

Energetic evaluation of fruit conservation units in the Beira Interior Region Avaliação energética das centrais de fruta da Região da Beira Interior

J. Nunes - jnunes@ipcb.pt

Instituto Politécnico de Castelo Branco; Av. Pedro Álvares Cabral nº 12, 6000

P.D. Silva - dinho@ubi.pt

Universidade da Beira Interior, Departamento de Engenharia Eletromecânica, Rua

L.P. Andrade - luispa@ipcb.pt

Instituto Politécnico de Castelo Branco; Av. Pedro Álvares Cabral nº 12, 6000

P.D. Gaspar - dinis@ubi.pt

Universidade da Beira Interior, Departamento de Engenharia Eletromecânica

Abstract

The trend of consumers by consumption of fresh fruits has increased by organoleptic quality and quantity of vitamins, minerals and antioxidants which possess. However, they are highly perishable, and suffer great physical, chemical and biological changes at the ambient temperature, hampering thereby their properties and life span. To minimize this problem, the fresh fruits are kept at low temperatures from the producer to the final consumer, through the use of cooling systems, which have huge costs in the consumption of electricity. The reduction of energy consumption within the cold chain and particularly in fruit conservation units through the implementation of energy efficiency measures is essential and crucial to increasing farmers' income and to strengthen the competitiveness of the industrial establishments. In this article, we present the results of a study on the energy performance of fruit conservation units in the Beira Interior Region. In this evaluation we show, the fruit unit characteristics, infrastructures, chambers and cooling systems, energy consumption, specific indicators of energy consumption and energy saving potential with the application of energy efficiency measures.

Resumo

A tendência dos consumidores pelo consumo de frutas frescas tem vindo a aumentar pela qualidade organoléptica e quantidade de vitaminas, minerais e substâncias antioxidantes que possuem. No entanto, são altamente perecíveis, e sofrem grandes alterações físicas, químicas e biológicas à temperatura ambiente, prejudicando assim, as suas propriedades e tempo de vida útil. Para minimizar este problema, as frutas frescas são mantidas a baixas temperaturas desde o produtor até ao consumidor final, através da utilização de sistemas de refrigeração, que apresentam enormes custos com o consumo de energia elétrica. A diminuição dos consumos de energia dentro da cadeia do frio e em particular nas centrais de fruta através da implementação de medidas de eficiência energética é indispensável e determinante para o aumento do rendimento dos produtores bem como um reforço para a competitividade dos estabelecimentos industriais. No presente artigo, apresentam-se os resultados de um trabalho sobre o desempenho energético das centrais de fruta, da Região da Beira Interior. Nesta avaliação mostram-se, as características da actividade, infraestruturas, câmaras e sistemas de refrigeração, consumos de energia, indicadores específicos de consumo de energia e o potencial de poupança de energia com a aplicação de medidas de eficiência energética.

Keywords

Fruit conservation units, refrigeration, energetic evaluation.

Palavras-chave

Centrais fruta, refrigeração, eficiência energética.

