

Caracterização dos consumos de energia eléctrica dos sistemas de refrigeração de empresas no setor agroindustrial - Beira Interior Norte

E. Bastos, A. Cruz, P.D. Silva, P.D. Gaspar
Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal
dinho@ubi.pt, dinis@ubi.pt

Área Científica - CT 9

Resumo

O presente trabalho visa caracterizar a indústria agroalimentar utilizadora de sistemas de frio, na região da Beira Interior Norte. O estudo efetuado tem por base o levantamento de dados e características energéticas das empresas participantes num processo de inquirição e análise.

As empresas do setor agroindustrial analisadas encontram-se distribuídas por cinco fileiras: carnes, lácteos, vinho, distribuição e hortofrutícola.

O objetivo do artigo consiste na comparação de indicadores energéticos relativos ao consumo de energia eléctrica das empresas do mesmo setor e entre fileiras, permitindo analisar o desempenho energético das empresas e dos setores.

Sendo o sector agroalimentar responsável por elevados padrões de consumo de energia, a utilização racional de energia parte da análise de trabalhos desta índole, a fim de promover medidas de eficiência energética no sector.

Palavras-chave: Indústria agroalimentar, frio industrial, eficiência energética

1. Introdução

A demanda atual por energia atingiu proporções preocupantes, afetando severamente a sustentabilidade do planeta. Neste contexto enquadra-se a relevância de trabalhos que permitam a redução ou a racionalização deste consumo [1].

A importância da indústria agroalimentar neste contexto prende-se com a sua relevância no desenvolvimento empresarial nacional e pela necessidade constante de consumos energéticos por parte dos sistemas de frio, tornando este setor particularmente consumidor [2].

Existem vários estudos neste sentido, dos quais a nível europeu destacam-se a Comunidade Europeia através do Livro Verde para a Eficiência [3], a nível nacional a FIPA (Federação das indústrias Portuguesas Agro-alimentares) está envolvida em estratégias, regras e vários tipos de participações no desenvolvimento deste setor [4], existem projetos nacionais como o EFENERG (que tem como referencial de base o PNAEE (Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética)), que menciona medidas de eficiência aplicáveis à indústria portuguesa [5], e a nível regional projetos como o DESA (diagnósticos energéticos ao setor agroindustrial) na região Alentejo [6]. Em termos de investigações científicas, existe uma grande quantidade de artigos em diversos aspetos relacionados com a energia em sistemas de refrigeração de empresas no setor agroindustrial como, o estado, barreiras e benefícios da implementação de sistemas de gestão de segurança alimentar, desenvolvimento de indicadores eco-eficientes de modo a quantificar qualidade de empresas, método de gestão de energia no setor, o valor da eficiência de recursos em empresas, cadeias de venda locais de produtos como método de redução de energia, entre muitos outros [7-11].

O objetivo deste artigo é caracterizar em termos energéticos as indústrias do setor agroalimentar na região da Beira Interior Norte, determinando a intensidade energética e o consumo específico de energia eléctrica em seis fileiras (carnes, lácteos, vinho e vinha, distribuição, peixe, hortofrutícola) e fazer uma comparação entre as empresas de cada fileira. Em particular, e no seguimento deste trabalho, após uma análise energética detalhada às empresas inquiridas, pretende-se identificar os pontos de atuação necessários à correção de práticas desfavoráveis e ineficiências, no sentido de se obter uma melhoria da eficiência energética.

1.1 Indústria agroalimentar

A indústria agroalimentar é a indústria transformadora que mais contribui para a economia portuguesa, representando quase o dobro do volume de negócios da segunda indústria transformadora, a indústria metalúrgica. É também a indústria que mais investe em Portugal, e a segunda indústria transformadora que mais emprega nacionalmente (cerca de 2,9 %). Este setor é determinante para a estratégia de crescimento do país, com um contributo direto para o aumento das exportações (aumento de 16 % desde 2008) através de 2500 empresas no mercado externo. Este setor possui capacidade de garantir a auto-suficiência alimentar e ainda um dos maiores potenciais de crescimento em níveis de produção e volume de negócios em comparação com as congéneres europeias [12].

