energia e executada por: Agência para a Energia, Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Instituto Português da Qualidade. A P3E é financiada pelo Programa de Incentivos à Modernização da Economia (PRIME).

Para mais informações: www.p3e-portugal.com ou ADENE - Agência para a Energia (tel.: 214 722 800)