Avaliação energética das centrais de fruta da Região da Beira Interior

1. Introdução

A fileira das hortofrutícolas tem vindo a ganhar um peso significativo nos anos mais recentes em Portugal, colocando-a numa posição relevante no sector das Indústrias Alimentares. No seio desta fileira, a produção de frutas frescas é o sector de enorme relevância, que apresentou em 2014 um valor de 574936 ton, ao qual correspondeu um aumento de 13,3%, relativamente a 2010. As principais regiões do nosso país de produção de frutas frescas foram o Ribatejo e Oeste (64%), Trás-os-Montes (16,3%) e Beira Interior (8,5%). As espécies com maior expressão foram a maçã (273721 ton), pêra (210009 ton), pêsego (41053 ton), ameixa (24177 ton) e cereja (10577 ton). Neste contexto, a Região da Beira Interior foi dominante na produção de pêsego com 20206 ton (50,8%) e de cereja com 6634 ton (37,3%) [1]. Devido às suas características físico-químicas e biológicas, as frutas frescas são muito perecíveis e sofrem uma deterioração muito rápida. Elasm são organismos vivos, mesmo após a colheita, e assim se devem manter, em boas condições até ao seu processamento ou consumo final no estado fresco [2]. As frutas, após a colheita, estão sujeitas aos processos de respiração, transpiração e formação do etileno, que individualmente ou cumulativamente proporcionam o amadurecimento rápido, a diminuição das propriedades organolépticas, a redução de peso devido à perda de água, alteração do aspeto, redução da qualidade com principal destaque para as características nutricionais e diminuição do tempo de comercialização [3]. Para a minimização destes problemas uma das principais técnicas aplicadas na fase pós-colheita da fruta é a utilização da refrigeração. A utilização das baixas temperaturas proporciona a redução da actividade respiratória, duas a quatro vezes menos por cada 10°C de redução da temperatura de conservação, a diminuição da formação do etileno, desenvolvimento de microrganismos e de podridões [3, 4]. Segundo IIF [5] a refrigeração por ar forçado em câmaras de refrigeração especiais é um dos principais métodos utilizados para extrair o calor de colheita e de respiração da fruta. Este método utiliza uma potência elevada dos ventiladores que aspiram ar arrefecido e forçam-no a passar entre os produtos ou as embalagens dos mesmos que se pretendem refrigerar. Atendendo à necessidade de reduzir os custos com a energia, o uso eficiente da energia na indústria tem vindo a ganhar cada vez maior importância. Uma utilização eficiente e uma boa gestão da energia é um fator de competitividade importante e indispensável para as indústrias dos diferentes sectores da economia, da qual se inclui o sector agroalimentar, e em particular as centrais de fruta, podendo estas beneficiar da adoção das boas práticas da utilização da energia, com especial destaque para a elétrica [6]. O presente estudo tem como objectivo, caracterizar 17 estabelecimentos de fruta, localizados na região da Beira Interior de Portugal, nomeadamente avaliar o perfil do consumo de energia, as características dos sistemas de refrigeração e das câmaras de refrigeração, determinar indicadores específicos de consumo de energia, identificar as principais medidas de eficiência energética e o potencial de poupança de energia que é possível alcançar com a sua aplicação.

2. Materiais e métodos

2.1. Amostra

O presente estudo foi realizado com uma amostra de 17 estabelecimentos de centrais de fruta, localizadas na região Interior de Portugal. Estes estabelecimentos encontram-se distribuídos pelos concelhos de Castelo Branco, Fundão e Belmonte e desempenham todos a actividade de comércio de fruta por grosso com o CAE 46311. Para tratar a sua informação foram identificados de F1 até F17.

2.2- Recolha de dados

Foi construído um inquérito para preenchimento durante a realização das visitas pessoais às indústrias. Neste inquérito, composto com várias secções, efetuámos o registo da informação das características de cada estabelecimento, nomeadamente: caracterização geral dos estabelecimentos, infraestruturas, produção, actividade e processos produtivo, condições ambientais das câmaras e das instalações, consumos de energia (elétrica e de combustíveis), caracterização dos sistemas de refrigeração, caracterização das câmaras frigoríficas e dos equipamentos térmicos. Os dados foram recolhidos no ano de 2013.

2.3- Base de dados

Foi criada uma base de dados informática, para registo de toda a informação recolhida nos estabelecimentos. Esta base de dados foi igualmente programada para efetuar parte da análise e tratamento dos dados. Permiteu também obter diversos indicadores de desempenho de cada estabelecimento industrial e simultaneamente realizar uma análise comparativa do desempenho energético entre os diversos estabelecimentos do sector.