Atualmente a indústria agroalimentar representa 25 % do total da indústria portuguesa. Após a adesão de Portugal à União Europeia, a construção do mercado único em 1993 obrigou o setor a um esforço na harmonização de todas as regras de manuseamento, de fabrico e de apresentação, nomeadamente nas regras de rotulagem, de higiene e de aditivos. A articulação entre a indústria e a produção e entre a indústria e as Universidades tem impulsionado o desenvolvimento numa indústria mais competitiva e que cada vez mais exporta, deixando há algum tempo este sector de só estar ligado a Portugal [13].

1.2 Importância da eficiência energética

O aumento do uso de energia a nível mundial levanta preocupações dada a escassez de recursos energéticos e os impactos graves no ambiente (alterações climáticas, aquecimento global e camada de ozono). Recentemente, observou-se que nos países desenvolvidos, o consumo de energia de edifícios residenciais e comerciais aumentou a sua contribuição entre 20 a 40% no consumo global de energia, ultrapassando os setores industriais e de transportes. Prevê-se a continuação de procura de energia como resultado do aumento expectável da população, da crescente procura de serviços em edifícios, e da exigência dos níveis de conforto. Face a estas considerações, a eficiência energética em edifícios torna-se num objetivo primário em políticas de energia nacionais e internacionais [14].

A atual situação económica do país, bem como as exigências impostas pela legislação no que respeita aos elevados consumos de recursos energéticos para produção e distribuição de energia final, leva a que o conceito de eficiência energética tenha sido expandido na literatura, pela sua empregabilidade em medidas que permitam otimizar esses ciclos de energia (produção e distribuição) bem como a utilização racional e poupança de energia, que no caso das indústrias traduz-se em utilizar menos energia e obter o mesmo valor energético, ou seja, pelo menos a mesma quantidade de produto final [15-16].

A intensidade energética de uma empresa relaciona o consumo de energia final com o valor acrescentado bruto, estando fortemente relacionada com o tipo de indústrias e o seu nível de desenvolvimento tecnológico, traduzindo-se num índice económico de eficiência energética. O outro índice económico é o consumo específico de energia (*Specific Energy Consumption* - SEC) que é o quociente do consumo de energia total e a quantidade de produtos final, em que diferenças no processo produtivo e tipo de equipamentos utilizados entre empresas pode significar grandes diferenças. Quanto menores forem os valores destes indicadores, maior é a eficiência energética, sendo valores ótimos abaixo de 1 [17].

O consumo de energia nas indústrias transformadoras portuguesas é ainda um fator a ser melhorado em muitos aspetos, como manutenção adequada das instalações a uma atualização de equipamentos, sendo necessário incentivar as mesmas a tomar medidas de eficiência energética. No caso particular das empresas do setor agroalimentar, os consumos de energia podem atingir valores bastante elevados através do processo de transformação dos produtos alimentares, mas principalmente pelo seu armazenamento. Tipicamente, o método de conservação de produtos alimentares é realizado através do frio, ou refrigeração, e consequentemente apresenta um peso significativo no total dos requisitos energéticos da empresa [18].

2. Metodologia de trabalho

2.1 Descrição geral das empresas

No âmbito de avaliar qual o panorama nacional e quais os pontos de atuação que permitem promover estratégias de eficiência energética, recolheram-se dados de empresas, por meio de inquéritos, durante visitas realizadas com o intuito de caracterizar individualmente cada empresa.

Na região da Beira Interior Norte foi considerada uma amostra de 39 empresas, sendo 9 empresas do setor das carnes, 8 empresas de laticínios, 6 empresas do setor hortofrutícola, 7 empresas de distribuição e 9 empresas do setor dos vinhos. O desfazamento entre o número de empresas de cada uma das fileiras advém da importância de cada uma das fileiras na região em análise assim como da disponibilidade das empresas em participarem no estudo.

A caracterização das empresas foi feita por fileira, e dentro das fileiras por empresa, baseando-se nos seguintes tópicos:

1. Informações gerais das empresas como nome, início de atividade, localidade, área, classificação da atividade económica, e informações quantitativas como de matéria-prima e produtos, fontes e consumos de energia;
2. Dados técnicos recolhidos sobre as instalações e equipamentos como características das câmaras (dimensão e layout), fluidos frigoríficos, geradores de fluidos térmicos, sistemas de ar comprimido e medidas de eficiência energética;
3. Documentos fornecidos pelas empresas como planta das instalações e fluxograma dos processos produtivos e/ou de armazenamento;
4. Informações complementares sobre uma análise prévia de eficiência energética das empresas visitadas, em termos de problemas e erros encontrados nos equipamentos e instalações.

