

Qualificação organizacional, energética
e de segurança e saúde no trabalho
da indústria agroalimentar



Mais estratégia, Mais eficiência

Caracterização e Análise Energética de Empresas Agroalimentares



www.maisagro.pt

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional



Mais estratégia, Mais eficiência

Caracterização e Análise Energética de Empresas Agroalimentares

Pedro Dinis Gaspar

(coordenação)

Data

Fevereiro 2018

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

Titulo:

Caracterização e Análise Energética
de Empresas Agroalimentares

Coordenação editorial:

Pedro Dinis Gaspar
Miguel Elias

Autores e copyright:

Pedro Dinis Gaspar
Miguel Elias
Carlos Dias Pereira
Luís Pinto de Andrade
Rita Pinheiro
Teresa Paiva
Cláudia Soares
João Gândara
Marta Henriques
Marta Laranjo
Maria Eduarda Potes
Ana Cristina Agulheiro Santos
Fernando Charrua Santos
Pedro Dinho da Silva
José Nunes
Paula Coutinho
João Carneiro
João Pedro Várzea
Manuela Vaz Velho
Maria Alberta Araújo
Maximiano Ribeiro
Joana Santos
João Matias

Data:

Fevereiro 2018

Projeto gráfico e design:

Catarina Laginha

Nota Explicativa:

Este estudo de caracterização foi desenvolvido no âmbito do projeto +AGRO - Qualificação organizacional, energética e de segurança e saúde no trabalho da indústria agroalimentar (Sistema de Apoio a Ações Coletivas - SIAC: 04/SIAC/2015, Ref.: 16159)
O documento encontra-se disponível para download em www.maisagro.pt.

Agradecimentos:

O editor e autores agradecem ao “Programa Operacional Fatores de Competitividade” - COMPETE, pelo financiamento atribuído ao projeto +AGRO.

O consórcio do Projeto +AGRO agradece a todas as instituições, entidades e organismos, governamentais, públicos e privados, que, de algum modo, quer pela disponibilização de dados, quer pelas indicações fornecidas, contribuíram para a elaboração do presente estudo.

ISBN:

978-989-654-452-2

Parceiros

Universidade da Beira Interior



Universidade de Évora



Instituto Politécnico de Castelo Branco



Instituto Politécnico
de Castelo Branco

Instituto Politécnico de Coimbra



Instituto Politécnico da Guarda



Instituto Politécnico de Viana do Castelo



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

InovCluster

Associação do Cluster Agro-Industrial do Centro



Enquadramento

O projeto +Agro - *Qualificação organizacional, energética e de segurança e saúde no trabalho da indústria agroalimentar* visa qualificar as Pequenas e Médias Empresas (PME's) do setor agroalimentar para a adoção de estratégias inovadoras, com recurso às Tecnologias da Informação, Comunicação & Eletrónica (TICE), que lhes permitam aumentar a sua produtividade e eficiência ao nível da prevenção de riscos de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), da eficiência energética e da otimização de processos de produção.

O projeto vai incidir nomeadamente nos subsectores dos produtos cárneos, dos produtos hortofrutícolas, dos produtos lácteos e dos produtos de padaria, por serem nestes onde existe um maior número de empresas com produtos diferenciados com valorização nos mercados nacional e internacional.

A estratégia na qual assenta o projeto baseia-se numa lógica de criação de soluções expeditas e de fácil acesso e utilização que respondam de forma efetiva, eficaz e eficiente às falhas de mercado identificadas, nos subsectores e vertentes do estudo, pelo conhecimento aprofundado da realidade das empresas nas NUTs II Centro, Norte e Alentejo. Assim, as soluções de base tecnológica com recurso às TICE, disponibilizadas numa única plataforma de acesso livre pelas PME's (www.maisagro.pt), versam ferramentas práticas que constituam soluções para melhoria da gestão da produção, da eficiência energética e da SST e que sejam capacitadoras à introdução de inovação. Toda esta abordagem é também pautada pela disseminação das boas práticas nas distintas vertentes investigadas no projeto.

As atividades do projeto incluem o diagnóstico inicial com análise do conhecimento e informação existente, recolha de informação e medição de parâmetros em empresas dos subsectores dos produtos cárneos, hortofrutícolas, lácteos e de padaria, para a caracterização dos processos e atividades produtivas; condições

relacionadas com os consumos energéticos e métodos, procedimentos e sistemas de promoção da eficiência energética; e de análise das condições de SST.

A análise da informação recolhida e dos parâmetros mensurados destina-se a apoiar a criação de ferramentas TICE para cada um dos domínios diferenciadores abrangidos e por cada um dos subsectores supracitados. Estas ferramentas destinam-se à caracterização dos perigos e riscos específicos e de boas práticas à sua mitigação; de boas práticas para a eficiência energética e capacitação para a implementação de soluções energéticas inovadoras e amigas do ambiente; de análise e caracterização dos principais estrangulamentos ao nível da aplicação dos métodos tecnológicos, organizacionais e de gestão de sistemas produtivos.

A última fase do projeto reside na disseminação de resultados, visando assegurar a universalidade de acesso ao conhecimento e ferramentas produzidas a todos os seus potenciais utilizadores, e paralelamente promover e apoiar a introdução de inovação nas empresas do setor agroalimentar.

Assim, o projeto visa identificar fatores críticos de sucesso para o aumento da produtividade das PME's do setor agroalimentar com base no conhecimento da realidade setorial e regional e apoiar a criação de vantagens competitivas e valorização das empresas através da aplicação de boas práticas ambientais e sociais, ligadas à adoção de práticas de gestão da produção inovadoras, eficiência energética e SST, e à exploração e comunicação dessas vantagens. Da utilização das ferramentas desenvolvidas no âmbito do projeto nasce um potencial de inovação capaz de induzir desenvolvimento de novos produtos e processos, mais competitivos e com maior valor acrescentado. Desta forma, é previsto que os resultados do projeto tenham impacto a montante e a jusante do setor agroalimentar e em setores transversais. Não obstante, tratando-se de um projeto com enfoque no setor agroalimentar, tem impacto direto sobre o setor agrícola, que nas regiões de abrangência do projeto apresenta importância fundamental para a coesão social e territorial e para a criação de riqueza baseada numa valorização dos produtos tradicionais, que aliando tradição e inovação, potencia o aparecimento de produtos de excelência.

Agradecimentos

O editor e autores agradecem ao Portugal 2020, COMPETE 2020 - Programa Operacional da Competitividade e Internacionalização (POCI) o financiamento do projeto +Agro - Qualificação organizacional, energética e de segurança e saúde no trabalho da indústria agroalimentar (Sistema de Apoio a Ações Coletivas - SIAC: 04/SIAC/2015, Ref.: 16159), no âmbito do qual este livro foi produzido.

O consórcio do Projecto +AGRO agradece a todas as instituições, entidades e organismos, governamentais, públicos e privados, que, de algum modo, quer pela disponibilização dados, quer pelas indicações fornecidas, contribuíram para a elaboração do presente estudo "Caracterização do Processo Produtivo em Empresas Agroalimentares".

Resumo

Através de um diagnóstico inicial baseado na análise do conhecimento, informação existente, recolha de informação e medição de parâmetros num conjunto de 60 empresas dos subsectores dos produtos cárneos, hortofrutícolas, lácteos e panificação, o presente relatório apresenta os resultados da caracterização energética em empresas do setor agroalimentar.

Executando uma análise técnica ao estado da arte, através do estudo da organização, de acordo com a informação disponível, é realizada uma comparação das empresas em análise com a performance da indústria, globalmente, por região ou setor de atividade.

Verifica-se, através da análise ao presente relatório, quais os fatores que permitem a criação de valor no setor agroindustrial de uma forma contínua para a cadeia de valor organizacional. Por outro lado, entre os diversos pontos a melhorar, considerando as organizações em análise, destaca-se a cultura de inovação e a digitalização dos processos de produção (Indústria 4.0).

Pretende-se, com a aplicação prática do conhecimento gerado pelo presente relatório, a criação de ferramentas que constituam soluções para a melhoria da gestão da produção que promovam a introdução de métodos de inovação na cultura e performance organizacional de forma a tornar as organizações do setor competitivas e com impacto nos mercados internacionais.

Palavras-chave

Base de dados, Indústria, Inovação, Competitividade, Agroalimentares, Cárneos, Hortofrutícolas, Lácteos, Panificação, Pastelaria, Energia, Consumos, Câmaras de refrigeração, Geradores de calor.

Abstract

Through an initial diagnosis based on the analysis of knowledge, existing information, information gathering and measurement of parameters in a set of companies (60) that process meat, horticulture, dairy and baking products, this report aims to characterize the processes and productive activities in agro-food companies.

By performing a technical analysis to the state of the art, through the study of productive activities organization, technological level and trends in the product development, according to the available information it is possible to make a comparison of the companies in analysis with the performance of the industry, globally, by region or activity sector.

It is verified through the analysis of this report, which factors allow the value creation in the agro-industrial sector through value chain. On the other hand, among the various points to be improved, stands out innovation culture and digitization of production processes (Industry 4.0).

With the application of this report it is intended the creation of solutions to be applied in production management that promote the development of innovation methods in the culture and performance of organizations in order to make them competitive and impacting international markets.

Keywords

Database, Industry, Innovation, Competitiveness, Agribusiness, Meat, Horticultural, Dairy, Bakery, Pastry, Energy, Consumption, Refrigeration chambers, Heat generators.

Índice

Parceiros.....	iii
Enquadramento.....	v
Agradecimentos	vii
Resumo.....	ix
Palavras-chave	xi
Abstract.....	xiii
Keywords	xv
Índice	xvii
Lista de Figuras.....	xxi
Lista de Tabelas.....	xxv
Nomenclatura.....	xxvii
1. Objetivo Geral.....	1
1.1. Identificação e caracterização do público-alvo.....	1
1.2. Distribuição geográfica das empresas objeto de estudo	2
1.3. Distribuição das empresas objeto de estudo por subsector agroindustrial.....	3

2. Estado da Arte	5
2.1. Eficiência Energética – Enquadramento Geral	5
2.2. Definição e benefícios da eficiência energética	8
2.3. O Caminho a Seguir.....	12
2.4. Tipos de indicadores de eficiência energética	18
2.5. Indicadores de Eficiência Energética na Indústria	25
3. Metodologia de Realização de Estudo	27
3.1. Recolha de Informação	27
3.2. Medição de Parâmetros	30
4. Estudo - Especificações Técnicas	31
4.1. Recolha de dados da indústria	31
4.2. Recolha e quantificação dos consumos energéticos	32
4.3. Caracterização do tarifário e do consumo de energia elétrica	33
4.4. Geradores de calor	35
4.5. Câmaras/arcas de refrigeração/congelação	36
4.6. Fontes de calor em câmaras de refrigeração e/ou de congelação.....	38
4.7. Desagregação dos Consumos de Energia Elétrica	40
5. Análise de Resultados	41
5.1. Análise Comparativa por Setor.....	41
5.1.1. Quantificação dos consumos energéticos.....	41
5.1.2. Caracterização do tarifário.....	44
5.1.3. Geradores de calor	45

5.1.4.	Câmaras de refrigeração e/ou congelação.....	46
5.1.5.	Fontes de calor em câmaras de refrigeração e/ou congelação	50
5.2.	Análise Comparativa por NUT	52
5.2.1.	Quantificação dos consumos energéticos	52
5.2.2.	Caracterização do tarifário	55
5.2.3.	Geradores de calor	56
5.2.4.	Câmaras de refrigeração e/ou congelação.....	57
5.2.5.	Fontes de calor em câmaras de refrigeração e/ou congelação	61
6.	Medidas de Eficiência Energética	63
6.1.	Infraestruturas	63
6.2.	Iluminação	64
6.3.	Equipamento de Escritório.....	65
6.4.	Manutenção de equipamentos.....	66
6.5.	Isolamentos térmicos.....	67
6.6.	Formação e sensibilização dos recursos humanos.....	67
6.7.	Redução da energia reativa.....	68
6.8.	Câmaras de refrigeração / congelação	69
6.9.	Sistemas de produção de frio	70
6.10.	Ar Comprimido	73
6.11.	Geradores de vapor / águas quentes	74
6.12.	Caraterísticas dos consumos de energia eléctrica	74
6.13.	Aproveitamento de energias renováveis	75

6.14. Gestão de energia	76
7. Conclusões	79
Referências Bibliográficas	81

Lista de Figuras

Figura 1 - Distribuição de empresas por setor.....	2
Figura 2 - Distribuição de empresas por NUT II.....	3
Figura 3 - Distribuição de empresas por setor e NUT II – Norte.	3
Figura 4 - Distribuição de empresas por setor e NUT II – Centro.	4
Figura 5 - Distribuição de empresas por setor e NUT II – Alentejo.	4
Figura 6 - Consumo de energia primária por fonte energética [Fonte: INE].	7
Figura 7 - Consumo de energia final por setor de atividade [Fonte: INE].	7
Figura 8 - Dependência energética nacional [Fonte: INE].....	8
Figura 9 - Alteração da temperatura média na terra [Fonte: IPPC AR5WG]	11
Figura 10 - Estratégias para o desenvolvimento sustentável [3].....	12
Figura 11 - Balanço energético de um sistema convencional [5]	14
Figura 12 - Balanço energético de um sistema de cogeração [5]	14
Figura 13 - Balanço energético de um sistema de trigeriação [Fonte: GNF].....	15
Figura 14 - Alguns potenciais métodos de fixação de CO ₂ [2].	17
Figura 15 - Consumo médio por fonte de energia das empresas [tep/ano].....	32
Figura 16 - Consumo médio por fonte de energia das empresas [€/ano].....	33
Figura 17 - Empresas por operador de energia elétrica [%].....	34
Figura 18 - Empresas por tarifário [%].	34
Figura 19 - Tipo de gerador de calor das empresas [%].	35
Figura 20 - Tipo de combustível utilizado pelas empresas [%].	35
Figura 21 - Piso das câmaras/arcas de refrigeração/congelação [%].	36

Figura 22 - Material utilizado nas câmaras/arcas de refrigeração/congelação [%].	37
Figura 23 - Isolamento utilizado nas câmaras/arcas de refrigeração/congelação [%].	37
Figura 24 - Fluido frigorígeno presente nas empresas [%].	39
Figura 25 - Tipo de sistema de refrigeração das empresas [%].	39
Figura 26 - Tipo de iluminação das câmaras das empresas [%].	39
Figura 27 - Consumo médio anual de energia por setor [tep/ano].	42
Figura 28 - Consumo médio anual de energia por setor [€/ano].	43
Figura 29 - Consumo específico de energia por setor [tep/ton].	44
Figura 30 - Operador de energia elétrica por setor [%].	44
Figura 31 - Tarifário por setor [%].	45
Figura 32 - Tipo de gerador de calor por setor [%].	45
Figura 33 - Tipo de combustível por setor [%].	46
Figura 34 - Material das câmaras/arcas por setor [%].	47
Figura 35 - Isolamento das câmaras/arcas por setor [%].	47
Figura 36 - Piso das câmaras/arcas por setor [%].	47
Figura 37 - Volume mínimo e máximo das câmaras/arcas por setor [m3].	48
Figura 38 - Temperatura mínima e máxima das câmaras/arcas por setor [oC].	48
Figura 39 - Humidade Relativa mínima e máxima das câmaras/arcas por setor [%].	49
Figura 40 - Volume médio das câmaras/arcas por setor [m3].	49
Figura 41 - Temperaturas e Humidades Relativas médias das câmaras/arcas por setor.....	49
Figura 42 - Tipo de iluminação das câmaras de refrigeração/congelação por setor [%]	50
Figura 43 - Tipo de sistema de refrigeração por setor [%].	51
Figura 44 - Fluido frigorígeno por setor [%].	51

Figura 45 - Estado geral de conservação das câmaras de refrigeração/congelação por setor [%].	51
Figura 46 - Consumo médio de energia por NUT [tep/ano].	53
Figura 47 - Consumo de energia por NUT [€/ano].	54
Figura 48 - Consumo específico de energia por NUT [tep/ton].	54
Figura 49 - Operador de energia elétrica por NUT [%].	55
Figura 50 - Tarifário por NUT [%].	56
Figura 51 - Tipo de gerador de calor por NUT [%].	56
Figura 52 - Tipo de combustível por NUT [%].	57
Figura 53 - Tipo de material das câmaras/arcas por NUT [%].	58
Figura 54 - Tipo de isolamento das câmaras/arcas por NUT [%].	58
Figura 55 - Tipo de piso das câmaras/arcas por NUT [%].	58
Figura 56 - Volume das câmaras/arcas por NUT [m ³].	59
Figura 57 - Temperatura mínima e máxima das câmaras/arcas por NUT [0C].	59
Figura 58 - Humidade Relativa mínima e máxima das câmaras/arcas por NUT [%].	59
Figura 59 - Volume médio das câmaras/arcas por NUT [m ³].	60
Figura 60 - Temperaturas e Humidades Relativas médias das câmaras/arcas por NUT.	60
Figura 61 - Tipo de iluminação das câmaras de refrigeração/congelação por NUT [%].	61
Figura 62 - Tipo de sistema de refrigeração por NUT [%].	62
Figura 63 - Fluido frigorígeno por NUT [%].	62
Figura 64 - Estado geral de conservação das câmaras de refrigeração/congelação por NUT [%].	62
Figura 65 - Energia Ativa / Energia Reativa [Fonte: Coelba – Grupo Neoenergia]. ..	68

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Codificação das empresas. 29

Nomenclatura

FER - Fontes de Energia Renováveis

IEA - *International Energy Agency*

GEE – Gases Efeito de Estufa

BCSD - Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável

IPPC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climática

DGA – Direção Geral do Ambiente da Comissão Europeia

INE – Instituto Nacional de Estatística

GNF – Gás Natural Fenosa

PREn - Plano de Racionalização do Consumo de Energia

CEE - Consumo Específico de Energia

IE - Intensidade Energética

IC - Intensidade Carbónica

PIB - Produto Interno Bruto

PNB - Produto Nacional Bruto

ONU – Organização das Nações Unidas

tep – Tonelada Equivalente de Petróleo

NUTS – Nomenclatura das Unidades Territoriais

BTE – Baixa Tensão Especial

BTN – Baixa Tensão Normal

1. Objetivo Geral

O presente estudo incide na caracterização do processo produtivo de empresas agroalimentares, especificamente dos subsectores de transformação de Cárneos, Hortofrutícolas, Lácteos e Panificação. Foi realizada uma amostra de 60 empresas inseridas no território pertencente às NUT's: Norte, Centro e Alentejo.

Este estudo insere-se no projeto +AGRO realizado no âmbito do Portugal 2020 (Projeto 04/SIAC/2015 – SIAC 16159) através do qual se objetiva a caracterização do processo produtivo, a caracterização energética e uma análise das condições de Saúde e Segurança no Trabalho em empresas Agroalimentares referidas.

Pretende-se qualificar as PME's do setor agroalimentar para a adoção de estratégias inovadoras, com recurso à TICE, que lhe permitam aumentar a sua produtividade e eficiência em termos de:

- Otimização de Processos de Produção;
- Eficiência Energética;
- Prevenção de Riscos no Trabalho.

Sendo o projeto +AGRO realizado de forma integrada e tendo diferentes fases de realização este documento incide na caracterização do processo produtivo.

1.1. Identificação e caracterização do público-alvo

Define-se que o projeto irá incidir nos subsectores dos produtos Cárneos, produtos Hortofrutícolas, produtos Lácteos e produtos provenientes de Padarias/Pastelarias,

uma vez que nestas tipologias de produtos existe um maior número de empresas com produtos diferenciadores e valorizados nos mercados nacional e internacional.

De acordo com a recolha de dados efetuada, foram analisadas um total de 60 empresas distribuídas pelos seguintes subsetores: 15 pertencem ao subsetor dos produtos Cárneos, 12 ao subsetor dos produtos Hortofrutícolas, 16 pertencem ao subsetor dos produtos Lácteos e 17 tem como base o subsetor da Panificação (inclui produtos de Padaria e Pastelaria), como se pode verificar na Figura 1.

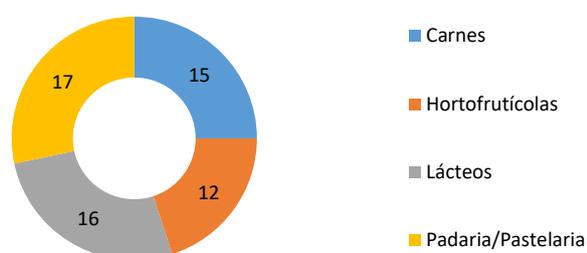


Figura 1 - Distribuição de empresas por setor.