2.4- Equipamentos e técnicas de medida

Para medição da temperatura ambiental e humidade relativa utilizámos um equipamento digital da marca Testo 435-2, com sonda multifunções, de temperatura e humidade relativa, com uma precisão de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ e $\pm 2\%$, respetivamente e 6 data-loggers da marca Lascar electronics, com uma precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Para medição da temperatura das superfícies utilizámos o mesmo equipamento digital e uma sonda de contacto, com termopar do tipo K, com uma precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Utilizamos uma pinça amperimétrica de marca Escort ECT-620 para medição da intensidade da corrente elétrica à entrada dos motores elétricos dos compressores de refrigeração, para determinação da sua potência elétrica. Os consumos de energia elétrica e de combustíveis foram estimados através das faturas de energia, correspondentes a um ano. Ainda utilizámos 2 analisadores de energia elétrica (1 da marca Elcontrol-Energy Explorer e 1 da marca Circutor CIR-e3, ambos com um erro inferior a $\pm 2\%$). Para inspecionar a qualidade térmica das paredes das câmaras de refrigeração e das condutas de fluidos e ainda de outros equipamentos como os motores elétricos utilizamos uma câmara termográfica de Marca Testo 880, com uma precisão de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. A medição das dimensões das câmaras de refrigeração e de congelação foi efetuada através de um medidor de distâncias por infravermelhos da Marca Bosch-DLE 40, com uma precisão de $\pm 1,5$ mm.

3. Análise e discussão de resultados

3.1- Características da actividade e do processo produtivo

A actividade desenvolvida pelos estabelecimentos é na maioria sazonal (15 estabelecimentos), trabalhando com as espécies da época da Primavera e Verão, nomeadamente a cereja, pêsego, nectarinas, ameixa, frutos vermelhos e

dois estabelecimentos que trabalham durante todo o ano, com as espécies anteriores e ainda com as outras frutas da época de Outono e Inverno, nomeadamente, maçã e pera. Os estabelecimentos são propriedade dos próprios produtores de fruta, para realizarem as operações inerente às centrais fruteiras, nomeadamente a receção, tratamento e preparação da fruta, arrefecimento e expedição da sua própria produção, diretamente para as médias e grandes superfícies. Os estabelecimentos analisados são micro e pequenas empresas com um volume de negócios na sua maioria, inferior a 2 milhões de euros (91%) e entre 2 a 10 milhões de euros (9%) e empregam em média 6 trabalhadores. A sua maioria iniciaram a actividade depois de 1995 (88%) e 12% desenvolvem actividade antes desta data. As tarefas desenvolvidas são em geral comuns em todos os estabelecimentos com exceção do arrefecimento rápido da fruta e da utilização da conservação da fruta em atmosfera controlada que se realiza em muito poucos estabelecimentos. De uma maneira geral, a fruta é rececionada, e posteriormente, de acordo com a disponibilidade técnica dos estabelecimentos, ou realizam o tratamento fitossanitário e o arrefecimento rápido da fruta, ou então é colocada diretamente nas câmaras de refrigeração de conservação para retirar algum do calor da fruta proveniente do campo. Seguidamente a fruta é retirada das câmaras e é calibrada, rotulada e segue para expedição através de veículos refrigerados, ou então, é colocada novamente nas câmaras de refrigeração para estabilização e conservação até à data de expedição. As temperaturas médias das câmaras de refrigeração encontram-se compreendidas entre 0 a 2°C e a humidade relativa entre 85 a 95%. O tempo de permanência da fruta no interior dos estabelecimentos é curto, geralmente de 3 a 5 dias para as frutas da época de Primavera e Verão, onde são utilizadas câmaras de refrigeração de atmosfera normal (AN) ou então de 1 a 6 meses para as frutas de Outono e inverno, onde são utilizadas câmaras de atmosfera controlada (AC), (no nosso caso só existe um estabelecimento nestas condições, F14). O conjunto destes estabelecimentos trataram e refrigeraram nas suas instalações de frio durante o ano de 2012 uma quantidade de fruta igual a 22 721,4 toneladas.