Nas Tabelas 1 a 5 são apresentados os indicadores gerais obtidos para cada empresa por fileira. Cada empresa é representada por F, que significa fileira, pela letra inicial da respetiva fileira, que por exemplo se for a fileira da carne a letra é C, e por um número que diferencia as empresas, escolhido arbitrariamente. De salientar que nas fileiras dos hortofrutícolas e distribuição, a quantidade de matéria-prima e de produtos acabados é igual, pois as empresas destas fileiras não possuem um processo produtivo próprio, funcionando apenas como entrepostos.

Tabela 1 - Indicadores gerais das empresas na fileira da carne.

Fileira da Carne	N.º de trabalhadores	Volume de negócios (m€)	Quantidade de matéria-prima (ton)	Quantidade de produtos (ton)	Quantidades de energia (MWh/ano)
FC1	4	1.000	144	141	38
FC2	6	600	114	80	41
FC3	11	1.000	245	160	49
FC4	8	500	120	90	74
FC5	5	250	40	35	11
FC6	45	8.000	4.466	3.349	574
FC7	13	1.400	1.480	1.057	174
FC8	48	5.500	877	816	1.014
FC9	5	350	42	27	99

Tabela 2 - Indicadores gerais das empresas na fileira dos lácteos.

Fileira dos Lácteos	N.º de trabalhadores	Volume de negócios (m€)	Quantidade de matéria-prima (kL)	Quantidade de produtos (ton)	Quantidades de energia (MWh/ano)
FL1	21	1.000	998	240	212
FL2	18	1.300	700	120	228
FL3	29	6.000	1.500	1.322	1.454
FL4	19	1.156	420	70	27
FL5	6	130	140	25	36
FL6	18	1.100	1.204	87	226
FL7	7	581	459	104	145
FL8	31	2.635	1.145	273	462

Tabela 3 - Indicadores gerais das empresas na fileira dos hortofrutícolas.

Fileira dos hortofrutícolas	N.º de trabalhadores	Volume de negócios (m€)	Quantidade de matéria-prima (ton)	Quantidade de produtos (ton)	Quantidades de energia (MWh/ano)
FH1	2	500	1.360	1.360	35
FH2	20	838	2.552	2.552	510
FH3	10	1.250	1.361	1.361	265
FH4	2	200	400	400	25
FH5	10	2.500	1.000	1.000	47
FH6	26	2.500	4.650	4.650	1.025

Tabela 4 - Indicadores gerais das empresas na fileira da distribuição.

Fileira da distribuição	N.º de trabalhadores	Volume de negócios (m€)	Quantidade de matéria-prima (ton)	Quantidade de produtos (ton)	Quantidades de energia (MWh/ano)
FD1	46	4.800	1.900	1.900	211
FD2	8	500	30	30	180
FD3	24	7.000	334	334	170
FD4	38	5.000	180	180	179
FD5	9	1.400	290	290	172
FD6	28	5.000	700	700	136
FD7	67	12.500	2.500	2.500	1.027

Tabela 5 - Indicadores gerais das empresas na fileira da vinho.

Fileira do vinho	N.º de trabalhadores	Volume de negócios (m€)	Quantidade de matéria-prima (ton)	Quantidade de produtos (kL)	Quantidades de energia (MWh/ano)
FV1	16	1.000	1.000	800	125
FV2	17	2.500	4.000	3.200	105
FV3	1	50	50	33	15
FV4	4	350	120	90	9
FV5	3	120	400	300	14
FV6	22	4.687	13.000	9.750	219
FV7	13	1.364	4.790	1.700	230
FV8	18	2.961	3.357	2.511	153
FV9	2	458	630	490	62

3. Caracterização entre fileiras

No seguimento do tratamento de resultados das diversas fileiras, procedeu-se à elaboração de diagramas comparativos entre fileiras. A construção destes diagramas tem por base o cálculo da intensidade energética e o consumo energético específico de cada fileira.