1.2. Distribuição geográfica das empresas objeto de estudo

No que concerne à distribuição geográfica das empresas objeto de estudo, caracterizam-se por estarem localizadas em três diferentes NUTs II: Norte, Centro e Alentejo.

Considerando a recolha de dados efetuada, verifica-se que um total de 20 empresas pertence à NUT II Norte, 21 empresas à NUT II Centro e 19 empresas à NUT II Alentejo (Figura 2).

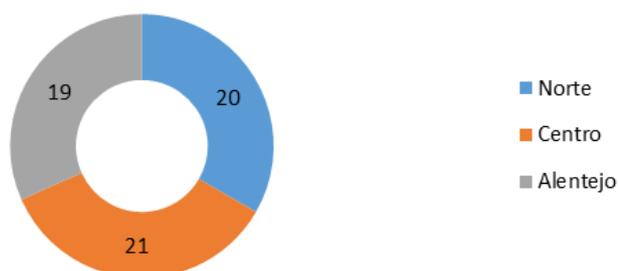


Figura 2 - Distribuição de empresas por NUT II.

1.3. Distribuição das empresas objeto de estudo por subsector agroindustrial

Pretende-se com esta análise, realizar a distribuição das empresas estudadas, por NUT II e subsector no qual esta está inserida (Figura 3).

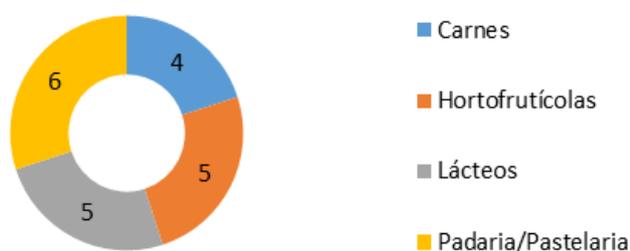


Figura 3 - Distribuição de empresas por setor e NUT II – Norte.

No que diz respeito à NUT II – Norte, verifica-se que do total de 20 empresas, 4 pertencem ao subsector dos produtos Cárneos, 5 pertencem ao subsector dos Hortofrutícolas, 5 pertencem ao subsector dos produtos lácteos e 6 tem na sua origem produtos de Panificação (Figura 4).

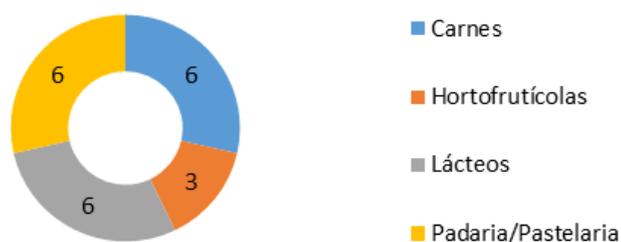


Figura 4 - Distribuição de empresas por setor e NUT II – Centro.

Em relação às organizações analisadas da NUT II – Centro (21), distribuem-se pelos subsectores de produtos Cárneos (6), produtos Hortofrutícolas (3), produtos Lácteos (6) e produtos de Panificação (6) (Figura 5).

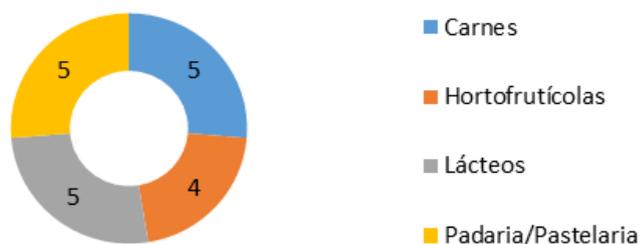


Figura 5 - Distribuição de empresas por setor e NUT II – Alentejo.

Considerando a distribuição de empresas por setor na NUT II – Alentejo, do total de 19 empresas transformadoras alvo de estudo, 5 exercem a sua atividade nos produtos Cárneos, 4 nos produtos Hortofrutícolas, 5 nos produtos Lácteos e 5 nos produtos de Padaria/Pastelaria.

2. Estado da Arte

2.1. Eficiência Energética – Enquadramento Geral

As condições de vida na terra estão a mudar, com o passar do tempo, havendo cada vez mais fatores que estão a alterar o meio ambiente. O desenvolvimento económico das últimas décadas contribui para um grande aumento do consumo de energia proveniente de combustíveis fósseis. A natureza finita desses recursos naturais, e o impacto ambiental da sua produção e consumo, alertaram o mundo para a necessidade de mudança.

Como a solução a longo prazo para resolver este excessivo consumo de energia está longe de ser conhecida, devemos pensar a curto prazo, e neste contexto devemos passar a procurar fontes alternativas de energia, é neste âmbito que se aplica a eficiência energética. Esta estratégia e a utilização de energias renováveis são vistas como uma das melhores soluções para conseguir melhorar o meio ambiente e proporcionar ao Homem uma melhor qualidade de vida. A forma como usamos a energia é uma questão chave neste processo. Por isso é imprescindível haver um aumento da eficiência energética nas operações das empresas, não só para os custos das mesmas mas também para a diminuição da intensidade energética global [1].

A juntar a isto, é importante saber que de acordo com o atual ritmo de exploração, estima-se que as reservas petrolíferas conhecidas estejam na sua maioria esgotadas até ao ano de 2050 [2]. A eficiência energética constitui-se como uma valiosa oportunidade para as empresas, se afirmarem como parte da solução, com criação de valor real para o negócio e simultaneamente para a sociedade e para o ambiente [1]. Em 1992, na cimeira da Terra começou-se a falar deste grande problema, por consequência do relatório da Comissão Mundial para o Ambiente e o Desenvolvimento (“relatório Brundtland”) em 1987. Nesta cimeira defenderam-se medidas para

combater esta crise, presentes no documento COM (2001) 264. Em Portugal este processo iniciou-se em 1998, com o Plano Nacional para o desenvolvimento económico e social (2000-2006). Este documento define vários objetivos ambientais a serem alcançados para o período em questão. De várias discussões foi apresentada uma nova proposta, a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS 2005-2015), em Julho de 2004, completando a versão da ENDS de 2002.

De acordo com as Estatísticas do Ambiente de 2015 do INE, o setor energético que é essencial para o equilíbrio das economias mundiais, tem um forte impacto ambiental devido ao consumo de combustíveis fósseis. Através do consumo elevado destes combustíveis, o setor energético gera um nível considerável de emissões de gases com efeito de estufa, em particular dióxido de carbono (CO₂), que provocam as alterações climáticas.

Existe uma política nacional para as Fontes de Energia Renováveis (FER) que está integrada numa nova visão para 2020 do setor energético, a qual procura aproveitar as sinergias resultantes da articulação das estratégias para a procura e oferta de energia, tendo como principal objetivo colocar a energia ao serviço da economia e das famílias, garantindo em simultâneo a sustentabilidade de preços. Foi desta forma que foi estabelecido para Portugal, para 2020, um objetivo geral para reduzir o consumo de energia primária de 25% e um objetivo para a Administração Pública de 30%. No plano da utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis, pretende-se que os objetivos definidos para 2020, 31% do consumo final bruto de energia e 10% da energia utilizada nos transportes, sejam cumpridos com menor custo para a economia.

Em 2015, verificou-se um consumo de energia primária de 22 060 ktep, tendo aumentado 5,4% relativamente ao ano 2014. Este aumento do consumo de energia primária em 2015 deveu-se ao aumento do consumo de carvão (+21,5%) e de gás natural (+17,5%), face a 2014, isto devido à sua maior utilização nas centrais térmicas para produção de energia elétrica (Figura 6).

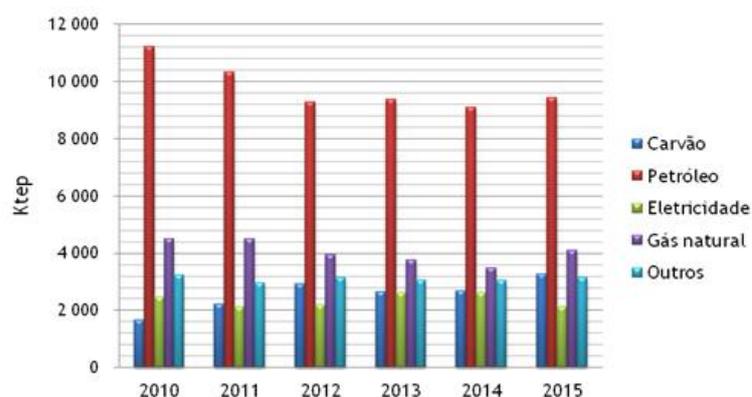


Figura 6 - Consumo de energia primária por fonte energética [Fonte: INE].

Em comparação com a estrutura de consumo de energia primária da UE28, de acordo com dados de 2014, Portugal tem uma maior dependência do petróleo, 43,4% face a 34,4%, mas por outro lado consome menos carvão, 12,8% face a 16,7% e a oferta energética proveniente de fontes renováveis (26,2%) é claramente superior à média da UE28 (12,6%).

O consumo de energia final em Portugal foi 15 351 ktep em 2015, mais 1,2% face a 2014. A estrutura do consumo final por setor de atividade manteve-se relativamente inalterada no período em análise, como se pode observar na Figura 7. Em 2015, o setor dos transportes foi responsável por 36,5% do consumo final (36,3% em 2014), a indústria por 29,2% (29,5% em 2014), as famílias por 16,5% (16,8% em 2014) e os serviços por 12,9% (12,8% em 2014).

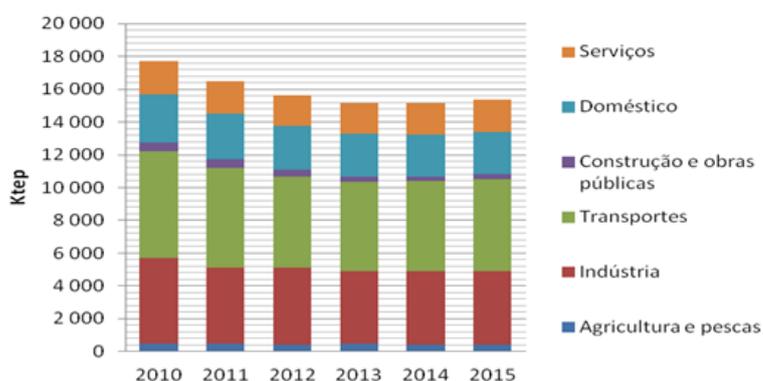


Figura 7 - Consumo de energia final por setor de atividade [Fonte: INE].

Através da Figura 8 verifica-se que em 2015, cerca de 78,3% da energia primária consumida em Portugal foi importada. Face a 2014, a dependência energética nacional aumentou 5,9 p.p. em 2015, o que se deveu sobretudo ao aumento das importações de carvão e gás natural, resultante do aumento de consumo destes combustíveis no setor de produção de eletricidade.

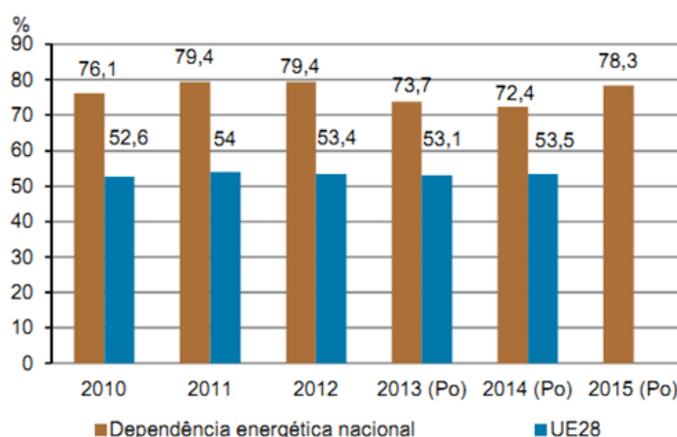


Figura 8 - Dependência energética nacional [Fonte: INE].

2.2. Definição e benefícios da eficiência energética

O termo “eficiência” descreve, segundo Hordeski (2005), a capacidade de equipamentos que operam em ciclos ou processos, produzirem os resultados esperados. Numa visão física, o conceito de “eficiência” estaria limitado aos processos em que há conversão de energia e em que as formas inicial e final, são visíveis ou perceptíveis – energia cinética, potencial, elétrica [3].

O conceito apresentado pela International Energy Agency (IEA, 2007) – de que a eficiência energética é a obtenção de serviços energéticos, como produção, transporte e calor, por unidade de energia utilizada, como gás natural, carvão ou eletricidade – é análogo ao apresentado por Raskin et al. (2002), que utiliza o termo “atividade” para relacionar o uso de energia, ou melhor, a necessidade de sua redução.

Adota-se então uma definição geral que resume esses conceitos: eficiência energética é a relação entre a quantidade de energia final utilizada e de um bem produzido ou serviço realizado.

Dentro deste conceito, a eficiência está associada à quantidade efetiva de energia utilizada e não à quantidade mínima teoricamente necessária para realizar um serviço, conceito que se aproximaria do potencial de eficiência. Além disso, observe-se que o conceito adotado é aplicável tanto à manufatura, em que há um bem físico cujo conteúdo energético pode ser delimitado, quanto aos serviços, em que o conteúdo energético não é por vezes tão claramente definido, embora neste caso seja mais pertinente considerar a energia requerida para prestação do serviço. Patterson (1996) destaca o entendimento de “eficiência energética” como um processo associado a um menor uso de energia por cada unidade de produção [3].

Segundo a Diretiva 2012/27/UE, eficiência energética é o rácio entre o resultado em termos do desempenho, serviços, bens ou energia gerados e a energia utilizada para o efeito.

Segundo a IEA os benefícios da eficiência energética são mudanças nas balanças comerciais de energia e emprego, aumento do acesso à energia e melhor acessibilidade dos serviços de energia, redução da poluição atmosférica e melhorias fiscais para entidades nacionais e subnacionais.

O BCSD Portugal (2015) nomeou os seguintes possíveis bloqueios ao investimento em projetos de eficiência energética:

- Contexto de incerteza económica;
- A energia não é assumida como uma variável de custo;
- Falta de cultura organizacional direcionada para a gestão de energia;
- O mercado das empresas de serviço de energia ainda é recente e relativamente desconhecido;
- Desconhecimento das tecnologias de gestão de energia disponíveis no mercado;

- Legislação;
- Financiamento;
- Linguagem técnica usada pelos profissionais de energia;
- Falta de alinhamento entre as propostas de projetos de eficiência energética e o modelo de negócios das empresas;
- Reduzido envolvimento da gestão de topo em temas de energia.

Nos últimos 150 anos o clima tem-se tornado progressivamente mais instável e mais quente. Se nada for feito, estas alterações têm tendência para se acentuar e para afetar negativamente o clima, com efeitos a nível dos recursos hídricos, das zonas costeiras, da agricultura, da saúde humana, da energia, e da biodiversidade.

A ocorrência destas alterações climáticas está diretamente relacionada com o crescimento das emissões dos Efeito de Estufa (GEE), em que o dióxido de carbono (CO₂) assume um papel preponderante. Outros gases relevantes para o efeito de estufa incluem o metano (CH₄), os óxidos de azoto (NO_x) e os compostos fluorados. As emissões de CO₂ e de NO_x produzidas pelo Homem são maioritariamente atribuídas ao sector energético e aos transportes.

A alteração rápida da temperatura da Terra pode originar ocorrências meteorológicas mais extremas (furacões, inundações, secas) com graves consequências para a segurança das populações, para o desenrolar das atividades económicas, para as infraestruturas, para o património, e para os ecossistemas. As mudanças nos padrões agrícolas, na utilização do solo, nos recursos hídricos e na migração da mão-de-obra poderão ter repercussões enormes na economia e na sociedade. Estes impactos teriam consequências económicas e sociais enormes.

Ao promover a sustentabilidade de forma a travar as alterações climáticas procuramos não apenas benefícios para o ambiente, mas também a nível económico e social. Com a ratificação do Protocolo de Quioto foram impostos os níveis de redução de Gases de Efeito de Estufa (GEE) aos países que o ratificaram. A União Europeia constitui uma das signatárias do protocolo, comprometendo-se a reduzir, como um todo, em 8% as

suas emissões de GEE, no período de 2008 a 2012, em relação aos níveis existentes no ano de referência (1990). Dadas as condições económicas, ambientais e sociais, a UE estabeleceu que Portugal poderia aumentar as suas emissões de GEE em 27%, durante o período mencionado, objetivo esse cujo cumprimento se afigura muito problemático. No seu todo a União Europeia-15 apresentava no ano 2000 um excesso de 2% relativamente à trajetória de evolução linear das emissões de GEE no período 1990-2010 para o compromisso de Quioto, enquanto Portugal apresentava um excesso superior a 20%. Embora o desenvolvimento sustentável exija a alteração de opções tecnológicas e de comportamentos para evitar consequências negativas para a sociedade no seu todo, também oferece grandes oportunidades. Cada vez mais se reconhece que uma política ambiental rigorosa não tem que travar o crescimento económico, mesmo que medido de forma convencional. São conhecidos exemplos de países e de empresas que têm conseguido conciliar esses objetivos com elevado sucesso [3].

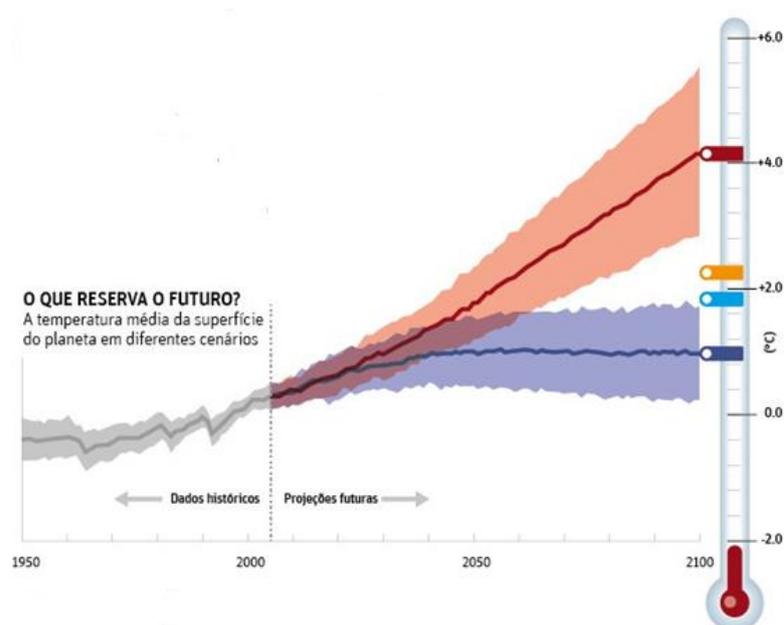


Figura 9 - Alteração da temperatura média na terra [Fonte: IPCC AR5WG]

2.3. O Caminho a Seguir

Para alcançar o desenvolvimento sustentável a nível energético existem três estratégias complementares [3]:

- Intensificação da eficiência energética e da cogeração;
- Aumento das energias renováveis;
- Fixação de CO₂ (Figura 11).

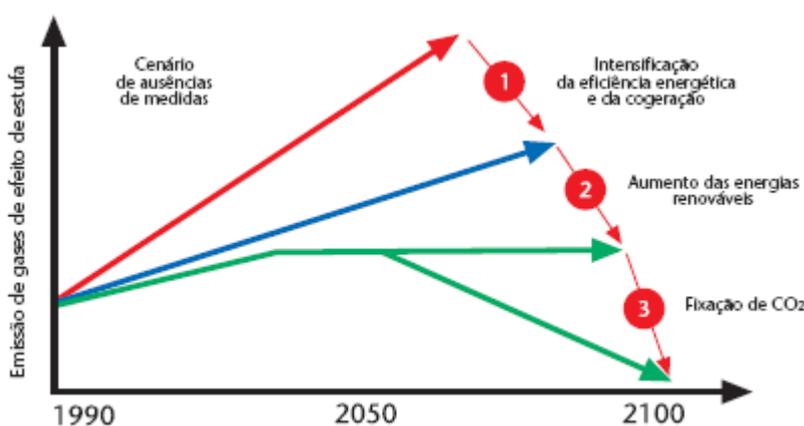


Figura 10 - Estratégias para o desenvolvimento sustentável [3]

Intensificação da eficiência energética e da cogeração

As crises energéticas dos anos 70 motivaram a economia mundial para aumentar a eficiência energética, tendo sido obtidos nas últimas décadas ganhos elevados de eficiência, particularmente na Europa Ocidental e no Japão. Portugal, com consumos de energia per capita que representam cerca de metade da média europeia, tem experimentado o agravamento da intensidade energética na sua economia (rácio do consumo de energia pelo produto interno bruto), contrariamente à generalidade dos países da União Europeia. Portugal, para criar a mesma quantidade de riqueza, necessita de maior quantidade de energia que os seus parceiros comunitários. Esta

situação é preocupante dada a elevada dependência externa de Portugal em energia primária [3].