3.2- Características das infraestruturas e câmaras de refrigeração

Os estabelecimentos das centrais de fruta são constituídos por vários espaços funcionais: um parque de estacionamento de veículos, sala de máquinas, zona de receção e expedição da fruta, escritórios, armazém de embalagens, zona de calibração da fruta, zona de embalagem e rotulagem e câmaras frigoríficas de conservação e arrefecimento rápido. Na sua maioria, os estabelecimentos são novos com uma idade inferior a 10 anos (44%) e entre 11 a 20 anos (48%), uma área coberta inferior a 1000 m² (52%), paredes em alvenaria (96%), coberturas em fibrocimento (39%) e chapas metálicas (26%) e desvãos pouco ventilados ou não ventilados (65%). No total, os 17 estabelecimentos possuem 50 câmaras de refrigeração, correspondendo em média 3 câmaras por cada um. O volume total das câmaras de refrigeração é de 31 887,4 m³. As paredes de 41 câmaras de refrigeração são construídas em painéis de poliuretano (82%) e as restantes 9 câmaras são construídas em alvenaria com isolamento em corticite ou painéis de poliuretano (18%). As espessuras das paredes construídas em painéis de poliuretano são de 60 mm (44%) e 80 mm (56%). Da análise dos trabalhos de campo, constatamos através das medições experimentais que as temperaturas exteriores das envolventes às câmaras são elevadas (35 a 50°C), antevendo-se que as espessuras das mesmas para estas condições são reduzidas, favorecendo o aumento das cargas térmicas por condução para o seu interior. Estas conclusões foram confirmadas através de termogramas obtidos às paredes das câmaras. Esta situação é agravada com a existência de desvãos pouco arejados ou fechados onde aí, por motivos do efeito de estufa, registamos temperaturas superiores a 50°C. A utilização das câmaras é frequentemente inadequada, ou por serem usadas a carga parcial ou por se encontrarem totalmente cheia obstruindo a circulação do ar proveniente dos evaporadores, no seu interior.

3.3- Características dos sistemas de refrigeração

Para efetuar o arrefecimento e conservação da fruta os estabelecimentos utilizam 27 sistemas de refrigeração do tipo de compressão mecânica de vapor por expansão direta, distribuídos por 4 unidades de condensação, 11 sistemas individuais de frio, 12 centrais de frio e 2 centrais de frio de circuito indireto. No seu conjunto, os sistemas de refrigeração utilizam 45 compressores dos quais 36 são do tipo semi-herméticos, 3 herméticos e 6 abertos. Os fluidos frigorígenos usados nas instalações de frio são o R22, R404A e a água com glicol (30%). Os equipamentos apresentam algum elevado uso, deficiência de manutenção e uma localização dos equipamentos inadequados, nomeadamente situados em locais muito quentes e fechados. Os processos de descongelação usados são do tipo elétrico, a água e gás quente. O descongelamento por água é utilizado em várias instalações por ser eficiente e barato e não afetar em demasia a desidratação da fruta. Contudo exige um controlo regular dos caudais de água, periodicidade das descongelações e funcionamento dos compressores e ventiladores dos evaporadores. A eficiência do processo pode aumentar utilizando água aquecida através do calor do gás quente que se desloca para os condensadores. Encontramos 6 instalações a usar este processo de aquecimento de água através de permutadores de calor instalados nas condutas de refrigerante que se desloca para o condensador da instalação. Durante os trabalhos de campo verificamos que existem isolamentos das condutas de aspiração deficientes e em mau estado de conservação, sobreaquecimentos elevados do fluido frigorígeno à entrada do compressor, saltos térmicos elevados dos evaporadores (encontramos saltos térmicos iguais a 14°C), tanque de água com glicol subdimensionados, e instalados em locais quentes ou ao sol sem qualquer proteção ou sombreamento.

3.4- Consumos de energia e indicadores específicos

Os estabelecimentos utilizam só energia do tipo elétrica. Este tipo de energia é utilizada para acionar os vários equipamentos da central de frutas, nomeadamente, os equipamentos de calibragem, rotulagem, refrigeração, ar comprimido, escritório e iluminação. Em geral os proprietários tentam ajustar os tarifários ao perfil da actividade para minimizar os consumos de energia. Na figura 1 apresenta-se o diagrama de consumo de energia com o perfil do tarifário dos estabelecimentos estudados. Conforme se constata desta figura, a maioria das tarifas são trihorárias ou tetrahorárias para aproveitarem os custos da energia mais baixos nas horas de super-vazio e vazio. Por Exemploo estabelecimento F14 possui 2 centrais de refrigeração de circuito indireto, para arrefecimento das suas 10 câmaras de atmosfera controlada, através de água mais glicol e como se constata o arrefecimento do fluido secundário é efetuado nas horas em que a energia é menos cara e por isso apresenta uma quantidade de consumo de energia nas horas de ponta mais baixo em relação a todos os restantes estabelecimentos. Da análise das faturas de energia elétrica constatamos que ainda existem muitos estabelecimentos a consumir energia reativa devido ao baixo fator de potência, tendo que, por isso pagar um custo acrescido na fatura elétrica. Este problema pode facilmente ser solucionado com a instalação de baterias de condensadores para compensação da energia reativa necessária.