Na Figura 1 pode-se observar os valores médios, máximos e mínimos da intensidade energética (IE) para cada uma das fileiras analisadas. Da interpretação do diagrama, todas as fileiras apresentam valores muito bons, em que o maior valor de intensidade energética é da fileira dos hortofrutícolas. No rol de empresas analisadas nesta fileira, a grande maioria é classificada como microempresa. Em algumas das empresas, constatou-se que o n.º de trabalhadores não é consentâneo com o volume de negócios. Acresce ainda que a empresa (FH6) com valores de consumos energéticos muito acima da média da fileira conduz esta fileira para a maior IE quando comparada com as restantes fileiras em análise. Por outro lado, a fileira da distribuição possui os valores de IE mais baixos. Trata-se da fileira que apresenta, destacadamente, os maiores volumes de negócios, e cujos consumos energéticos são exclusivamente elétricos para as empresas que funcionam apenas como entreposto (4 em 7). Para a fileira da distribuição os valores ainda poderiam ser mais baixos se as empresas da amostra fossem todas entrepostos. Comparando os valores de IE apresentados pelos setores da carne e dos lácteos, setores com processos produtivos próprios e com produção ao longo

de todo ano, verifica-se que a fileira da carne consome bastante menos energia, atendendo a menores perdas de matéria-prima no processo produtivo e maiores volumes de negócios.

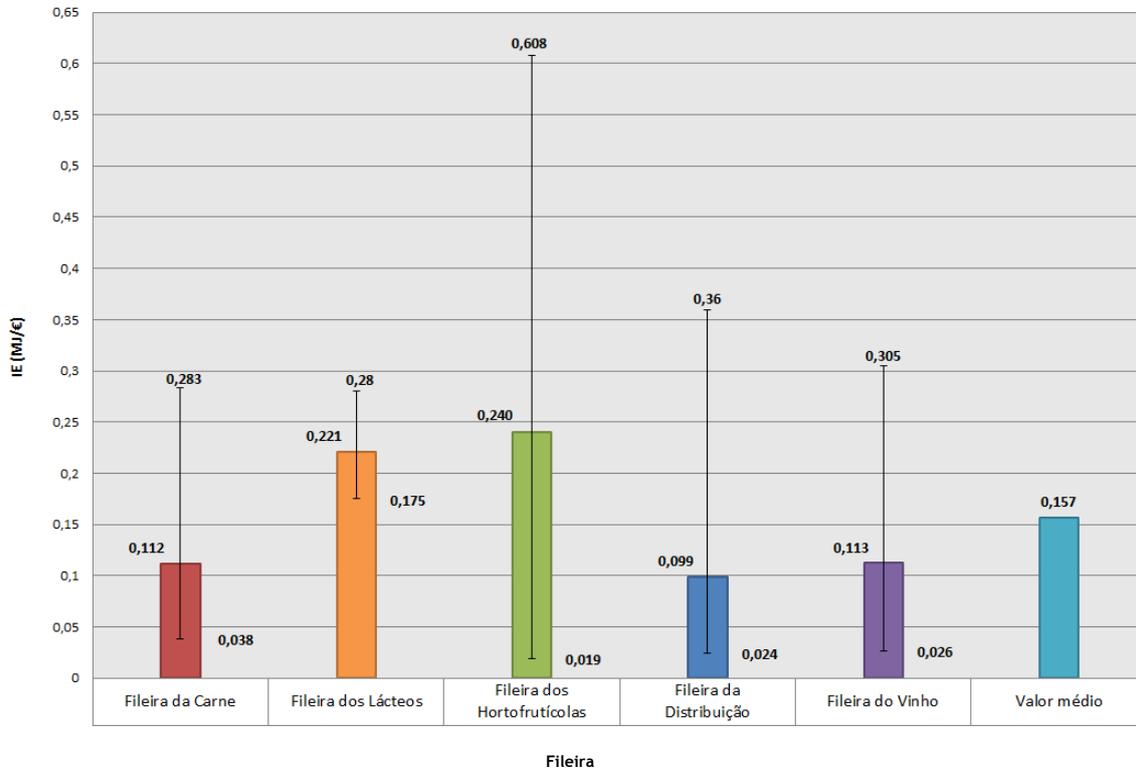


Figura 1 - Intensidade energética por fileira.