O consumo final total de energia na União Europeia é aproximadamente 20% superior ao justificável com base em considerações puramente económicas, conforme explicitado no Livro Verde da Comissão "Para uma estratégia europeia de segurança do aprovisionamento energético". Isto significa que a seleção dos equipamentos mais apropriados, associado a boas práticas da sua utilização, reduziria os consumos em 20%, traria benefícios económicos aos utilizadores, e produziria uma redução substancial de emissões. Perante este cenário elaborou-se uma proposta de Diretiva Comunitária, Diretiva dos Serviços de Energia, que tem como objetivos a poupança de uma quantidade de energia que, após a aplicação da diretiva, seja igual, nos primeiros três anos, a pelo menos 3%, nos três anos seguintes a pelo menos 4% e nos três anos subsequentes a pelo menos 4,5% da quantidade de energia distribuída e/ou vendida a clientes finais [3].

Como complemento ao incremento da eficiência energética, surge a produção de energia com base na cogeração e na trigeração.

Cogeração e Trigeração

Consiste num sistema alternativo de produção de energia elétrica de alta eficiência energética, que utiliza a produção conjunta de eletricidade ou energia mecânica e energia térmica útil para o seu aproveitamento em processos. Obtém-se uma poupança na energia primária através do aproveitamento simultâneo de calor e uma melhoria do rendimento da instalação comparativamente a uma geração convencional.

A cogeração é definida como um processo de produção e utilização combinada de calor e eletricidade, proporcionando o aproveitamento de mais de 70% da energia térmica proveniente dos combustíveis utilizados nesse processo. Embora utilize processos de aproveitamento de calor que tipicamente provêm dos gases de escape de um Ciclo Brayton à semelhança de sistemas a Ciclo Combinado, estes processos são essencialmente distintos na prática e aplicação: Ciclo Combinado possui dois

ciclos termodinâmicos, normalmente Brayton-Rankine e produz um produto final (eletricidade). Na Cogeração, o sistema parte de um recurso, com um ciclo termodinâmico, obtendo-se dois produtos finais, acima referidos [4].

As figuras seguintes mostram um balanço energético de um sistema convencional e de um sistema de cogeração.

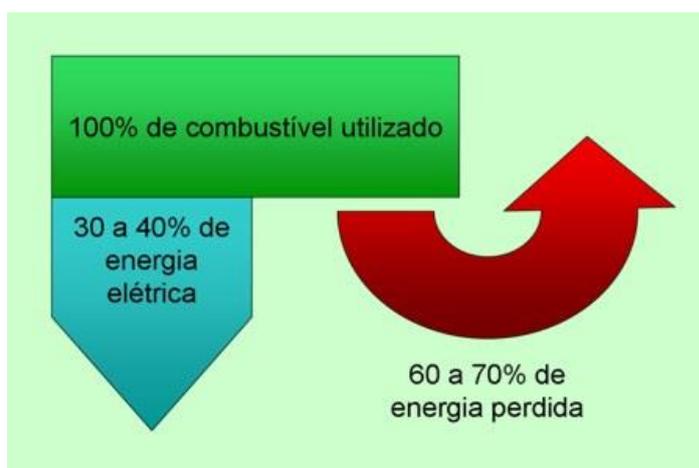


Figura 11 - Balanço energético de um sistema convencional [5]

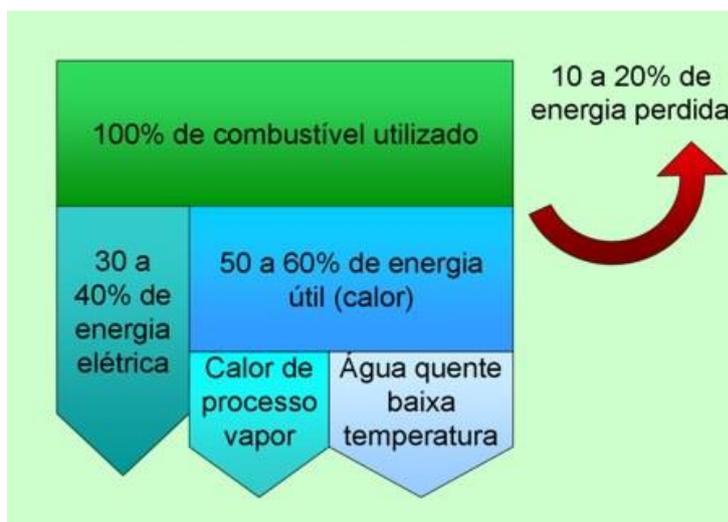


Figura 12 - Balanço energético de um sistema de cogeração [5]

Nas indústrias que necessitam de sistemas de refrigeração no seu processo de fabrico, a integração da instalação de frio dentro de um sistema de cogeração permite a utilização de uma parte da energia gerada para este fim. A produção conjunta de eletricidade, calor e frio denomina-se de trigeração [3].

A figura seguinte mostra um balanço energético a um sistema de trigeração.

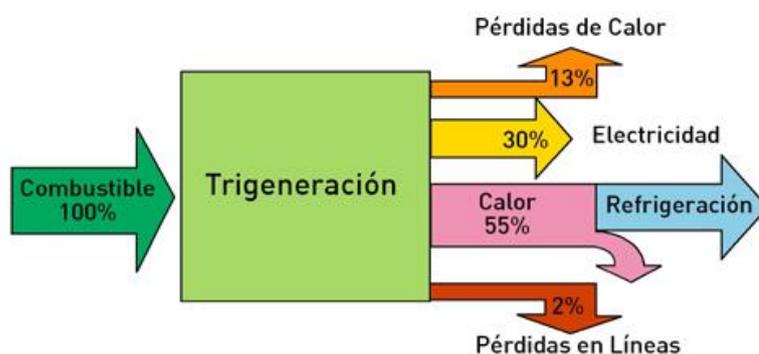


Figura 13 - Balanço energético de um sistema de trigeração [Fonte: GNF]

Aumento das Energias Renováveis

A energia elétrica gerada pelas fontes de energia renováveis resulta do aproveitamento de recursos naturais tais como as energias hídrica, eólica, solar, e das ondas. Estas fontes são abundantes, embora necessitem de investimentos consideráveis para o seu aproveitamento em larga escala. O seu aproveitamento, se realizado de acordo com práticas adequadas, terá um impacto reduzido no meio ambiente, aumentando a diversidade da oferta de energia a longo prazo, e reduzindo a poluição e a emissão de gases de efeito de estufa.

Os consumos de energia na Europa com origem em fontes de energia renovável correspondiam em 1999 a apenas cerca de 6%. A União Europeia definiu como objetivo para 2010 atingir uma quota de 12% de contributo das energias renováveis em relação ao consumo final de energia primária (Diretiva 2001/77/CE). A contribuição da energia elétrica para este propósito global traduz-se no facto de 22% da energia elétrica consumida em 2010 ser de origem renovável. Para Portugal este objetivo é de

39%. Por razões de fiabilidade no abastecimento de eletricidade é também desejável um forte incremento das centrais de biomassa, cuja produção é previsível, e que poderiam utilizar os cerca de 6 milhões de toneladas de resíduos florestais gerados anualmente na floresta em Portugal com externalidades muito positivas (redução acentuada do risco de incêndios com a limpeza das florestas e a dinamização da economia do interior).

Numa política de expansão equilibrada das energias renováveis, os aproveitamentos hídricos reversíveis de fins múltiplos também merecem ser considerados devido ao potencial existente, à sua capacidade de integrar fontes intermitentes e ao seu impacto em diversas atividades económicas. A mais longo prazo, a energia solar e a energia das ondas, com a previsível redução dos custos das tecnologias de conversão, terão um papel relevante no abastecimento de energia em Portugal [3].

Fixação de CO₂

Complementarmente à promoção da eficiência energética e das energias renováveis é importante que sejam desenvolvidas outras opções tecnológicas para dar inevitável continuidade ao uso dos combustíveis fósseis sem emissões de CO₂ para a atmosfera, o que pode ser conseguido através da captura e armazenagem de CO₂. Depois do combustível fóssil ser utilizado para produzir energia elétrica ou outra forma de energia, o CO₂ é separado dos gases de saída nas condutas, sendo armazenado a longo prazo. Encontram-se em estudo diversas tecnologias para a concretização deste processo.

Para a armazenagem de CO₂ são requeridos grandes reservatórios – por exemplo, depósitos de sal-gema, minas de carvão, campos de petróleo ou de gás abandonados, aquíferos profundos, ou no fundo do oceano (figura seguinte). Os campos de petróleo ou de gás já explorados tornam-se particularmente atrativos uma vez que a sua geologia é conhecida, assegurando, em princípio, uma armazenagem a longo prazo, com a possibilidade de permitir uma extração adicional dos recursos explorados.

Uma alternativa à remoção, transporte e armazenagem de CO₂ consiste na libertação deste gás para a atmosfera, aumentando os sorvedouros naturais – tipicamente

conseguido com o aumento do crescimento de árvores. Neste caso as opções globais são [3]:

- Redução da desflorestação;
- Florestação de zonas que não tenham sido previamente florestadas;
- Reflorestação de áreas que já tenham sido florestadas.

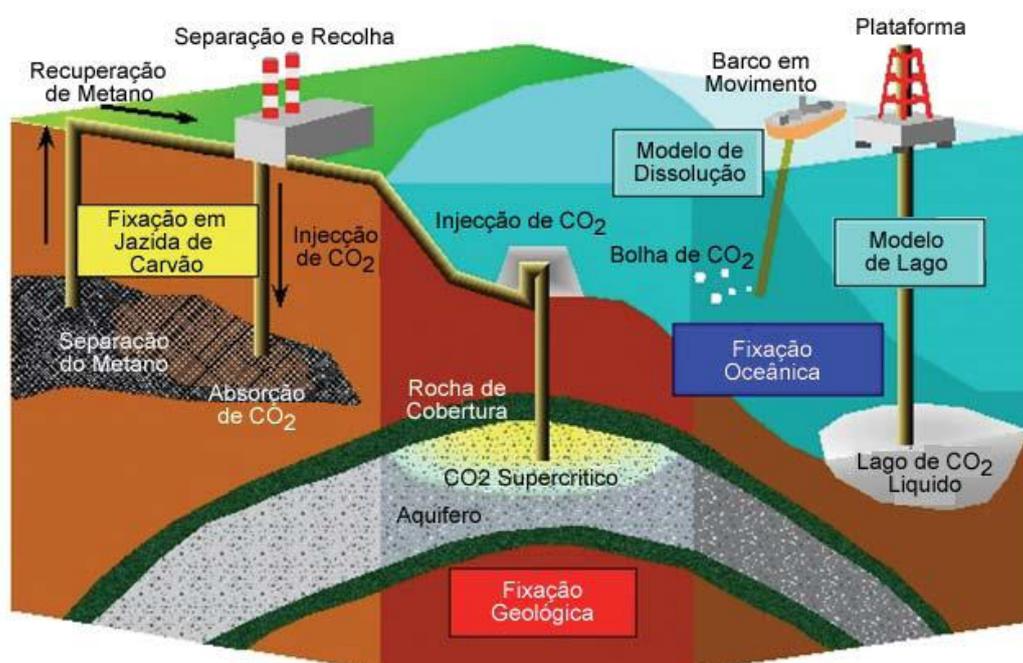


Figura 14 - Alguns potenciais métodos de fixação de CO₂ [2].

A florestação, incluindo a reflorestação de zonas ardidas, permite criar sumidouros de CO₂, para além de gerar recursos endógenos para um conjunto diversificado de atividades económicas. Em Portugal cerca de 2 milhões de hectares de terrenos improdutivos podem ser florestados, com importantes benefícios económicos e ambientais [2].

2.4. Tipos de indicadores de eficiência energética

É de todo relevante o apuramento de indicadores que expressem a variação na eficiência energética. Na indústria, os indicadores energéticos normalmente utilizados são o consumo específico de energia (CEE), a intensidade energética (IE) e a intensidade carbónica (IC) [6].

- Consumo Específico de Energia: calcula-se com base no consumo total anual de energia e o volume de produção anual.

$$CE = \frac{C}{P} \text{ [kgep/t]} \quad (1)$$

C – Consumo total de energia [kgep/ano].

P – Volume de produção [t/ano].

- Intensidade Energética: calcula-se com base no consumo total anual de energia e o Valor Acrescentado Bruto das atividades da empresa.

$$IE = \frac{C}{VAB} \text{ [kgep/€]} \quad (2)$$

C – Consumo total de energia [kgep/ano].

VAB – Valor acrescentado bruto das atividades da empresa ligadas a essa unidade industrial [€/ano].

- Intensidade Carbónica: calcula-se com base no consumo total anual de energia e a quantidade de emissão anual de gases de efeito de estufa (GEE), em unidades de kg de CO₂ equivalente.

$$IC = \frac{kgCO_2e}{c} [kgCO_2e/tep] \quad (3)$$

C – Consumo total de energia [kgep/ano].

KgCO₂e – Emissão anual de GEE [KgCO₂e /ano].

Nas auditorias industriais, é realizado um Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn) que estabelece metas relativas ao consumo específico e à intensidade energética e carbónica das empresas com base nas medidas de racionalização energética.

As metas exigem uma melhoria do consumo energético e da intensidade energética de pelo menos 6% em 6 anos, para as instalações com consumos intensivos de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou melhoria de 4% em oito anos para as restantes instalações [6].

Segundo Patterson (1996), podem ser detetados quatro grupos mais influentes de indicadores de eficiência energética [7]:

1. Termodinâmicos: baseados inteiramente na ciência da termodinâmica, indicam a relação entre o processo real e o ideal quanto à necessidade de uso de energia;
2. Físicos-termodinâmicos: consideram a quantidade de energia requerida em unidades termodinâmicas, mas as saídas (produtos) são expressas em unidades físicas;

3. Económicos-termodinâmicos: têm como referência a energia requerida em unidades termodinâmicas, mas os produtos são expressos em unidades económicas (valores monetários);
4. Económicos: tanto a energia requerida como os produtos são expressos em grandezas económicas.

O primeiro grupo refere-se às análises segundo as leis da termodinâmica, da eficiência da transformação de uma forma de energia em outra (eficiência energética); o segundo avalia os consumos energéticos necessários para produzir um determinado bem ou serviço e nesse caso, a energia que entra no sistema é mensurada em unidades termodinâmicas convencionais e a energia que sai do sistema em unidades físicas ; o terceiro é um indicador híbrido no qual o produto do processo é mensurado a preços de mercado e a energia que entra por unidades termodinâmicas convencionais; o quarto indicador mede as mudanças na eficiência energética, puramente, em valores monetários tanto da energia que entra, quanto da que sai do sistema [8].

Indicadores termodinâmicos

Os indicadores termodinâmicos têm sido o caminho mais natural para mensurar a eficiência energética, tanto que a termodinâmica atualmente é frequentemente definida como a ciência de processos energéticos. Porém, surpreendentemente, as medidas termodinâmicas de eficiência energética não são tão satisfatórias para medir a eficiência energética quanto podem parecer.

De qualquer modo, um atrativo para usar esse método quantitativo para medir a eficiência energética é que pode ser calculada no tocante à “função estado” do processo. Isso significa que é produzido por medidas únicas e objetivas dadas por um processo em um meio ambiente particular (descrito por temperatura; pressão; concentração, fórmula química; espécie nuclear; magnetização; etc.). Desse modo, para qualquer mudança nas condições físicas resultantes da dinâmica de alguns

processos, as mudanças associadas, aos valores da “função estado”, podem ser unicamente medidas ou atribuídas [3].

A Primeira Lei da Termodinâmica, também conhecida como Princípio de Conservação de Energia, pode ser descrita como “A soma da energia mecânica e da quantidade de calor (que é igual à energia total) de um sistema isolado é constante”. Nesse caso a energia total do sistema inicial é igual à energia do sistema final, qualquer que seja o caminho seguido pelo sistema para passar do estado inicial ao final. A energia total do sistema é função do estado deste e não do caminho seguido pelo mesmo para chegar a esse estado [3].

Alguns estudiosos defendem o uso desses indicadores, tendo como base de cálculo a exergia, porém esse método não resolve as dificuldades apresentadas. Segundo Noguera et al. 1994 para Baehr, (1965) pode se definir “a exergia como a parte transformável da energia, e a energia como a parte intransformável” e para Szargut et al (1988) “a exergia, de uma forma geral, como a capacidade de um tipo de energia ser convertido em outros tipos” [3].

Os processos termodinâmicos podem ser reversíveis ou irreversíveis. Nos processos reversíveis toda energia convertida de uma forma em outra pode e consegue ser aplicada para restaurar o sistema e o meio ambiente ao estado inicial, antes do início do processo, sem deixar quaisquer vestígios da ocorrência do processo. Assim, os processos reversíveis são ideais. Nos processos irreversíveis tal restauração não é possível, porque ocorrem perdas na transformação de uma forma de energia em outra [3].

Indicadores físico-termodinâmicos

Esses indicadores têm a vantagem de, usando medidas físicas e termodinâmicas, poderem mensurar objetivamente qual o consumo requerido atualmente pelo uso final. Por ter a possibilidade de contabilizar o produto final em quantidades físicas, estes podem ser prontamente comparados e analisados em séries temporais.

Para medir a eficiência energética o indicador físico-termodinâmico não é tão direto quanto parece, por causa da assim chamada ligação produtiva. A dificuldade está na

localização e análises das diferentes entradas e saídas de energia na indústria, para cada linha de produto. Como, por exemplo, um dado montante de entrada de energia é requerido para produzir dois produtos provenientes de uma fazenda de ovelhas: madeira (t) e carne (t). O problema surge quanto da entrada de energia (ΔH ,) tem de ser alocado para as diferentes saídas (t) em sequência para produzir o indicador desejado. Esse indicador é restrito para medir a eficiência energética geral do processo, tendo como base que ele permite comparar somente serviços que tem o mesmo uso final [3].

Indicadores económico-termodinâmicos

Esses indicadores são híbridos, porque a energia que entra estará sendo mensurada em unidades termodinâmicas e na saída do sistema em valor monetário. Podem ser aplicados em diversos níveis de agregação das atividades económicas: setorial, industrial ou a nível nacional. São muito utilizados para comparação entre países.

O problema dessa metodologia, para comparação entre países, está na composição do Produto Interno Bruto (PIB) ou Produto Nacional Bruto (PNB), que são calculados segundo a metodologia da ONU, adaptados teoricamente à realidade de cada país. Porém, setorialmente, encontra-se o mesmo problema metodológico, porque os dados são manipulados e podem não representar a realidade [3].

Esses indicadores têm como característica principal a mensuração da energia de entrada e saída em valor monetário. O maior problema desse indicador é a determinação do valor monetário da energia de entrada. A ideia é criar um “preço ideal” porém esse no tempo se torna instável e precisa ser recalculado. Outra ideia seria a de construir uma medida para o “custo da energia conservada”. Essa medida teria a vantagem de informar o público, de quanto em valor monetário teria sido poupado, com a implantação de medidas de eficiência energética.

Esse método de “preço ideal” tem por princípio que a melhor tecnologia está disponível para todos e não leva em consideração as variáveis exógenas que podem influenciar na eficiência energética, como políticas económicas, sociais e energéticas de cada país, diferentes recursos naturais e diferenças climáticas. Os preços ideais provavelmente seriam determinados a partir dos parâmetros encontrados nos países

em desenvolvimento, onde as melhores tecnologias e informações estão disponíveis e acessíveis ao consumidor. Essa hipótese parece atraente, porém não funciona nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, porque estes não têm acesso às melhores tecnologias disponíveis ou estas não são adequadas à realidade social e económica desses países. Existe também um questionamento se um indicador puramente económico poderia não ser verdadeiramente, um indicador de eficiência energética. Por exemplo, o indicador económico para uma indústria ou setor é determinado pelos preços dos produtos finais multiplicado pela quantidade total dos mesmos. Isso torna os valores finais encontrados através destes indicadores económicos/energéticos vagos, se utilizados sozinhos sem uma outra análise complementar, porque os preços podem variar e a qualidade do produto também, não refletindo a eficiência energética [3].