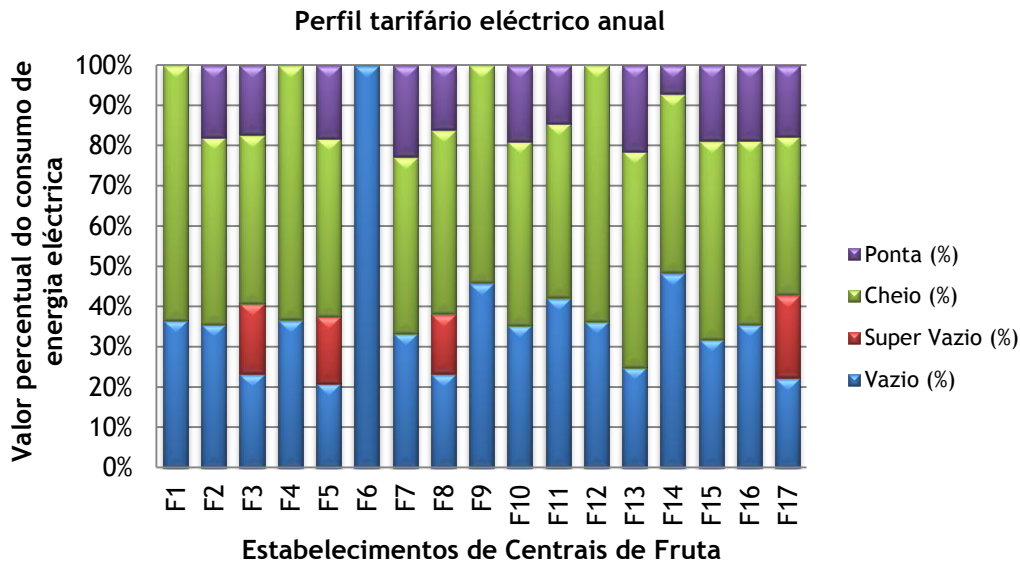


Figura 1- Perfil do consumo anual de energia eléctrica em relação aos tarifários

Para análise do desempenho energético de cada estabelecimento construímos dois indicadores específicos de consumo de energia, o SEC e o SECV. O primeiro é o consumo específico de energia eléctrica por unidade de tonelada de fruta refrigerada anualmente (kWh/ton) e é determinado através da eq. 1 e o segundo é o consumo específico de energia eléctrica por unidade de volume de câmaras de refrigeração de cada estabelecimento (kWh/m³) e é calculado pela eq. 2.

$$SEC = \frac{E}{MP} \quad (1)$$

$$SECV = \frac{E}{V} \quad (2)$$

sendo, E igual à quantidade anual de energia eléctrica consumida (kWh), MP a quantidade anual de fruta refrigerada (ton) e V o volume total das câmaras de refrigeração de cada estabelecimento (m³). Na tabela 1 apresentamos os resultados obtidos em cada um dos estabelecimentos da quantidade de fruta refrigerada, do consumo de energia eléctrica consumida, do volume total das câmaras de refrigeração, da potência eléctrica total dos compressores de refrigeração, da estiva (relação da quantidade anual de fruta refrigerada e o volume total das câmaras de refrigeração) e finalmente dos indicadores SEC e SECV. Da análise desta tabela podemos constatar que em termos globais os 17 estabelecimentos consumiram anualmente 1 530 184 kWh.