De igual modo procedeu-se à elaboração de um diagrama para o consumo específico de energia (*Specific Energy Consumption* - SEC), representado na Figura 2. Para este indicador energético verifica-se que a fileira com o maior valor de SEC é a fileira dos laticínios. Esta fileira apresenta a maior diferença na relação quantidade de matéria-prima/produtos acabados, para valores semelhantes de consumos de energia face às outras fileiras. Por outro lado, a fileira do vinho apresenta o valor de SEC mais baixo, uma vez que a quantidade de energia consumida pelos sistemas de frio é menor, já que apenas são utilizados em tempo de campanha, que dura aproximadamente entre 2 a 3 meses. De referir ainda, que a fileira dos hortofrutícolas é a segunda mais baixa com apenas mais 0,01 MJ/kg que a dos vinhos. Esta fileira apresenta, em média, os consumos mais baixos de energia em relação às restantes, para a mesma quantidade de produtos. Verifica-se ainda que o setor da distribuição apresenta o segundo valor mais alto, apenas por causa do comportamento particular apresentado pela empresa n.º 2 (elevado consumo de energia para a quantidade de produtos acabados) em relação às outras empresas do mesmo setor.

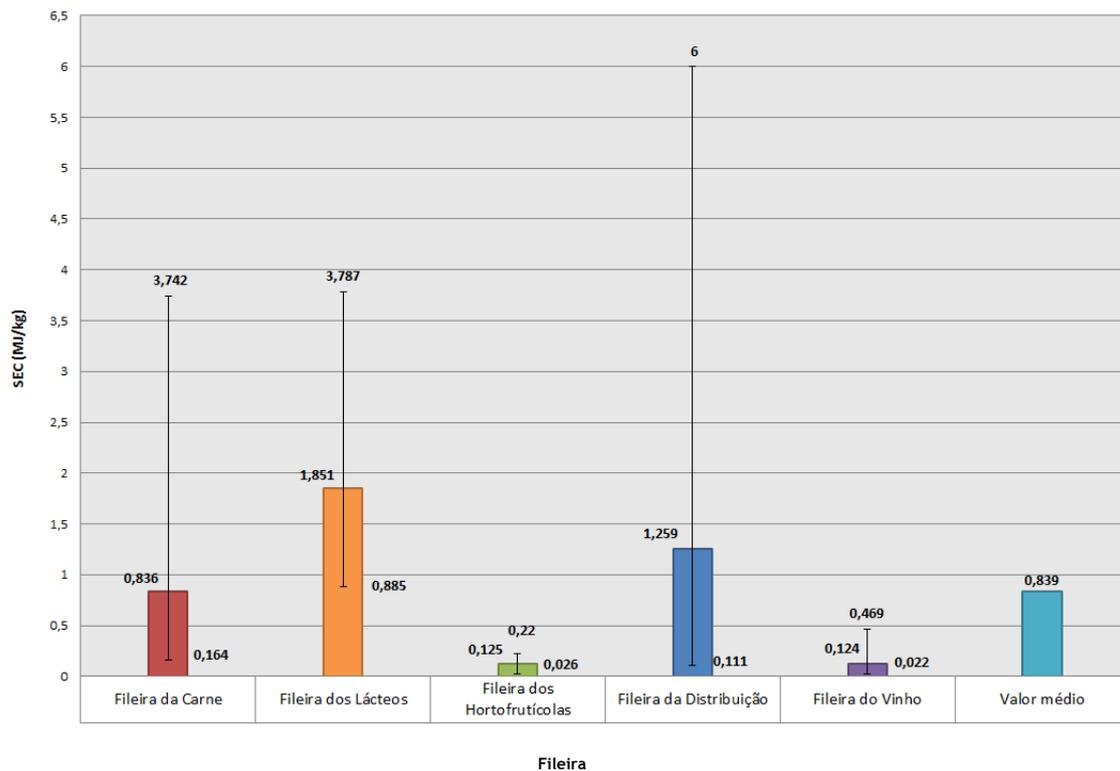


Figura 2 - Consumo específico de energia por fileira.

4. Conclusões

O trabalho elaborado, resultante dos inquéritos e visitas efetuadas a empresas localizadas na região da Beira Interior Norte, permite visualizar o panorama energético de cada empresa e de cada fileira. É assim possível caracterizar o sector agroindustrial da região da Beira Interior Norte e inferir sobre o desempenho energético das empresas desta região.