Indicadores económicos

Segundo Bosseboeuf et al (1997), para definir e caracterizar a eficiência energética de um país, pode-se também utilizar os macro indicadores que reportam a economia como um todo (macroeconomia) ou os principais setores (industrial, agrícola, etc.) ou somente os principais uso finais. A macroeconomia tem como objeto de estudo as relações entre os grandes agregados estatísticos: a renda nacional, o nível de emprego e dos preços; o consumo, a poupança e o investimento total. Ao detetar as forças gerais que impelem os agregados em determinadas direções, a macroeconomia estabelece as chamadas forças de “ajuste” ou “equilíbrio”. Ao estabelecerem essas forças, podem afetar o investimento, os juros, a demanda, a oferta, as exportações e importações e no final toda a economia tem que se ajustar às regras impostas pela política macroeconómica vigente [3].

Nos últimos anos a política macroeconómica vem sendo dominada pelo grupo dos monetaristas, que têm por princípio enfatizar o papel desempenhado pela demanda de moeda e crédito, opondo-se frontalmente à intervenção do Estado. As regras determinadas pela política macroeconómica afetam as indústrias levando a uma oscilação na demanda total do produto e serviço, à substituição entre fatores de produção, variações nos preços e no câmbio que podem determinar um maior ou menor crescimento nas exportações e importações. As variações no preço para cima,

da energia ou de suas fontes, podem incentivar a aquisição ou desenvolvimento de tecnologias, que consomem menos energia por produto final, ou levar a uma mudança na manutenção dos equipamentos já existentes e no controle e modo de uso da energia. Por isso, Nagata (1997) declara que os principais impactos, no consumo energético, podem ser divididos em mudanças na tecnologia, na operação e manutenção dos equipamentos e os de impactos macroeconômicos.

Existem também os micro indicadores que podem ser definidos como microeconômico. Estes englobam, nessa área de eficiência energética, os seguintes itens [3]:

- Comportamento do consumidor em relação ao preço da energia e a utilização de aparelhos mais eficientes.
- Determinação dos custos marginais da energia, dos de capacidade e dos de expansão para uma estrutura desagregada (custo incremental unitário).
- As implicações das variáveis do modelo de equilíbrio geral, que determinam os preços sombras, para o consumidor final. Como: preços eficientes, preços sociais e outras.
- Curvas de oferta e demanda para a energia.
- Previsão de demanda de energia.

Dois outras categorias de indicadores têm sido identificadas de acordo com os seus próprios propósitos para descrever a situação e a evolução da eficiência energética, sendo o primeiro indicador conhecido como descritivo; o segundo o explicativo ou explanatório. Tais indicadores explicam e analisam os fatores que permeiam a situação e evolução da eficiência energética e o papel desta na evolução do consumo de energia. Eles tomam como referência duas noções básicas de eficiência:

- Eficiência econômica: maior produto, melhor padrão de vida com o mesmo ou menor montante de energia (e redução de emissões de CO₂);

- **Eficiência técnico-económica:** redução na energia específica que se deve à melhoria técnica, mudanças no comportamento, melhor gestão, etc. Esses itens podem referir-se aos indicadores económicos e tecno-económicos.

Os indicadores descritivos são designados para descrever e interpretar alguns aspetos da eficiência energética que não são facilmente captados pelos indicadores técnico-económicos e económicos quando fechados em si mesmos. Normalmente é necessária a combinação de vários indicadores descritivos, para interpretar a tendência na intensidade energética, relatando o consumo energético em valor monetário (PIB, valor adicionado) e unidade consumida ou consumo específico relatando o consumo energético para um valor físico (número de carros, produção de aço, cimento, empregos).

O indicador explicativo é utilizado primeiramente para explicar a razão para a variação na descrição dos indicadores, como por exemplo, o progresso ou deterioração da eficiência energética para um dado país ou de um setor industrial. Em particular, um dos objetivos perseguidos naquela circunstância é identificar o papel respetivo da mudança na tecnologia, das mudanças estruturais e comportamentais, etc. Em segundo lugar, esses indicadores poderão ser utilizados para explicar as diferenças entre países (por exemplo, parâmetros climáticos; tamanho de residências, etc.) [9].

2.5. Indicadores de Eficiência Energética na Indústria

Segundo Phylipsen et al (1997), o consumo energético no setor industrial é determinado pelo nível de atividade, estrutura do setor e eficiência energética. As mudanças no consumo de energia das indústrias não são exclusivamente relacionadas a melhorias em eficiência energética nos processos industriais, mas também relacionadas com vários outros fatores: políticos, económicos e ambientais. Tais fatores podem determinar que a indústria de um país pareça ser mais intensiva em energia do que em outro, ainda que a diferença possa ser essencialmente baseada sobre diferenças estruturais [3].

O principal objetivo dos indicadores energéticos na indústria é o de proporcionar um entendimento maior da influência técnico-económica no total do consumo final de energia na indústria e individualmente dos subsetores ou filiais. Os resultados da

análise dos indicadores de eficiência energética podem ser utilizados também para os seguintes fins [3]:

- Direcionar as mudanças no consumo energético;
- Estabelecer políticas de eficiência energética;
- Estabelecer políticas ambientais;
- Orientar o preço da energia;
- Propiciar mudança no comércio dos bens energo-intensivos ou no produto final;
- Indicar os impactos estruturais para melhorar a eficiência energética;
- Servir de instrumento para mensurar o sucesso da política de negociação das reduções das emissões de CO₂.

Para realçar a aplicação prática da análise dos indicadores é importante descrever a ligação/vínculo (ou não ligação) entre a eficiência energética e as possíveis forças dirigentes, como as políticas de eficiência energética e a ambiental, pesquisa energética, desenvolvimento e mudanças nos preços da energia. Para uso prático desses indicadores é necessário simplificar a apresentação através da construção de agregados apropriados para a maior parte dos efeitos estruturais.

As mudanças estruturais, os efeitos do comércio internacional e as permanentes mudanças no consumo de energia, são principalmente determinados por melhorias na eficiência. Tais melhorias podem ser explicadas principalmente por várias mudanças tecnológicas, bem como influenciadas por outros fatores [3]:

- Mudanças na eficiência técnica;
- Substituição de processos tecnológicos;
- Alterações no processo de fabrico utilizado, (por exemplo: processos de produção de cerâmica de via seca para via húmida, ou vice-versa) que reduzam o consumo de energia do processo.

3. Metodologia de Realização de Estudo

3.1. Recolha de Informação

Todo o processo se iniciou pela seleção das empresas por subsetor Agroindustrial e por NUT. Após a seleção das empresas procedeu-se ao primeiro contato com as mesmas onde se explicou o objetivo e o que era pretendido para poderem participar no projeto. Agendou-se uma primeira visita com todas as empresas, com o objetivo de conhecer a dinâmica da empresa e para apresentar em mais detalhe o âmbito do projeto.

Para proceder à recolha de informação junto das empresas recorreu-se a um modelo de recolha de dados. Este modelo reflete as características atuais da indústria em questão.

- **Objetivo:** Efetuar uma caracterização geral e uma caracterização energética das empresas objeto de estudo.
- **Âmbito:** Inclui-se no âmbito do Projeto SIAC nº16159 designado “+Agro”.
- **Amostra:** O modelo de recolha de dados foi aplicado a 60 empresas agroalimentares de 4 fileiras distintas.
- **Variáveis:** São analisadas as variáveis que constam num modelo de recolha de dados elaborado para o efeito.
- **Método de Recolha:** Pessoalmente através de reuniões marcadas com as empresas inquiridas, e com recurso a equipamentos adequados.

- Disponibilização da informação: A informação é divulgada através deste documento elaborado no âmbito do projeto SIAC nº16159.

De forma a recolher os dados necessários houve necessidade de efetuar pelo menos duas visitas guiadas a cada uma das 60 empresas.

O número de visitas às empresas foram tantas quantas as necessárias ao preenchimento do modelo de recolha de dados assim como à instalação dos equipamentos necessários, sendo 3 a média de visitas por empresa.

Verificou-se alguma dificuldade em recolher alguns dados uma vez que, os responsáveis pelas empresas são, de forma geral, pessoas com elevada carga laboral o que dificultou a marcação de reuniões.

Uma outra dificuldade verificada prende-se com alguns dados em particular, nomeadamente o acesso a faturas de combustíveis, capacidade das câmaras de frio, e a movimentação diária, que é muita variada.

A informação recolhida através do modelo de recolha de dados permitiu caracterizar de uma forma geral 60 empresas do setor agroindustrial, bem como aferir acerca da situação energética neste setor.

Os dados solicitados são referentes ao ano 2015, contudo algumas empresas não tinham na sua posse documentação antiga, o que nos levou a recolher informação mais recentes uma vez que esta era a única disponível.

De modo a manter a privacidade das empresas e uma vez que a sua entidade não pode ser revelada, adotou-se uma codificação numérica. A tabela seguinte mostra a numeração atribuída às empresas, bem como a NUT e o setor a que pertencem.

Tabela 1 - Codificação das empresas.

Nº	SETOR	NUT	Nº	SETOR	NUT	Nº	SETOR	NUT
1	Cárneos	NORTE	21	Cárneos	CENTRO	42	Cárneos	ALENTEJO
2	Cárneos		22	Cárneos		43	Cárneos	
3	Cárneos		23	Cárneos		44	Cárneos	
4	Cárneos		24	Cárneos		45	Cárneos	
5	Panificação		25	Cárneos		46	Cárneos	
6	Panificação		26	Panificação		47	Panificação	
7	Panificação		27	Panificação		48	Panificação	
8	Panificação		28	Panificação		49	Panificação	
9	Panificação		29	Panificação		50	Panificação	
10	Panificação		30	Panificação		51	Panificação	
11	Lácteos		31	Panificação		52	Lácteos	
12	Lácteos		32	Lácteos		53	Lácteos	
13	Lácteos		33	Lácteos		54	Lácteos	
14	Lácteos		34	Lácteos		55	Lácteos	
15	Lácteos		35	Lácteos		56	Lácteos	
16	Hortofrutícolas		36	Lácteos		57	Hortofrutícolas	
17	Hortofrutícolas		37	Hortofrutícolas		58	Hortofrutícolas	
18	Hortofrutícolas		38	Hortofrutícolas		59	Hortofrutícolas	
19	Hortofrutícolas		39	Hortofrutícolas		60	Hortofrutícolas	
20	Hortofrutícolas		40	Lácteos				
		41	Cárneos					

3.2. Medição de Parâmetros

Na parte da caracterização energética das empresas, agendou-se com as empresas uma visita para instalar analisadores de energia nos quadros elétricos das empresas, estes mesmos aparelhos efetuaram as respetivas medições e os dados recolhidos foram posteriormente tratados. Nesta mesma visita efetuaram-se medições de temperatura e humidade nas câmaras de refrigeração e de congelação.

No decorrer dos trabalhos foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Equipamentos de proteção individual;
- Pinça amperimétrica;
- Multímetro;
- Analisadores de energia;
- Multicontactos;
- Medidor de distância de infravermelhos;
- Máquina fotográfica;
- Câmara termográfica;
- Outras ferramentas de carácter geral.

4. Estudo - Especificações Técnicas

4.1. Recolha de dados da indústria

Os dados recolhidos nas 60 empresas foram ao encontro do pretendido no guião de recolha de dados. Assim, para a parte da eficiência energética, recolheu-se da cada empresa:

Dados gerais

- Nome ou designação social;
- Endereço da sede (localidade, código postal, concelho, distrito);
- Contactos: Pessoa a contactar (cargo, telefone, email);
- Classificações da Atividade económica (CAE);

Dados específicos

- Consumo de energia (eletricidade, gasóleo, gás natural, gás propano, lenha, nafta, pellets, outros);
- Caraterísticas do tarifário e do consumo de energia elétrica;
- Infraestruturas (planta de localização);
- Caraterísticas com os geradores de calor;

- Desagregação dos consumos de energia elétrica;
- Características das câmaras frigoríficas;
- Sistemas de refrigeração.

Nota: nem sempre nos foi facultado o acesso à informação pretendida.

4.2. Recolha e quantificação dos consumos energéticos

Da informação recolhida, efetuou-se uma primeira análise à totalidade das empresas do Norte, Centro e Alentejo.

No gráfico seguinte encontram-se representados os consumos médios anuais por fonte de energia das empresas. A unidade base deste consumo é o tep.

Pela análise da Figura 15, verifica-se que o consumo médio mais significativo na totalidade das empresas é o de eletricidade.

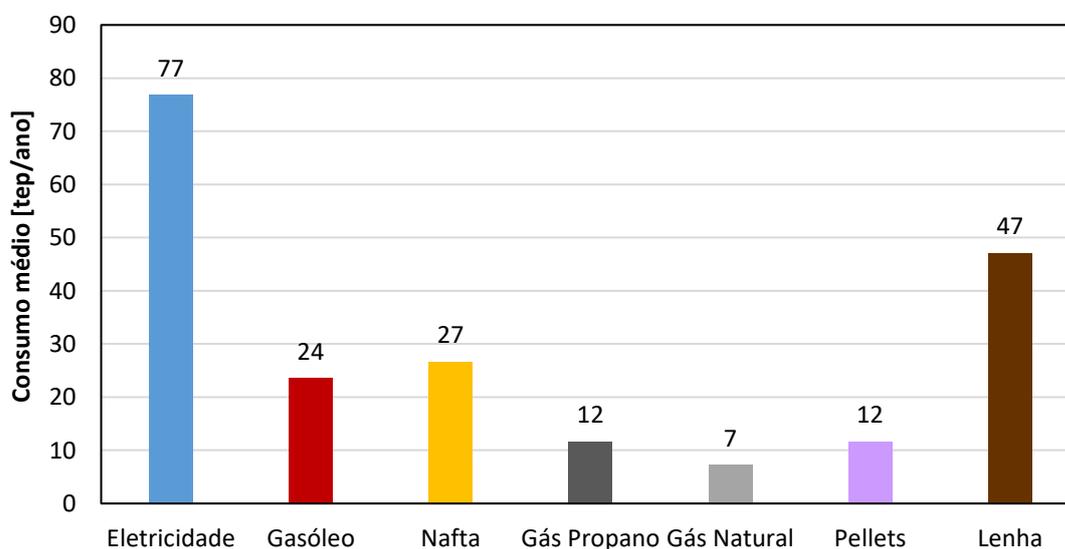


Figura 15 - Consumo médio por fonte de energia das empresas [tep/ano].

Na figura 16 encontram-se representados os consumos médios anuais das empresas em €/ano. Também nesta análise, o consumo de energia elétrica se revelou bastante significativo.

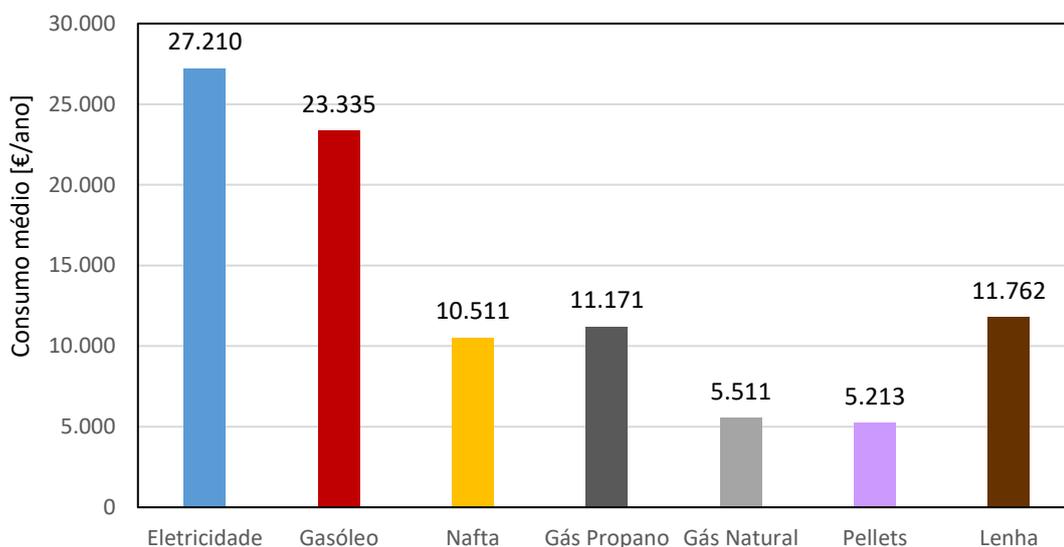


Figura 16 - Consumo médio por fonte de energia das empresas [€/ano].

4.3. Caracterização do tarifário e do consumo de energia elétrica

Nas Figuras 17 e 18 efetua-se uma análise do operador de energia elétrica das empresas objeto de estudo, bem como do tarifário existente. A EDP é o operador de energia que domina o mercado na totalidade das empresas.

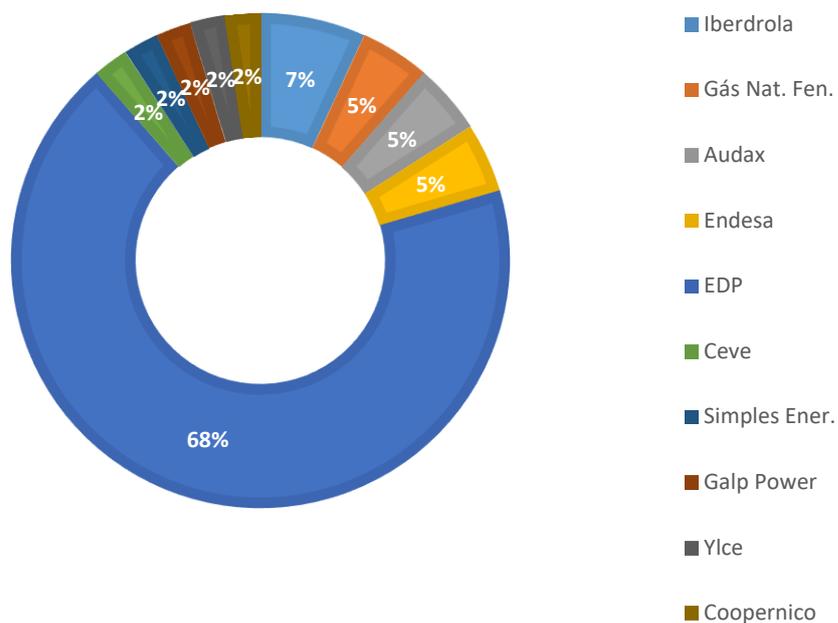


Figura 17 - Empresas por operador de energia elétrica [%].

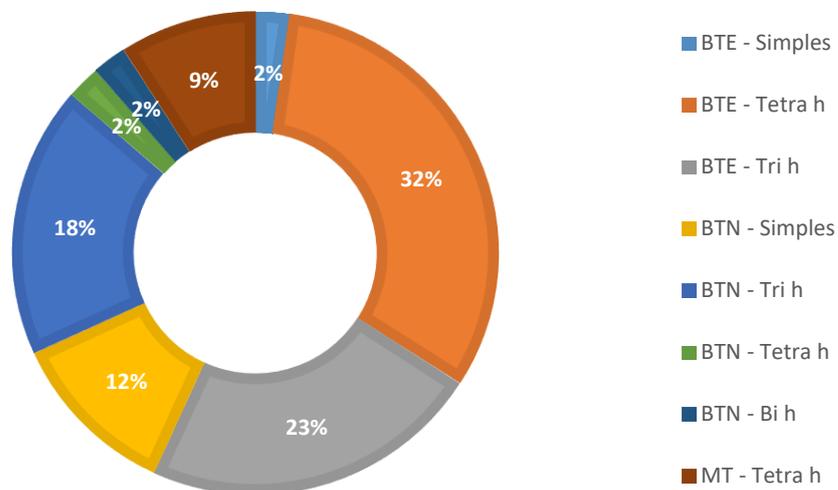


Figura 18 - Empresas por tarifário [%].

4.4. Geradores de calor

Nas figuras 19 e 20 identificam-se e contabilizam-se os tipos de geradores de calor presentes nas empresas, assim como o tipo de combustível.

Os geradores mais comuns são os termoacumuladores, seguidos das caldeiras. O combustível mais utilizado é o gás propano.