Tabela 1- Resultados dos estabelecimentos das centrais de fruta

Estabelecimento	Fruta refrigerada (ton)	Consumo de energia eléctrica (kWh)	Volume das câmaras de frio (m ³)	Potência dos compressores (kW)	ESTIVA (ton/m ³)	SEC (kWh/ton)	SECV (kWh/m ³)
F1	385	23183	280	4,6	1,4	60,2	82,8
F2	4015	248613	4758	74	0,8	61,9	52,3
F3	608,4	42247	1188	34,4	0,5	69,4	35,6
F4	1226	39330	1206	23	1,0	32,1	32,6
F5	785	35583	1215,6	26,7	0,6	45,3	29,3
F6	305	11355	346,5	6,5	0,9	37,2	32,8
F7	540	20250	438,5	19,4	1,2	37,5	46,2
F8	900	57619	991	31	0,9	64,0	58,1
F9	285	16862	336	9,2	0,8	59,2	50,2
F10	1020	42965	1200	32	0,9	42,1	35,8
F11	460	40594	891,3	18	0,5	88,2	45,5
F12	605	37590	741	20	0,8	62,1	50,7
F13	414	26511	818,5	24	0,5	64,0	32,4
F14	6120	477784	9168	148	0,7	78,1	52,1
F15	3105	258460	4368	97,8	0,7	83,2	59,2
F16	746	43644	874	33	0,9	58,5	49,9
F17	1202	107594	3067	44	0,4	89,5	35,1

Da tabela 1 concluímos que os valores médios anuais das diferentes grandezas são 1337 toneladas de fruta refrigerada, 90011 kWh de consumo de energia eléctrica, 1876 m³ de volume de câmaras de refrigeração, 38 kW da potência eléctrica dos compressores de refrigeração, 0,8 ton/m³ de utilização das câmaras de refrigeração (estiva), 60,8 kWh/ton para o SEC médio e finalmente 46 kWh/m³ para o SECV. Na figura 2 apresentam-se os valores do SEC dos estabelecimentos e o respetivo valor médio encontrado para este sector. Como se observa existem estabelecimentos que apresentam valores do SEC superiores ao valor médio, indiciando que é possível obter um potencial de poupança de energia, se estes implementassem medidas de eficiência energética para atingirem o valor médio. Neste caso a poupança de energia alcançada seria de 17,2%. Esta economia de energia seria facilmente alcançada se fossem colmatadas as deficiências encontradas nos trabalhos de campo e que têm a ver com a necessidade de aumentar da espessura das paredes das câmaras de refrigeração para 100 mm, melhorar o isolamento das portas das câmaras e das envolventes dos estabelecimentos, melhorar a manutenção dos equipamentos de refrigeração, localizar os condensadores em locais sombreados, arejados e proceder à sua limpeza, não utilizar as câmaras a carga parcial, ajustar as temperaturas das câmaras de refrigeração e melhorar a gestão da energia, no tocante ao tarifário. Para este sector, encontramos na literatura [7] valores médios do SEC de 77,4 kWh/tonque é superior ao obtido para o conjunto dos nossos estabelecimentos. Apesar de ser um bom indicador, no entanto os nossos estabelecimentos não realizam o arrefecimento rápido da fruta como o fazem as indústrias indicadas nesta referencia o que justifica esta diferença. Contudo o nosso resultado também indicia que esta actividade está a ser realizada com tecnologia e procedimentos adequados similares aos dos outros países, nomeadamente Espanha.