A amplitude dos valores de IE e SEC entre empresas e fileiras é notória, e também reveladora de que as empresas com os melhores indicadores são as têm melhores condições para se posicionarem em termos de mercado.

A avaliação efetuada perante as empresas permite concluir que existe trabalho a desenvolver neste setor, quer em estratégias logísticas e de produção, quer em implementação de ações estruturantes como consumos elétricos diferentes segundo certas horas do dia ou modificação das temperaturas nas câmaras frigoríficas, em pequenos valores, sem comprometer a qualidade do produto, a fim de melhorar o desempenho energético destas empresas e consequentemente a sua competitividade.

5. Enquadramento

Este trabalho enquadra-se no projeto âncora “InovEnergy - Eficiência Energética no Setor Agroindustrial” inserido no Plano de Ação do InovCluster: Associação do Cluster Agroindustrial da região Centro. O estudo foi financiado pelo Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN 2007-2013) - COMPETE/POFC (Programa Operacional de Fatores Competividade), SIAC-Sistema de Apoio a Ações Coletivas: 01/SIAC/2011, Ref:18642.

6. Referências

[1] Garcia, J.M.; Coelho, L.M.R.: “Energy efficiency strategies in refrigeration systems of large supermarkets” *International Journal of Energy and Environment*, 4(3) (2010), 63-70.

- [2] Sá, E.S., Alexandre, L.J.: Auditorias energéticas no setor de frio industrial. Medidas de poupança e de eficiência energética. *8º Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica*, Cusco, Peru, Outubro 2007.
- [3] CCE: *LIVRO VERDE sobre a eficiência energética ou "Fazer mais com menos"*. Comissão das Comunidades Europeias (CCE), Bruxelas, 2005.
- [4] FIPA: *Guia geral de aplicação do sistema HACCP*. Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares (FIPA), 2002.
- [5] CITEVE: *Plano setorial de melhoria da eficiência energética em PME - Setor agroalimentar*. Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal (CITEVE), Ed. Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação (IAPMEI), 2012.
- [6] ARECBA: *Eficiência Energética no Sector Industrial, Região Alentejo. Projecto Diagnósticos Energéticos ao Sector Alimentar (DESA)*, Agência Regional de Energia do Centro E Baixo Alentejo (ARECBA), 2012.
- [7] Karaman, A.D., Cobanoglu, F., Tunalioglu, R., Ova, G.: "Barriers and benefits of the implementation of food safety management systems among the Turkish dairy industry: A case study", *Food Control*, 25 (2012) 732-739.
- [8] Maxime, D. Marcotte, M., Arcand, Y.: "Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry", *Journal of Cleaner Production*, 14 (2006) 636-648.
- [9] Muller, D.C.A., Marechal, F.M.A., Wolewinski, T., Roux, P.J.: "An energy management method for the food industry", *Applied Thermal Engineering*, 27 (2007) 2677-2686.
- [10] Hennigsson, S., Hyde, K., Smith, A., Campbell, M.: "The value of resource efficiency in the food industry: a waste minimisation project in East Anglia, UK", *Journal of Cleaner Production*, 12 (2004) 505-512.
- [11] Mundler, P., Rumpus, L.: "The energy efficiency of local food systems: A comparison between diferente modes of distribution", *Food Policy*, 37 (2012) 609-615.
- [12] Deloitte, *Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares, Enquadramento macroeconómico da indústria Agro-Alimentar em Portugal*. http://deloitte.com/view/pt_PT/pt/index.htm
- [13] Sisab, *Setores de Atividade*. <http://www.sisab.org/website/>
- [14] Luis Pérez-Lombard, José Ortiz, Christine Pout: "A review on buildings energy consumption information", *Energy and Buildings*, 40 (2008) 394-398.
- [15] Efinerg, *Plano setorial de melhoria da eficiência energética em PME - Setor agroalimentar*. <http://efinerg.aeportugal.pt/>
- [16] EDP, *O que é a eficiência energética? No mundo, em Portugal, na EDP*. <http://www.eco.edp.pt/>
- [17] SIGENet, *Relatório Anual*. <http://ims.mec.ua.pt/sigenet/pages/realtorio.html>
- [18] ASHRAE. *Refrigeration Systems and Applications - ASHRAE Handbook*, ASHRAE 2006.