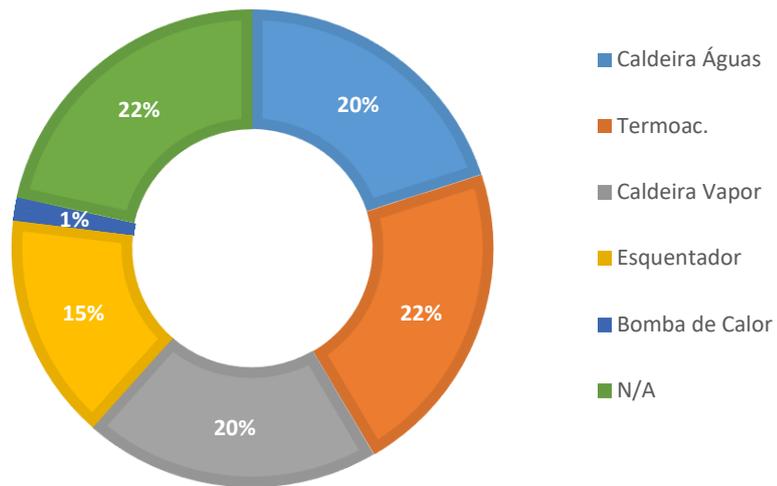


Figura 19 - Tipo de gerador de calor das empresas [%].

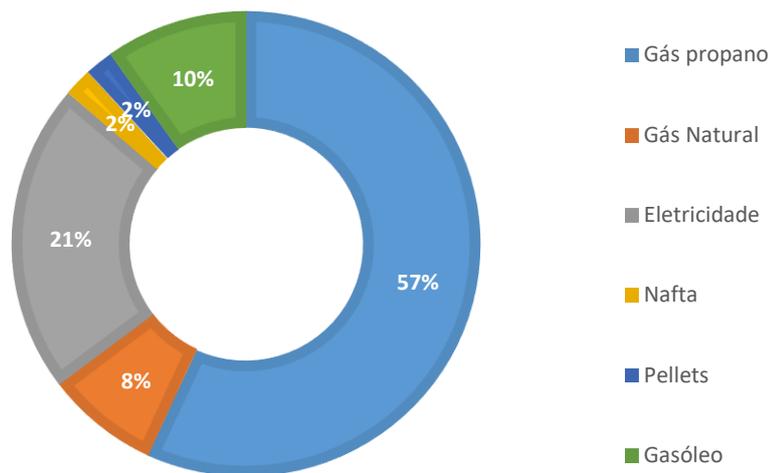


Figura 20 - Tipo de combustível utilizado pelas empresas [%].

4.5. Câmaras/arcas de refrigeração/congelação

Neste subcapítulo encontra-se a informação relativamente às câmaras/arcas de refrigeração/congelação das empresas. Nelas identificam-se as suas principais características de acordo com a informação disponibilizada ou possível de aferir. As características avaliadas foram o volume, o piso, o material, o isolamento, temperatura, humidades e capacidade.

Apenas 8,7% das empresas não têm câmaras/arcas de refrigeração e/ou congelação.

No que diz respeito ao volume das câmaras/arcas, o volume mínimo foi de 0,9 m³ e o volume máximo foi de 972,0 m³, tendo sido o volume médio de 98,8 m³.

Na figura 21, está representado o piso das câmaras/arcas, sendo o betão, o tipo de piso mais utilizado, com 93%.

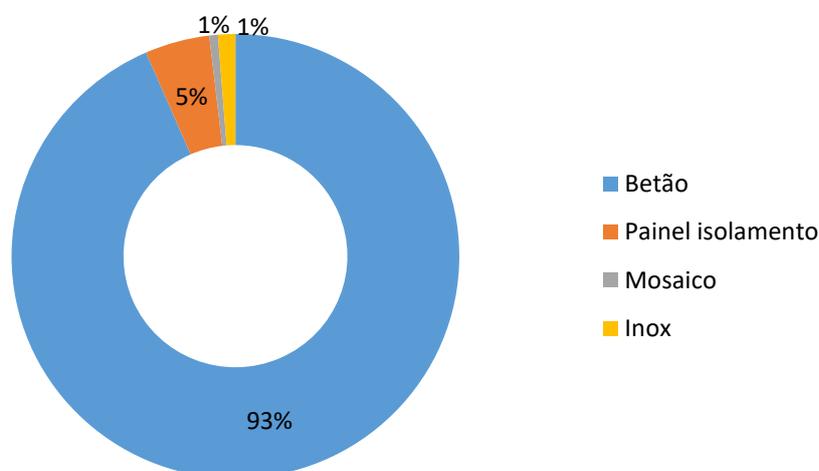


Figura 21 - Piso das câmaras/arcas de refrigeração/congelação [%].

O material mais utilizado nas câmaras/arcas avaliadas foi o painel de isolamento, com 85%, e o menos utilizado foi, o betão, com 1%, como se pode verificar na figura 22.

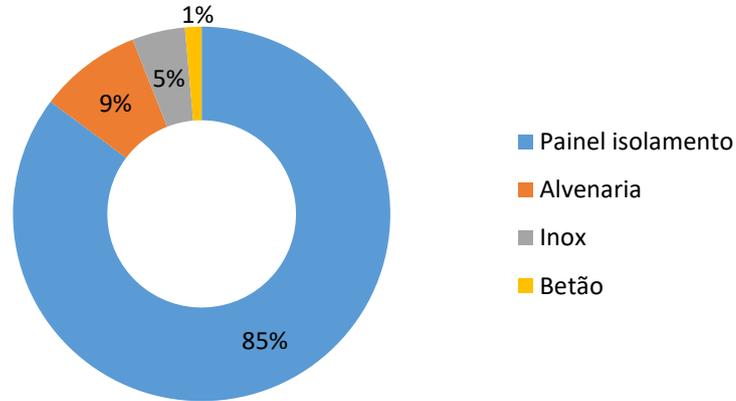


Figura 22 - Material utilizado nas câmaras/arcas de refrigeração/congelamento [%].

Das câmaras/arcas de refrigeração/congeladas avaliadas, 4% não apresentavam revestimento e, 90% tinham como isolamento o poliuretano, como se pode observar na figura 23.

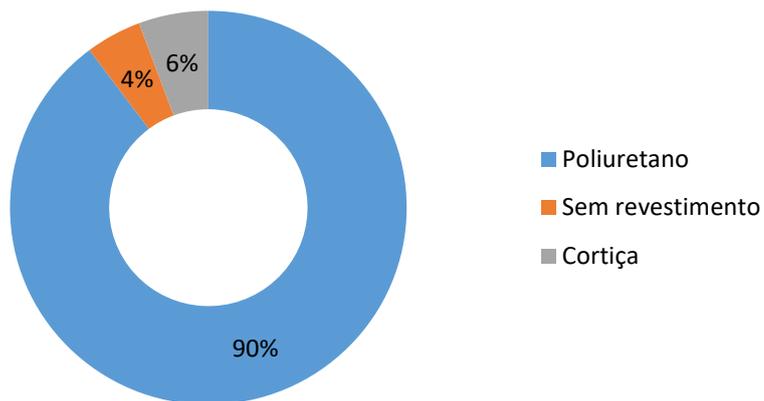


Figura 23 - Isolamento utilizado nas câmaras/arcas de refrigeração/congelamento [%].

Relativamente à temperatura, a temperatura mínima observada foi -29,8°C e, a temperatura máxima foi de 22°C, tendo-se registado como temperatura média, 2,2°C.

A humidade relativa mínima registada foi de 4%, a máxima foi de 97%, tendo-se registado uma média de 73,4%.

No que diz respeito à capacidade das câmaras/arcas de refrigeração/congelação, 0,5 toneladas foi a capacidade mínima registada e 120 toneladas a capacidade máxima, tendo-se registado como capacidade média 20,5 toneladas.

As tabelas com a informação relativa a todas as câmaras/arcas de refrigeração/congelação de todas as empresas estão inseridas no Anexo II.

4.6. Fontes de calor em câmaras de refrigeração e/ou de congelação

A informação relativamente ao tipo de iluminação, do estado de conservação, sistema de refrigeração e o tipo de fluidos frigorigéneo das câmaras de refrigeração/congelação encontra-se, de uma forma detalhada, no Anexo III contudo, de seguida é feita uma análise gráfica geral dos parâmetros avaliados.

A iluminação fluorescente é predominante nas câmaras de refrigeração/congelação. As unidades de refrigeração individuais são as mais comuns, e o fluido frigorigéneo mais utilizado é o R404A, como se pode verificar nas figuras 24, 25 e 26. O estado de conservação da maioria das câmaras é bom.

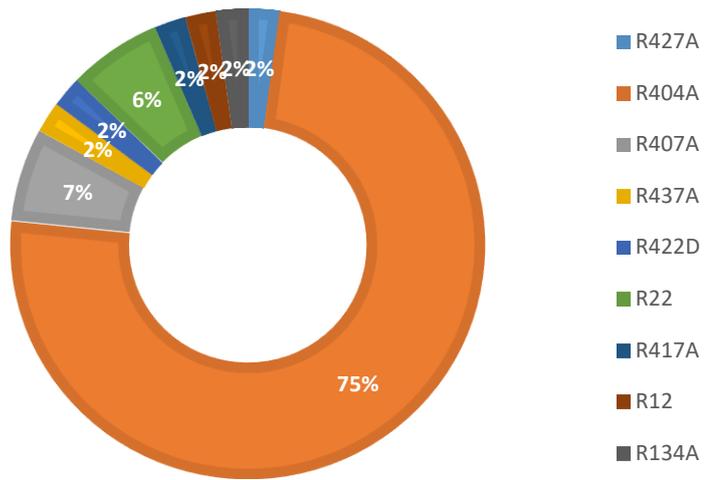


Figura 24 - Fluido refrigerante presente nas empresas [%].

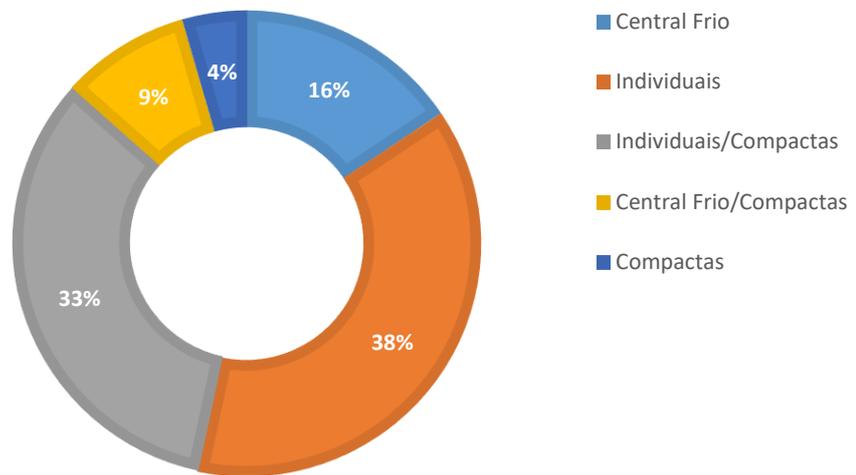


Figura 25 - Tipo de sistema de refrigeração das empresas [%].

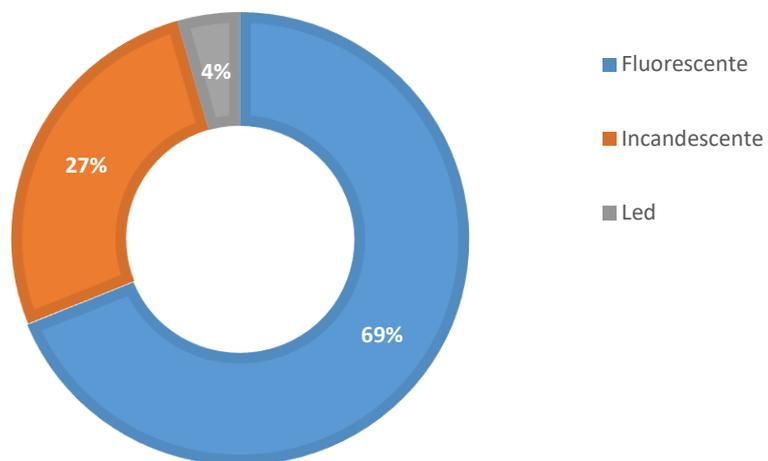


Figura 26 - Tipo de iluminação das câmaras das empresas [%].

4.7. Desagregação dos Consumos de Energia Elétrica

Efetuar-se-ão desagregações dos consumos de energia elétrica, por empresa. Os dados apresentados foram medidos com recurso a analisadores de energia e pinça amperimétrica.

5. Análise de Resultados

5.1. Análise Comparativa por Setor

5.1.1. Quantificação dos consumos energéticos

Efetua-se uma análise ao tipo de energia consumida em tep/ano, e verificou-se que a eletricidade é a fonte de energia que apresenta um valor médio de consumo mais elevado nos setores.. Da mesma forma, se verifica que, o valor médio anual (€) dispendido para as fontes de energia das empresas, é mais significativo quando se trata de eletricidade, também com exceção do setor hortofrutícola.

Efetua-se uma outra abordagem aos consumos de energia anual em tep/ano, verifica-se que o consumo máximo de eletricidade é de 835,11 tep/ano e pertence ao setor dos Cárneos, e o consumo mínimo de eletricidade é de 0,39 tep/ano e pertence ao setor dos Hortofrutícolas. O consumo máximo de gasóleo é de 52,64 tep/ano e pertence ao setor dos Cárneos, e o consumo mínimo de gasóleo é de 1,4 tep/ano e pertence ao setor dos Lácteos. Existe apenas registo de um consumo de nafta de 26,56 tep/ano pertencente ao setor dos Lácteos. O consumo máximo de gás propano é de 68,9 tep/ano e pertence ao setor dos Hortofrutícolas, e o consumo mínimo de gás propano é de 0,013 tep/ano e pertence também ao setor dos Hortofrutícolas. O consumo máximo de gás natural é de 37,12 tep/ano e pertence ao setor dos Cárneos, e o consumo mínimo de gás natural é de 0,07 tep/ano e pertence ao setor dos Hortofrutícolas. O consumo máximo de pellets é de 14,57 tep/ano e pertence ao setor dos Cárneos, e o consumo mínimo de pellets é de 8,59 tep/ano e pertence ao setor da Panificação. O consumo máximo de lenha é de 130 tep/ano e pertence ao setor da Panificação, e o consumo mínimo de lenha é de 0,93 tep/ano e pertence ao setor dos Cárneos.

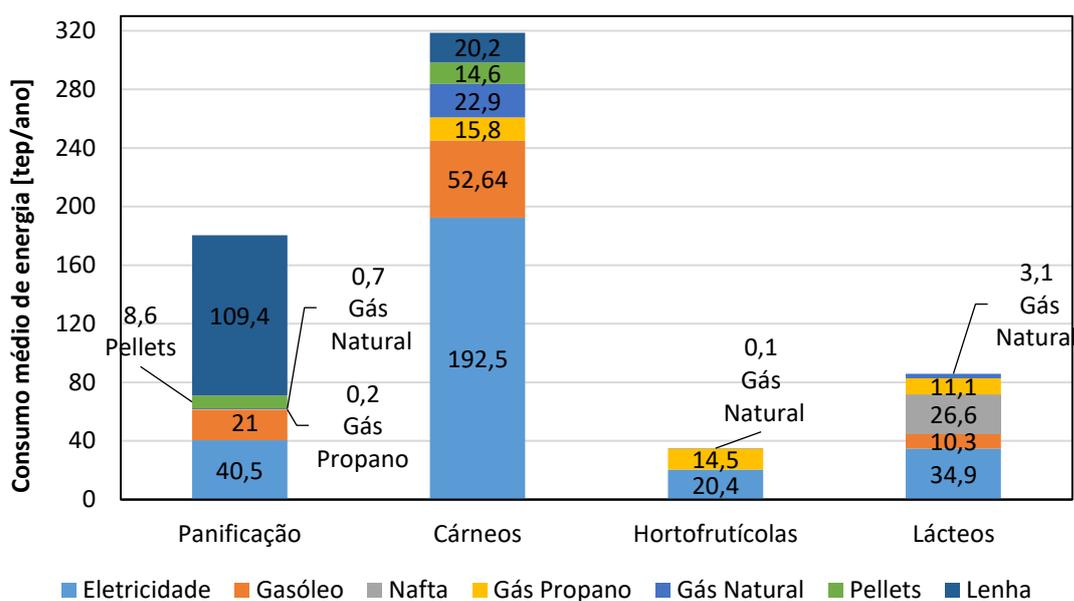


Figura 27 - Consumo médio anual de energia por setor [tep/ano].

Efetuada uma outra abordagem aos consumos de energia anual em €/ano, verifica-se que o consumo máximo de eletricidade é de 286 070 €/ano e pertence ao setor dos Carneos, e o consumo mínimo de eletricidade é de 283 tep/ano e pertence ao setor dos Hortofrutícolas. O consumo máximo de gasóleo é de 51 146 €/ano e pertence ao setor dos Carneos, e o consumo mínimo de gasóleo é de 1 800 €/ano e pertence ao setor dos Lácteos. Existe apenas registo de um consumo de nafta de 10 511 €/ano pertencente ao setor dos Lácteos. O consumo máximo de gás propano é de 62 375 €/ano e pertence ao setor dos Hortofrutícolas, e o consumo mínimo de gás propano é de 80 €/ano e pertence também ao setor dos Hortofrutícolas. O consumo máximo de gás natural é de 33 451 €/ano e pertence ao setor dos Carneos, e o consumo mínimo de gás natural é de 206 €/ano e pertence ao setor da Panificação. O consumo máximo de pellets é de 7 072 €/ano e pertence ao setor dos Carneos, e o consumo mínimo de pellets é de 3 354 €/ano e pertence ao setor da Panificação. O consumo máximo de lenha é de 26 712 €/ano e pertence ao setor da Panificação, e o consumo mínimo de lenha é de 300 €/ano e pertence ao setor dos Carneos.

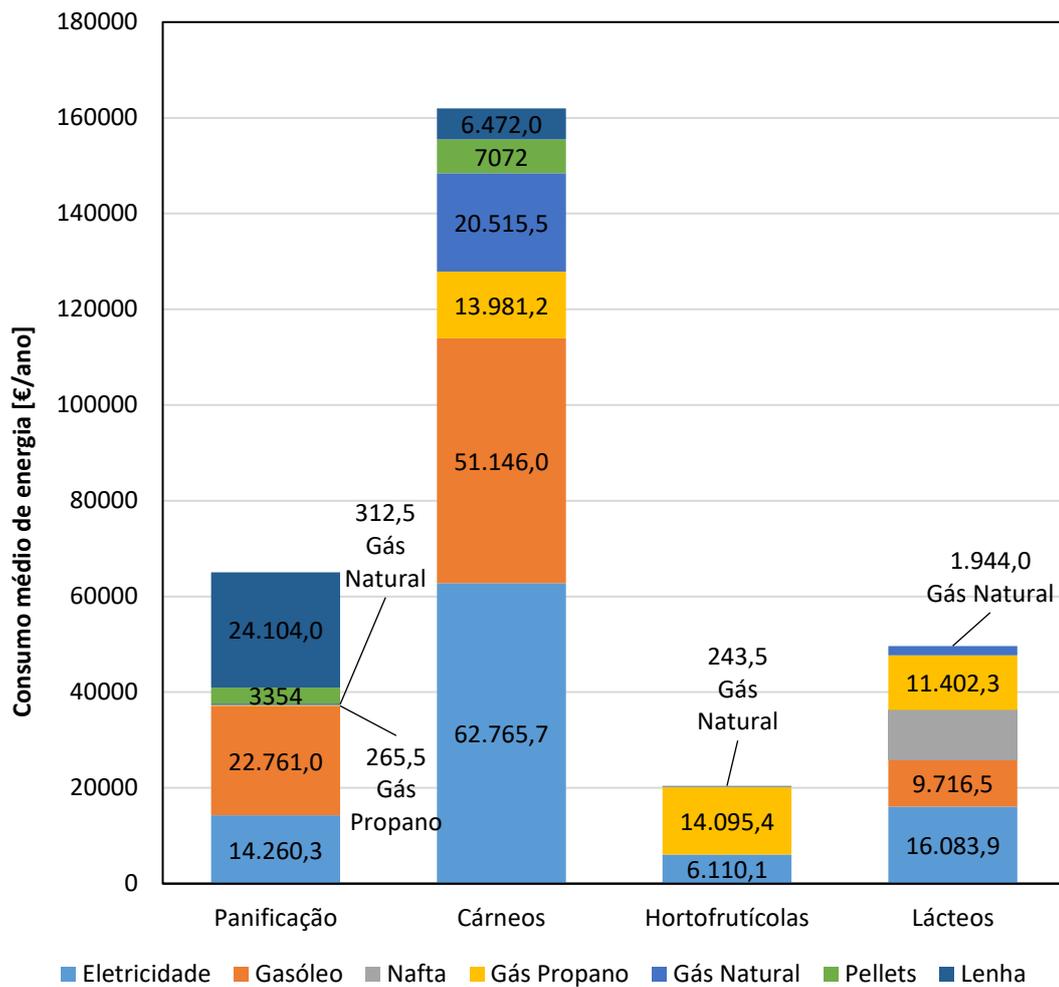


Figura 28 - Consumo médio anual de energia por setor [€/ano].