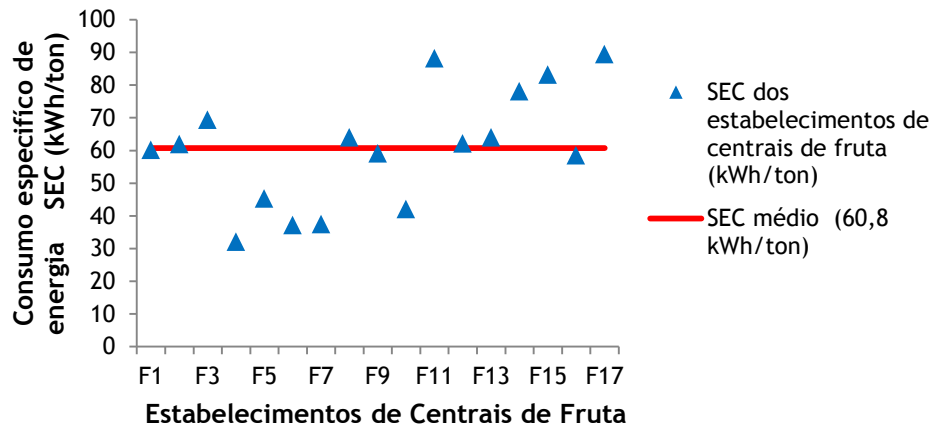


Figura 2- Consumo específico de energia elétrica das centrais de fruta por tonelada de produto

A figura 3 mostra os valores do SECV para o conjunto dos estabelecimentos. Conforme se constata, existe uma variação da utilização da energia por unidade de volume nos diferentes estabelecimentos. Três dos principais fatores encontrados para esta variação está relacionada com a utilização das câmaras a carga parcial, à grande rotatividade dos produtos no interior das câmaras em alguns estabelecimentos e ao mau uso das câmaras, nomeadamente, obstrução dos evaporadores, portas muito tempo abertas ou maus isolamentos das portas e das câmaras. O sub-dimensionamento dos sistemas de refrigeração é também um grave problema, pois nestas condições demoram a atingir o valor desejado da temperatura da fruta no interior das câmaras, com o correspondente aumento do consumo da energia.

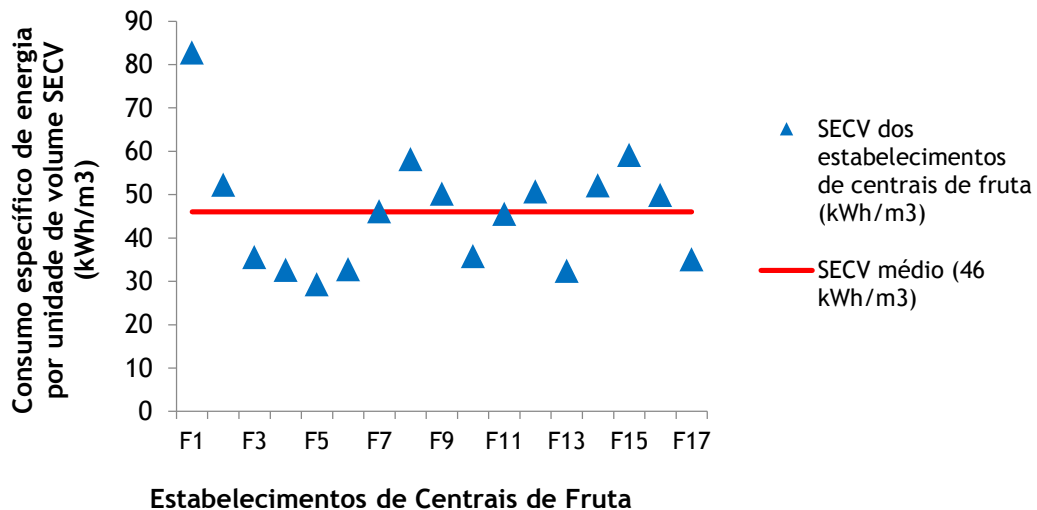


Figura 3- Consumo específico de energia elétrica das centrais de fruta por unidade de volume das câmaras

Tendo em conta as potências elétricas dos compressores de cada estabelecimento apresentadas na tabela 1, e admitindo um COP médio de 2,8 para os sistemas de refrigeração, obtemos as respetivas potências frigoríficas. Com estes resultados concluímos que o valor médio da relação da potência frigorífica por unidade de volume das câmaras de refrigeração é