Efetuada o cálculo do consumo específico de energia, verifica-se que o consumo específico mais elevado pertence ao setor Hortofrutícola (ver figura 29).

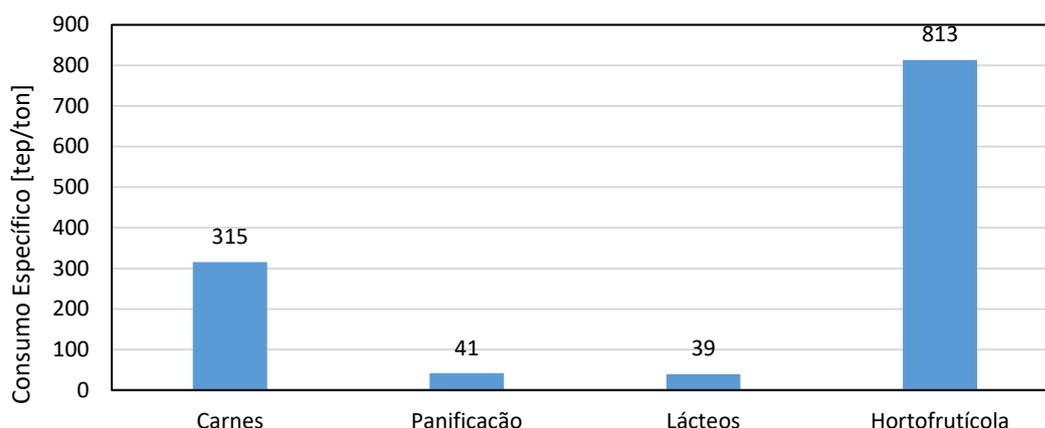


Figura 29 - Consumo específico de energia por setor [tep/ton].

5.1.2. Caracterização do tarifário

Da análise comparativa ao nível do operador de energia e opção do tarifário, verifica-se que é comum a todos os setores, ser a EDP o principal operador de energia elétrica. O tarifário mais comum é em baixa tensão normal (tarifário simples), à exceção das Carnes em que predomina a baixa tensão especial (tarifário simples) (Figura 30 e 31).

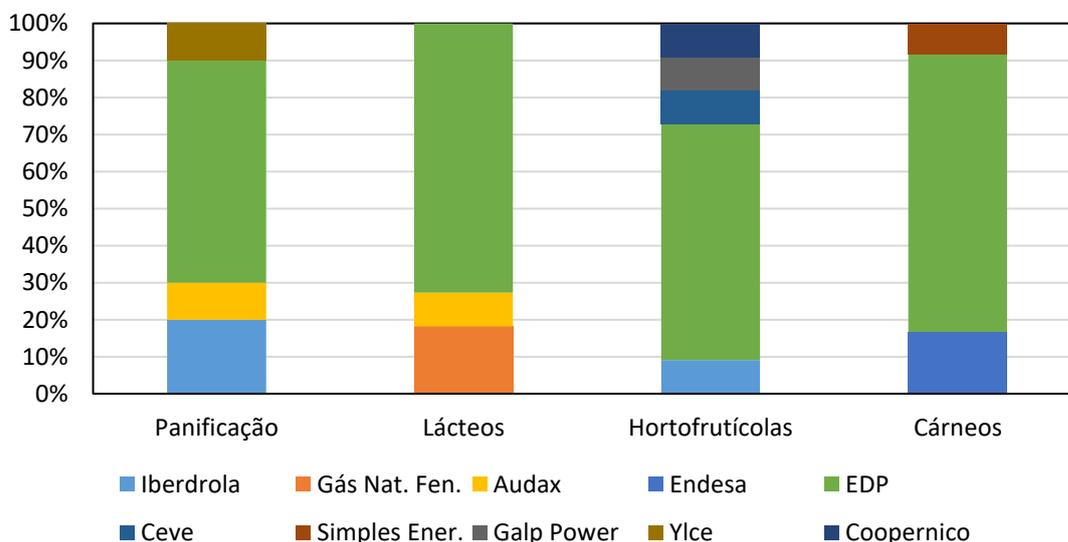


Figura 30 - Operador de energia elétrica por setor [%].

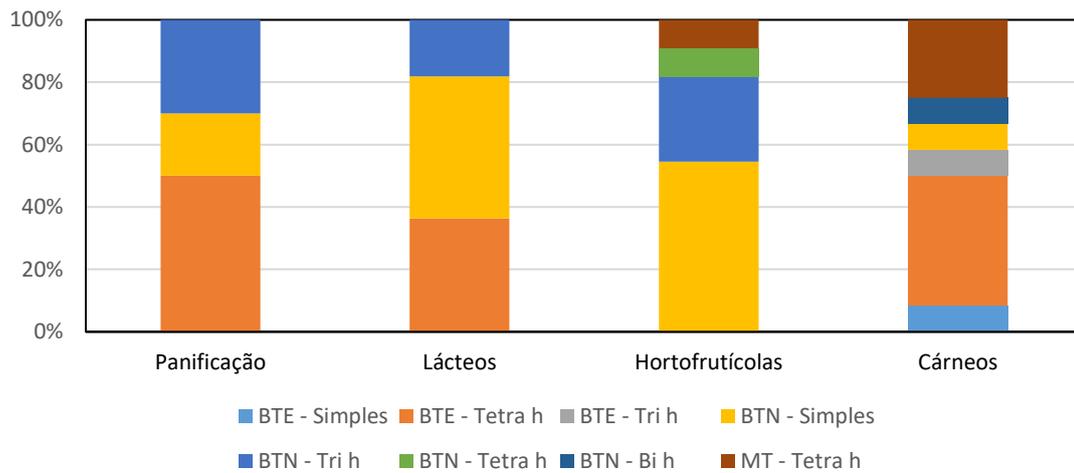


Figura 31 - Tarifário por setor [%].

5.1.3. Geradores de calor

Na análise comparativa por setor, verifica-se que o setor da panificação é o que menos recorre a geradores de calor para o seu processo de fabrico, seguindo-se do setor hortofrutícola. As caldeiras de vapor predominam no setor dos lácteos e dos cárneos. O gás propano é o combustível mais consumido em todos os setores. Dados que se encontram nas figuras 32 e 33.

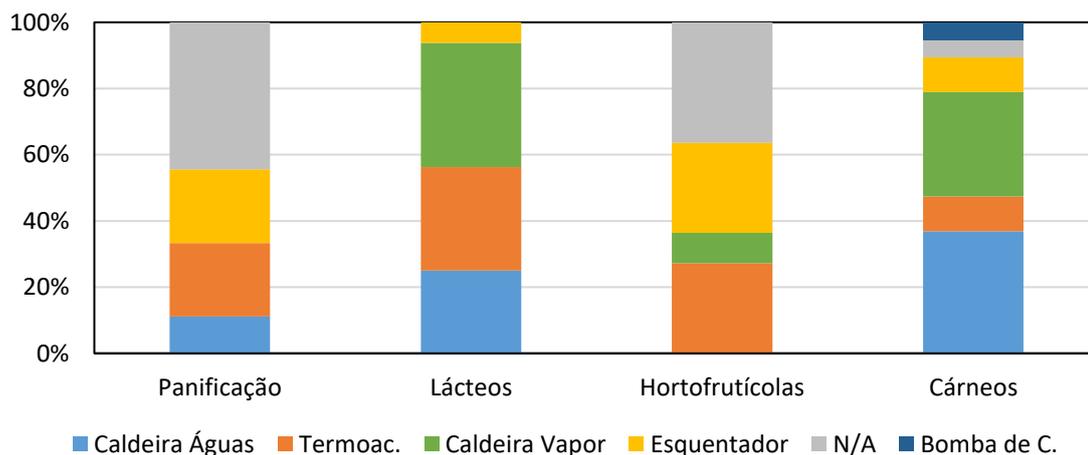


Figura 32 - Tipo de gerador de calor por setor [%].

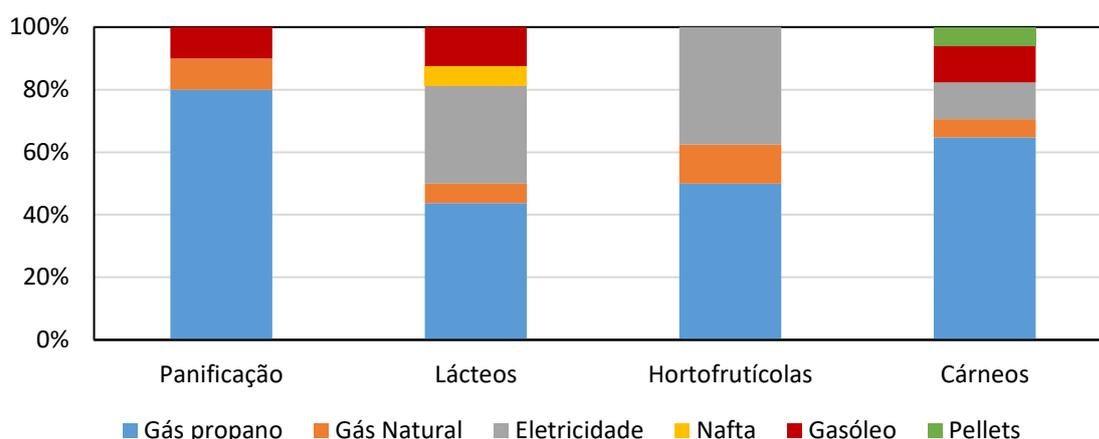


Figura 33 - Tipo de combustível por setor [%].

5.1.4. Câmaras de refrigeração e/ou congelação

Com a informação recolhida sobre as câmaras e as arcas de refrigeração/congelação efetuou-se a análise que se segue (figuras 34, 35 e 36) onde se pode concluir que este tipo de equipamentos são maioritariamente construídos em painel de isolamento com poliuretano e que o tipo de piso predominante nos 4 setores é o betão. O maior volume das câmaras/arcas encontra-se no setor das Carnes, a temperatura mais elevada verifica-se no setor dos Lácteos, e humidade relativa mais elevada encontra-se no setor das Carnes (Figuras 37, 38 e 39). Em relação a valores médios, o maior volume médio das câmaras/arcas encontra-se no setor das Carnes, a média mais elevada das temperaturas verifica-se no setor dos Lácteos, e a média mais elevada das humidades relativas encontra-se no setor da Panificação .

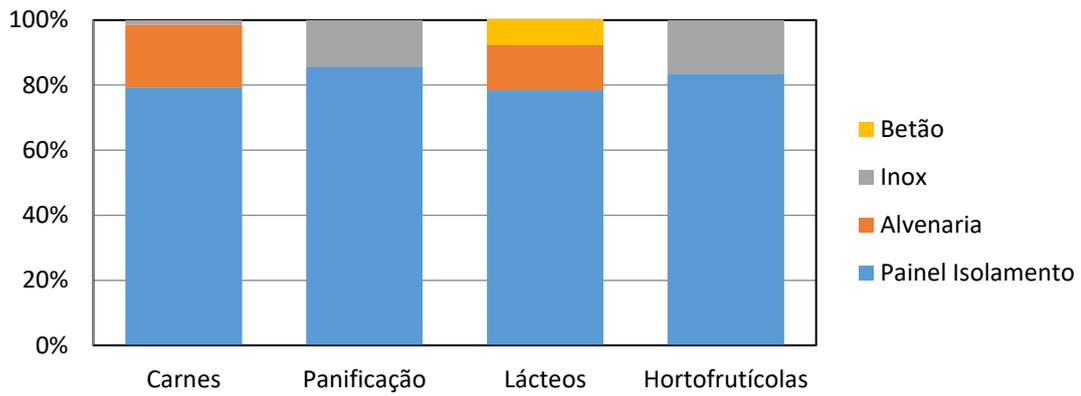


Figura 34 - Material das câmaras/arcas por setor [%].

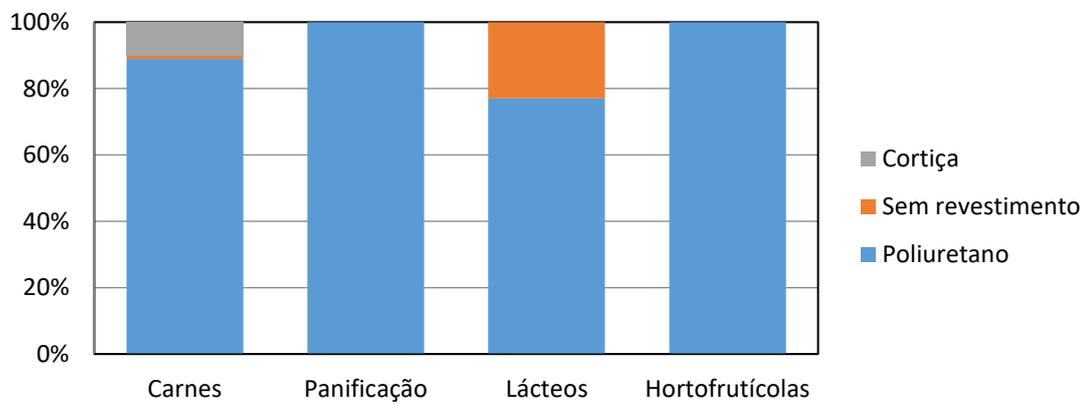


Figura 35 - Isolamento das câmaras/arcas por setor [%].

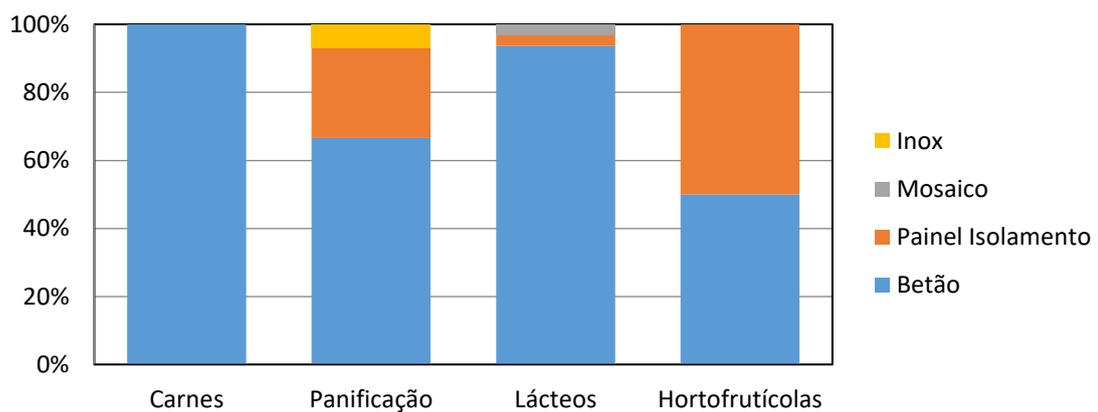


Figura 36 - Piso das câmaras/arcas por setor [%].

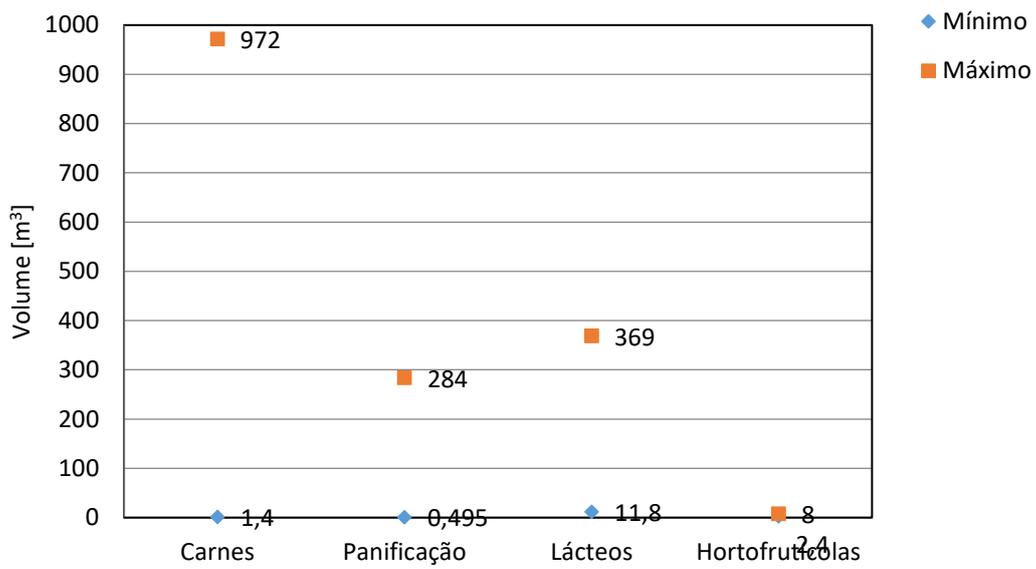


Figura 37 - Volume mínimo e máximo das câmaras/arcas por setor [m³].

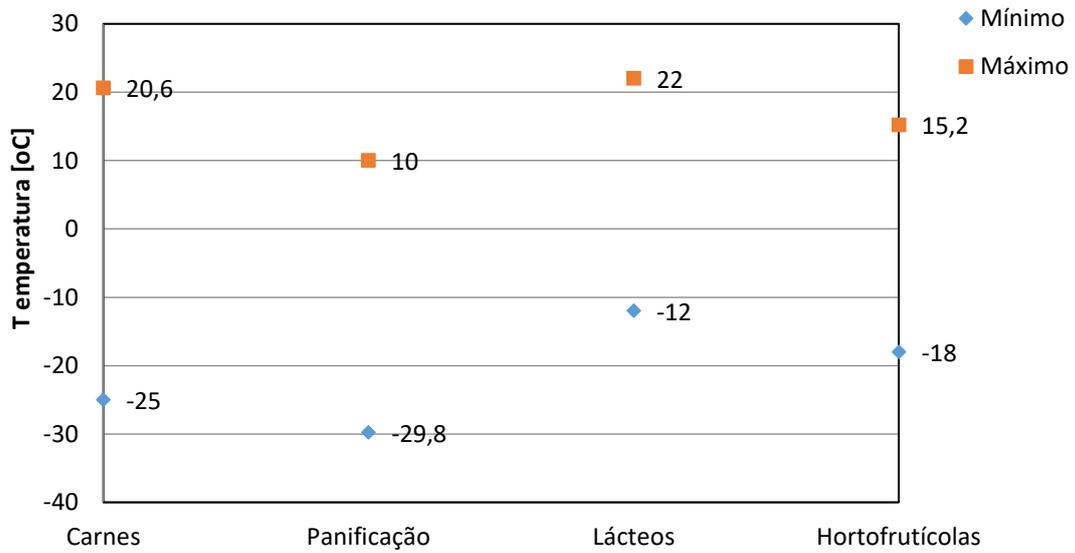


Figura 38 - Temperatura mínima e máxima das câmaras/arcas por setor [°C].

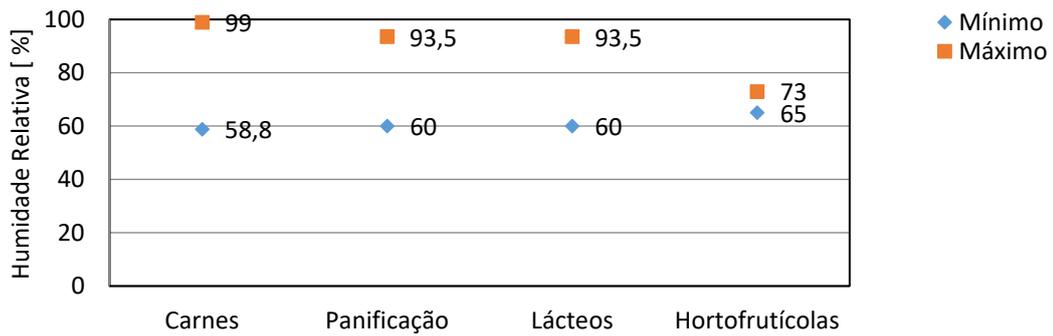


Figura 39 - Humidade Relativa mínima e máxima das câmaras/arcas por setor [%].