igual a 69 W/m^3 . Este valor encontra-se dentro dos limites de 50 a 100 W/m^3 , mencionados por IIF [5], para os estabelecimentos que exercem actividade com frutas de primavera e verão, de curta duração, como é o nosso caso. Os valores obtidos permitem-nos também concluir os seguintes factos: existem vários estabelecimentos que apresentam valores deste indicador próximos do limite inferior do intervalo e alguns deles até abaixo do limite inferior (F1, F11 e F17) o que indicia o sub-dimensionamento das instalações frigoríficas para realizar a sua actividade, outros apresentam valores deste indicador claramente acima do limite superior (F7 e F17), neste caso compreensível porque estas indústrias têm sistemas de refrigeração para realizar o arrefecimento rápido da fruta e constatamos no terreno que estavam inclusive sobredimensionados e finalmente os estabelecimentos F2 e F14, que desenvolvem actividade anual, com frutas de inverno (maçã e pera), neste caso com períodos longos de conservação, apresentam valores de 44 e 45 W/m^3 que se encontram dentro dos limites do intervalo de 30 a 50 W/m^3 , mencionados por Billiard[8] e Duiven[9]. Estes resultados mostram que os nossos estabelecimentos apresentam na grande maioria as capacidades frigoríficas para desempenhar as suas actividades, embora se admita que existe uma grande variabilidade de valores deste indicador, indiciando uma não uniformização do dimensionamento das instalações frigoríficas das centrais de fruta.

4. Conclusões

Neste estudo efetuamos a análise dos estabelecimentos de centrais de fruta da região da Beira Interior de Portugal. Analisamos o tipo de actividade e processo produtivo, as características dos estabelecimentos em relação aos aspetos construtivos das infraestruturas e das câmaras e sistemas de refrigeração e obtivemos indicadores específicos que nos permitem caracterizar o desempenho energético das centrais de fruta. Deste trabalho concluímos que os estabelecimentos apresentam desempenhos energéticos diferentes entre si, e que existe um potencial de poupança de energia de $17,2 \%$ que é possível alcançar com a implementação de medidas de eficiência energética simples. Entre elas destacamos a necessidade de melhorar o isolamento das envolventes e das câmaras de refrigeração, melhorar a gestão da actividade (manter portas fechadas, colocar fitas plásticas ou cortinas de ar), melhorar a manutenção dos sistemas de refrigeração e instalar os equipamentos em locais adequados, nomeadamente os condensadores. Também constatamos que os proprietários dos estabelecimentos utilizam as câmaras de conservação para realizar o pré-arrefecimento, originando uma maior rotatividade da fruta no interior das câmaras e uma maior dificuldade em alcançar a temperatura de conservação recomendada para as diferentes espécies. Os resultados obtidos também nos permitem concluir que as características dos estabelecimentos e os valores do indicador da relação da potência frigorífica por unidade de volume se encontram dentro dos limites recomendados na literatura internacional.

REFERÊNCIAS

- [1] INE, *Indicadores da Produção Agrícola Nacional*. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000021&contexto=bd&selTab=tab2 (25-08-2015).
- [2] Fraser, H.W., *Tunnel de refroidissement par air pulse pour le conditionnement des fruits et des légumes frais*. Division de l'Agriculture et des Affaires rurales du MAAARO, Vineland. Ontário, 1998.
- [3] Filho, L.C.N., *Refrigeração e Alimentos*. Faculdade de Engenharia dos Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

- [4] Álvaro, A.H., *Post cosecha*. ARDA- Serveis al sector agroalimentaria, Lleida, 2001.
- [5] IIF, *100 ans d' innovation dans le froid*. Revue Générale du Froid et du Conditionnement d' air et l' Association Française du Froid, Paris, 2008.
- [6] Victoria, S., *Energy Efficiency Best Practice Guide Industrial*. StateGovernment Victoria, Melbourne, 2009.
- [7] Matínez-Jávega, J.M., “La frigoconservación en naranjas e mandarinas”. *Phytoma* 90 (1997), pp. 136-140.
- [8] Billiard, F., “Nouveaux développement de la chaîne du froid: spécificités des pays chauds”. *Bulletin of the the International Institute of Refrigeration- N.º3*, 2003.
- [9] Duiven, J.E., Binard, P., “Refrigerated storage: new developments”. *Bulletin of the International Institute of Refrigeration- N.º 2*, 2002.