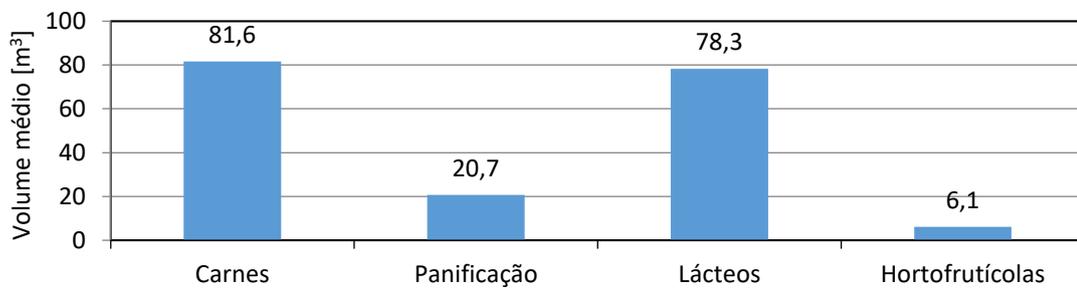


Figura 40 - Volume médio das câmaras/arcas por setor [m³].

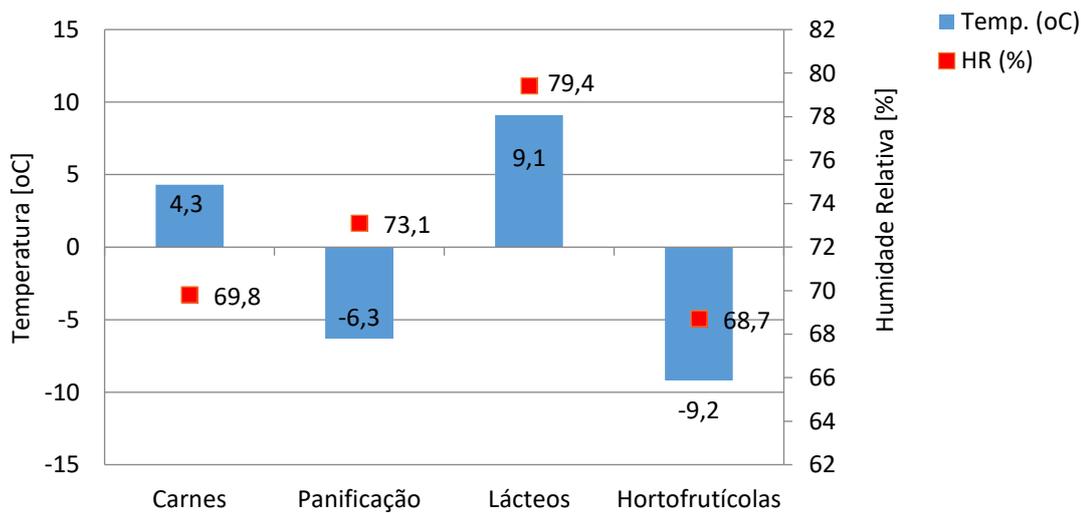


Figura 41 - Temperaturas e Humidades Relativas médias das câmaras/arcas por setor.

5.1.5. Fontes de calor em câmaras de refrigeração e/ou congelação

Analisou-se o tipo de iluminação presente nas câmaras de refrigeração/congelação, o seu sistema de frio, o fluido frigorigéneo, assim como o seu estado geral de conservação, informação que se encontra nas figuras 42, 43, 44 e 45. Verificou-se que mais de 50% das empresas de cada setor têm iluminação fluorescente nas suas câmaras, estando os led's presentes apenas no setor dos produtos Cárneos. Quanto aos sistemas de refrigeração verificou-se que predominam as unidades individuais nos setores da Panificação e nos Hortofrutícolas, e no setor dos produtos Cárneos e dos Lácteos, predominam as centrais de frio e as unidades frigoríficas compactas. O fluido frigorigéneo dominante nos 4 setores é o R404A e mais de 50% das câmaras dos 4 setores encontram-se em bom estado de conservação.

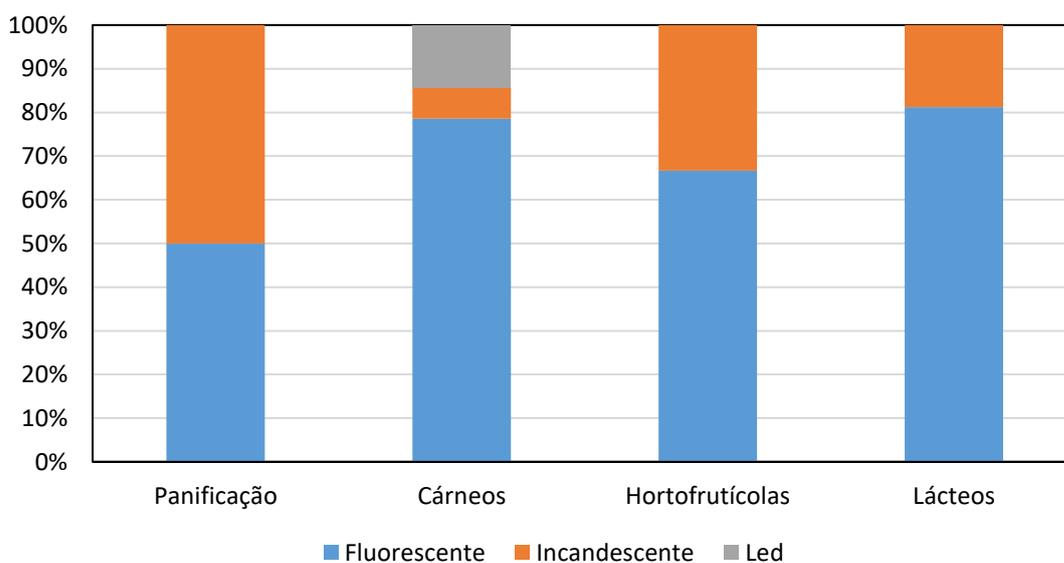


Figura 42 - Tipo de iluminação das câmaras de refrigeração/congelação por setor [%]

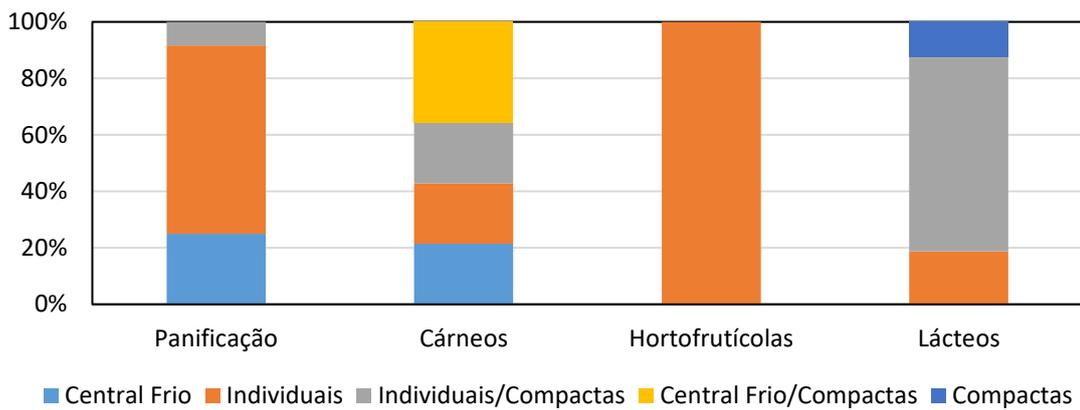


Figura 43 - Tipo de sistema de refrigeração por setor [%].

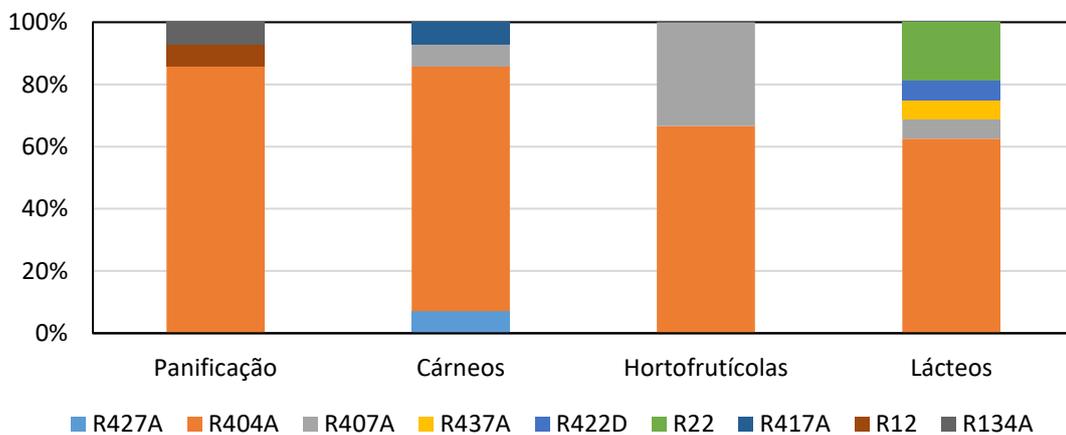


Figura 44 - Fluido frigorígeno por setor [%].

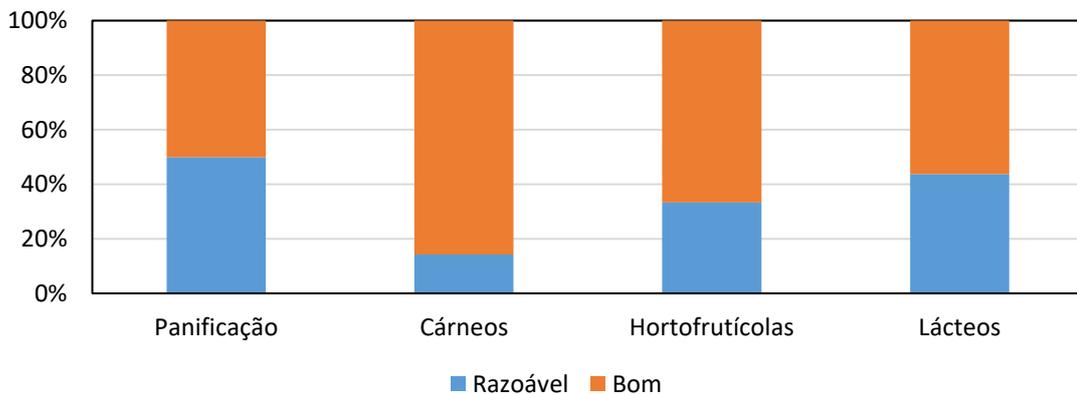


Figura 45 - Estado geral de conservação das câmaras de refrigeração/congelamento por setor [%].

5.2. Análise Comparativa por NUT

5.2.1. Quantificação dos consumos energéticos

Efetou-se uma análise ao tipo de energia consumida em tep/ano, e verificou-se que a eletricidade é a fonte de energia mais consumida nas 3 NUT's (Figura 46). Da mesma forma, se verifica que, o valor anual (€) dispendido para as fontes de energia das empresas, é mais significativo quando se trata de eletricidade, se bem que no Centro, o gasóleo representa uma parcela significativa (Figura 47).

Efetuada uma outra abordagem por NUT aos consumos de energia anual em tep/ano, verifica-se que o consumo máximo de eletricidade é de 835,11 tep/ano e pertence ao Centro, e o consumo mínimo de eletricidade é de 0,39 tep/ano e também pertence ao Centro. O consumo máximo de gasóleo é de 52,64 tep/ano e pertence ao Centro, e o consumo mínimo de gasóleo é de 1,4 tep/ano e pertence ao Norte. Existe apenas registo de um consumo de nafta de 26,56 tep/ano pertencente ao Norte. O consumo máximo de gás propano é de 68,9 tep/ano e pertence ao Alentejo, e o consumo mínimo de gás propano é de 0,013 tep/ano e pertence também ao Centro. O consumo máximo de gás natural é de 37,12 tep/ano e pertence ao Norte, e o consumo mínimo de gás natural é de 0,07 tep/ano e pertence ao Centro. O consumo máximo de pellets é de 14,57 tep/ano e pertence ao Alentejo, e o consumo mínimo de pellets é de 8,59 tep/ano e pertence ao Centro. O consumo máximo de lenha é de 130 tep/ano e pertence ao Alentejo, e o consumo mínimo de lenha é de 0,93 tep/ano e pertence ao Centro.

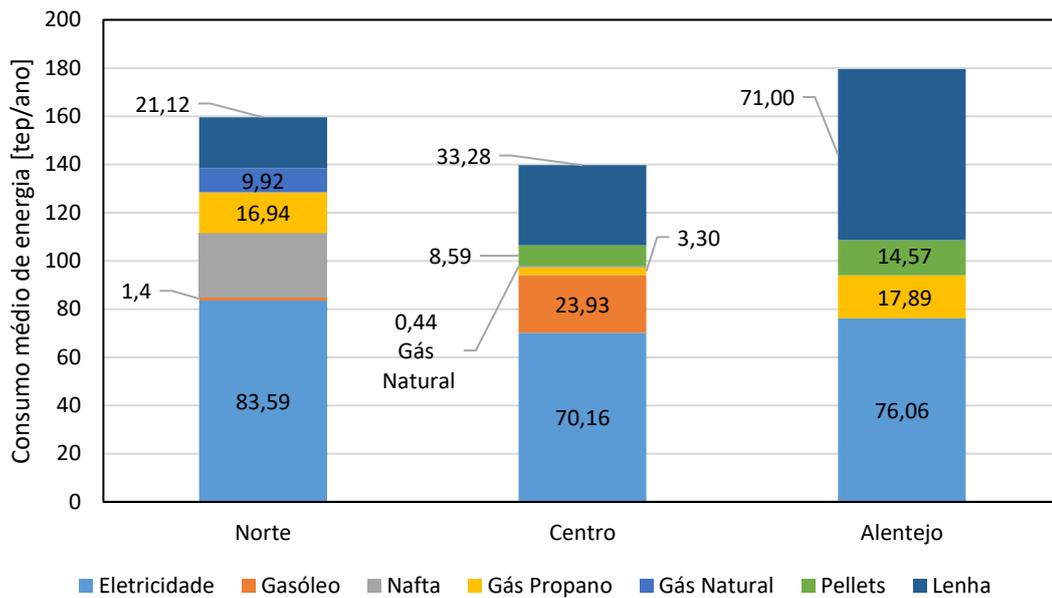


Figura 46 - Consumo médio de energia por NUT [tep/ano].

Uma outra abordagem aos consumos de energia anual em €/ano, verifica-se que o consumo máximo de eletricidade é de 286 070 €/ano e pertence ao Centro, e o consumo mínimo de eletricidade é de 283 tep/ano e pertence também ao Centro. O consumo máximo de gasóleo é de 51 146 €/ano e pertence ao Centro, e o consumo mínimo de gasóleo é de 1 800 €/ano e pertence ao Norte. Existe apenas registo de um consumo de nafta de 10 511 €/ano pertencente ao Norte. O consumo máximo de gás propano é de 62 375 €/ano e pertence ao Alentejo, e o consumo mínimo de gás propano é de 80 €/ano e pertence também ao Centro. O consumo máximo de gás natural é de 33 451 €/ano e pertence ao Norte, e o consumo mínimo de gás natural é de 206 €/ano e pertence ao Centro. O consumo máximo de pellets é de 7 072 €/ano e pertence ao Alentejo, e o consumo mínimo de pellets é de 3 354 €/ano e pertence ao Centro. O consumo máximo de lenha é de 26 712 €/ano e pertence ao Alentejo, e o consumo mínimo de lenha é de 300 €/ano e pertence ao Centro.

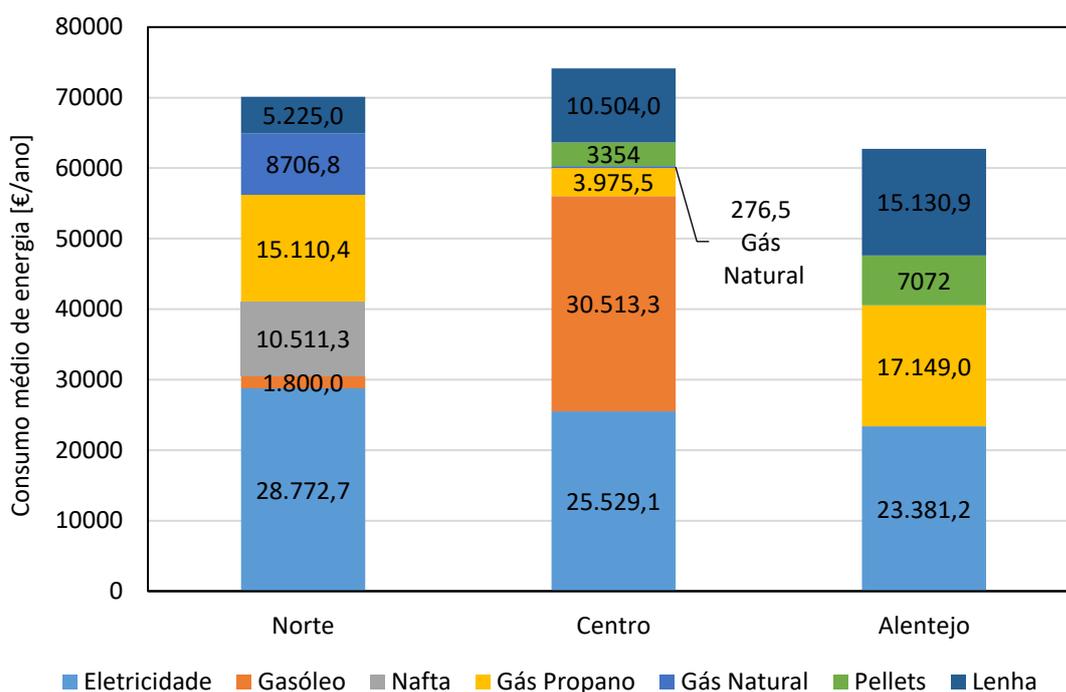


Figura 47 - Consumo de energia por NUT [€/ano].

Efetuada o cálculo do consumo específico de energia, verifica-se que o consumo específico mais elevado pertence ao Alentejo. Nesta NUT existem algumas empresas com grande consumo e baixa produção quando comparadas com as restantes NUT's (ver figura 48).

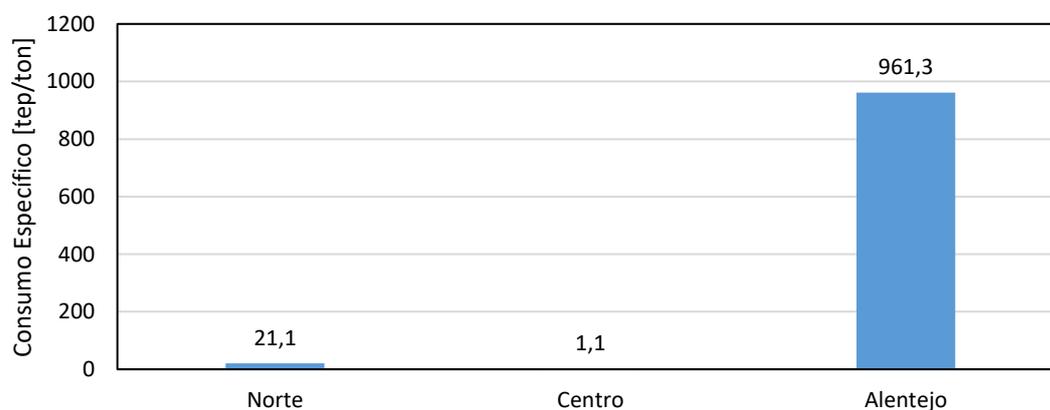


Figura 48 - Consumo específico de energia por NUT [tep/ton].

5.2.2. Caracterização do tarifário

Da análise comparativa ao nível do operador de energia e opção do tarifário, verifica-se que é comum às 3 NUT's que a EDP seja o operador de energia elétrica predominante (Figura 49). É também visível que a oferta se encontra cada vez mais variada. O tarifário predominante no Norte é o tetra horário em baixa tensão especial (tetra horário), no Centro o tri horário também em baixa tensão especial, e no Alentejo o tetra horário em baixa tensão especial assim como o tri horário em baixa tensão normal (Figura 50).

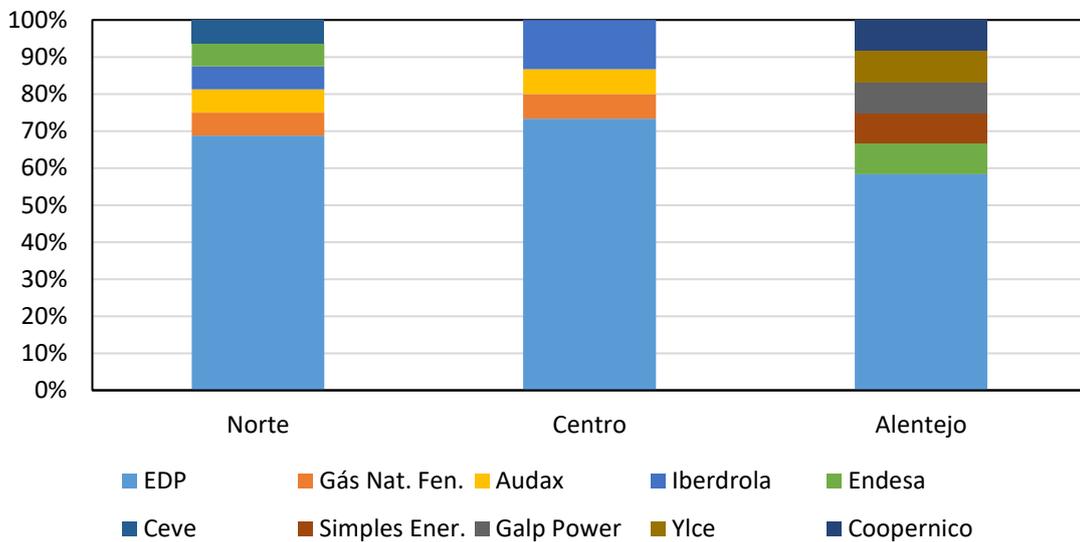


Figura 49 - Operador de energia elétrica por NUT [%].

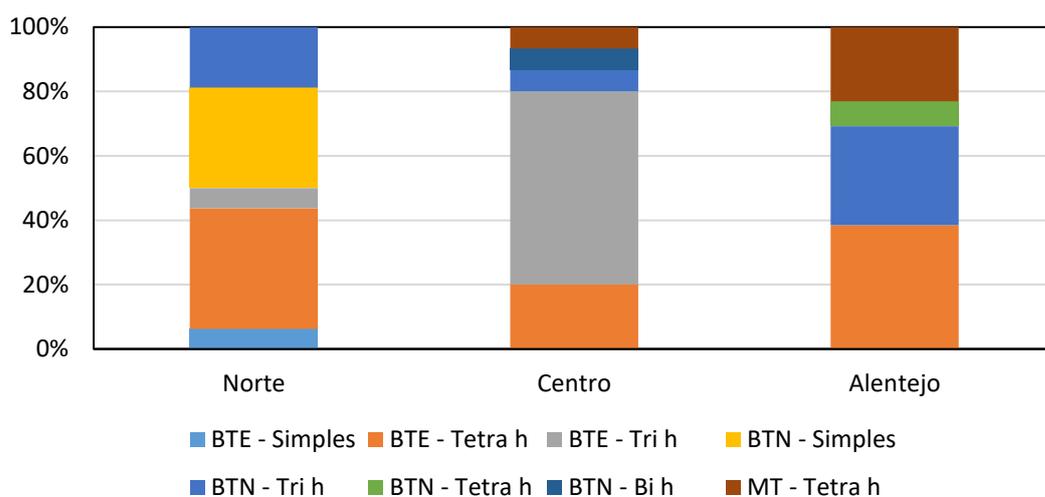


Figura 50 - Tarifário por NUT [%].

5.2.3. Geradores de calor

Na análise ao tipo de gerador de calor existente, verifica-se que nas empresas do Norte predominam os esquentadores. No Centro predominam as caldeiras de águas quentes e no Alentejo os geradores de calor mais comuns são os termoacumuladores (Figura 51). Quanto ao tipo de combustível que alimenta estes geradores de calor, é comum a todas a NUT's, o elevado consumo de gás propano (Figura 52).

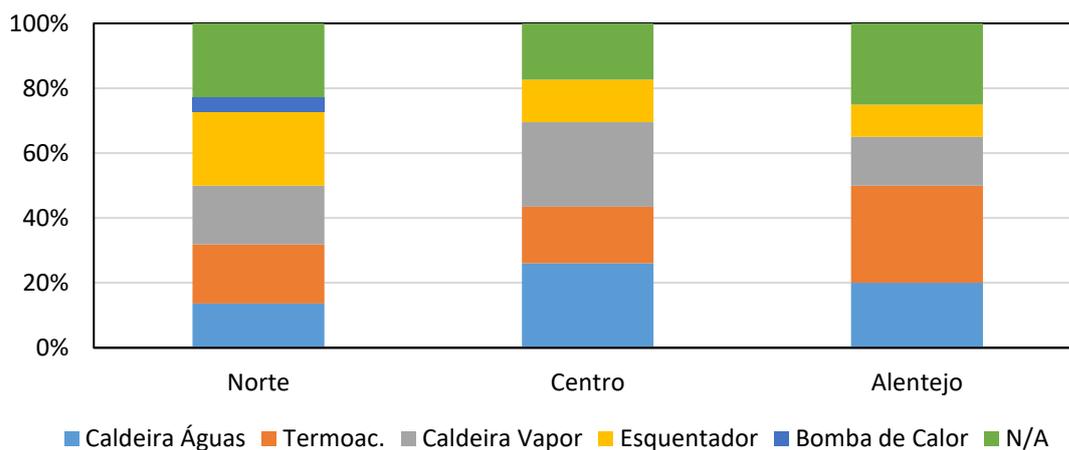


Figura 51 - Tipo de gerador de calor por NUT [%].

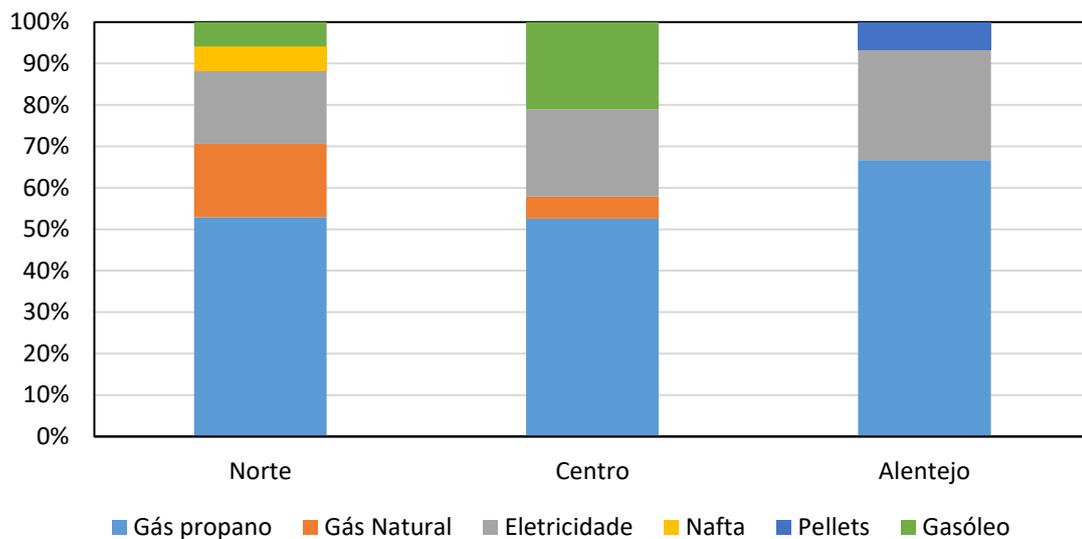


Figura 52 - Tipo de combustível por NUT [%]

5.2.4. Câmaras de refrigeração e/ou congelação

Com a informação recolhida sobre as câmaras e as arcas de refrigeração/congelação efetuou-se a análise que se segue, de onde se pode concluir que este tipo de equipamentos são maioritariamente construídos em painel de isolamento com o mesmo em poliuretano e que o tipo de piso predominante nas 3 NUT's é o betão (Figuras 53, 54 e 55).

O maior volume das câmaras/arcas encontra-se na zona Centro, assim como a mais elevada das temperaturas. A humidade relativa masi elevada encontra-se na zona Norte (Figuras 56, 57 e 58).

O maior volume médio das câmaras/arcas encontra-se na zona Centro, assim como a média mais elevada das temperaturas. A média mais elevada das humidades relativas encontra-se na zona Norte.

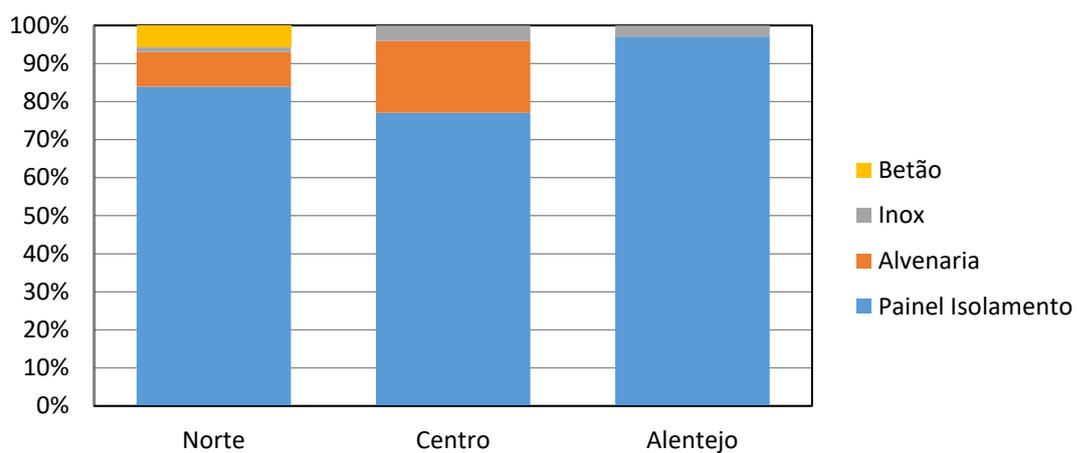


Figura 53 - Tipo de material das câmaras/arcas por NUT [%].

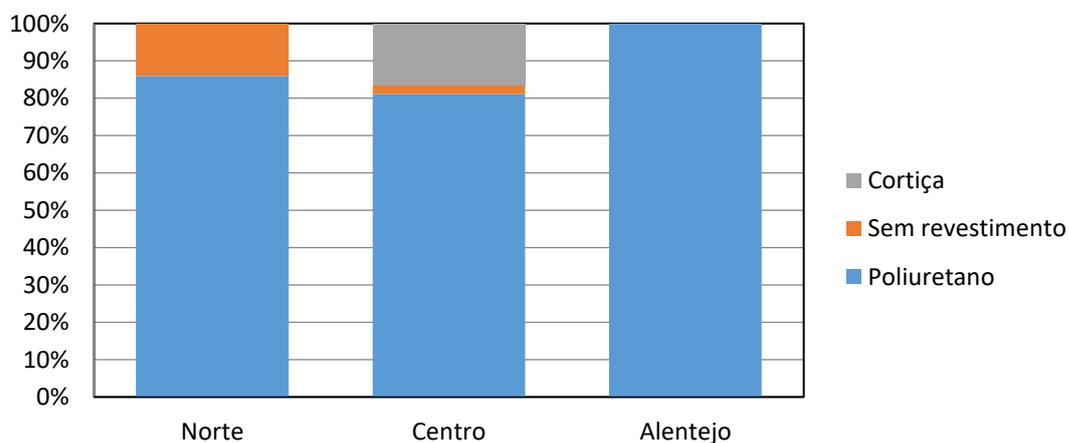


Figura 54 - Tipo de isolamento das câmaras/arcas por NUT [%].

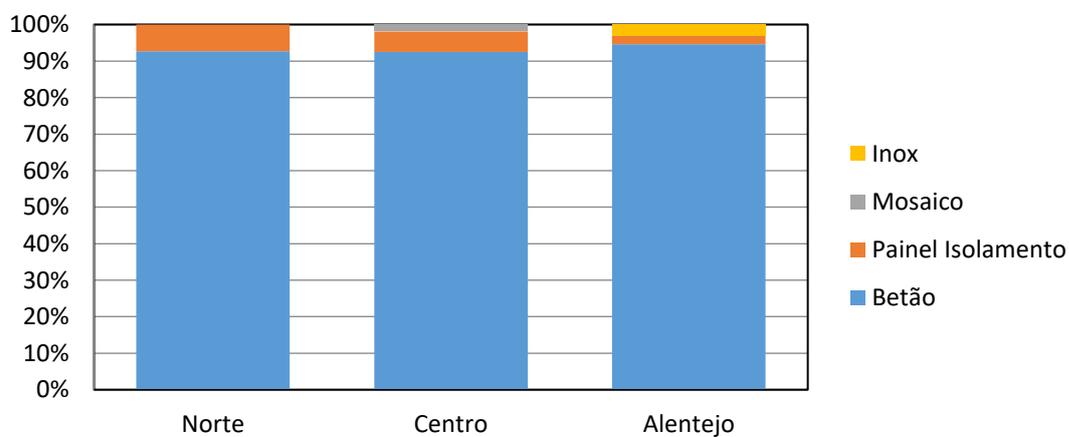


Figura 55 - Tipo de piso das câmaras/arcas por NUT [%].

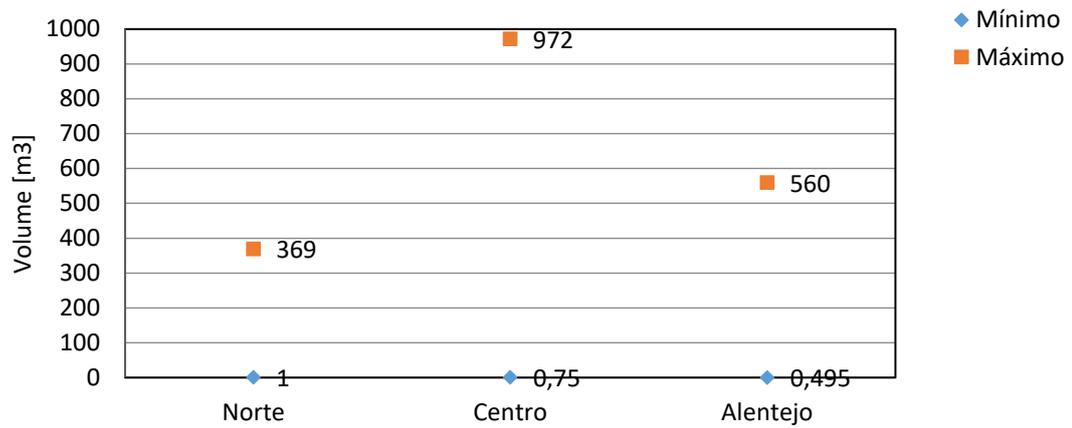


Figura 56 - Volume das câmaras/arcas por NUT [m³].

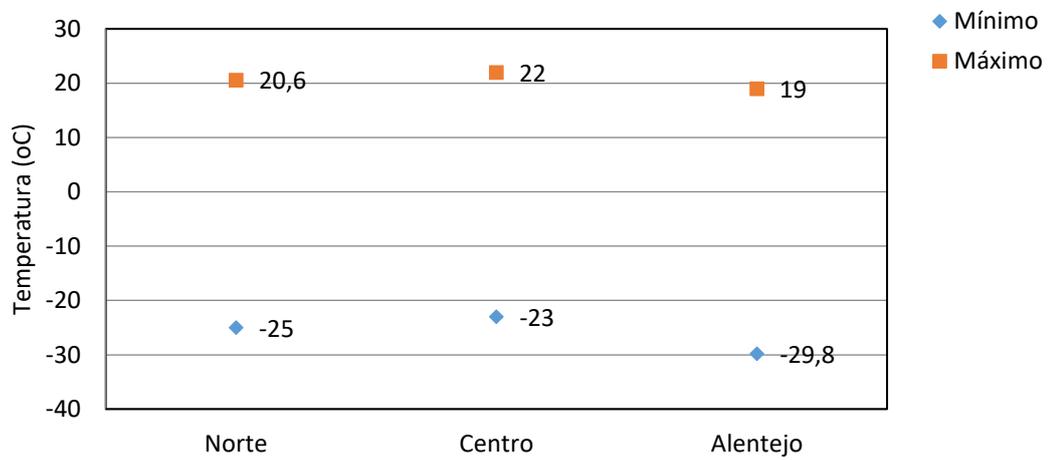


Figura 57 - Temperatura mínima e máxima das câmaras/arcas por NUT [°C].

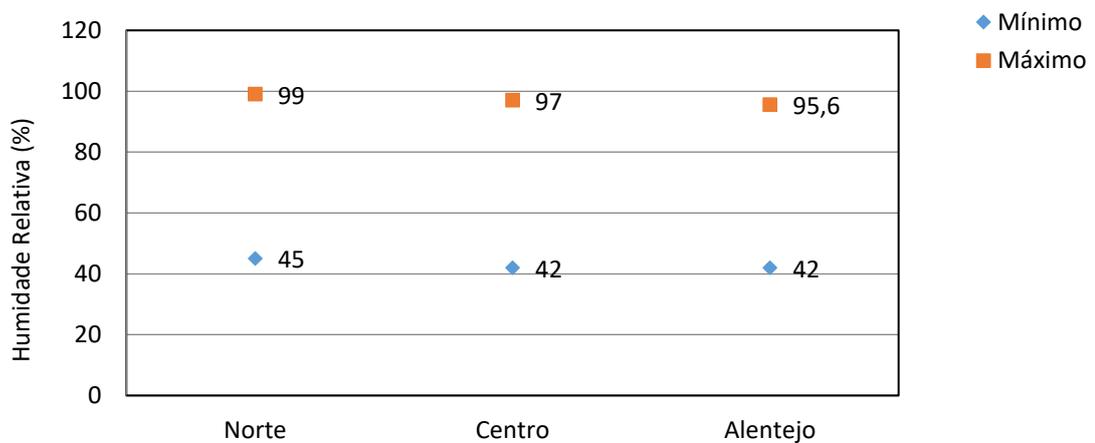


Figura 58 - Humidade Relativa mínima e máxima das câmaras/arcas por NUT [%].

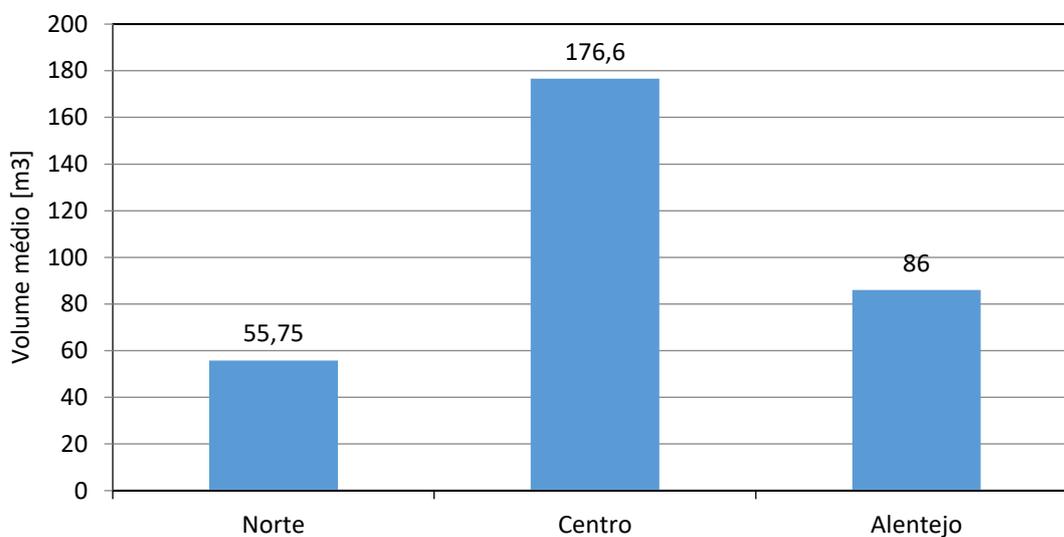


Figura 59 - Volume médio das câmaras/arcas por NUT [m³].

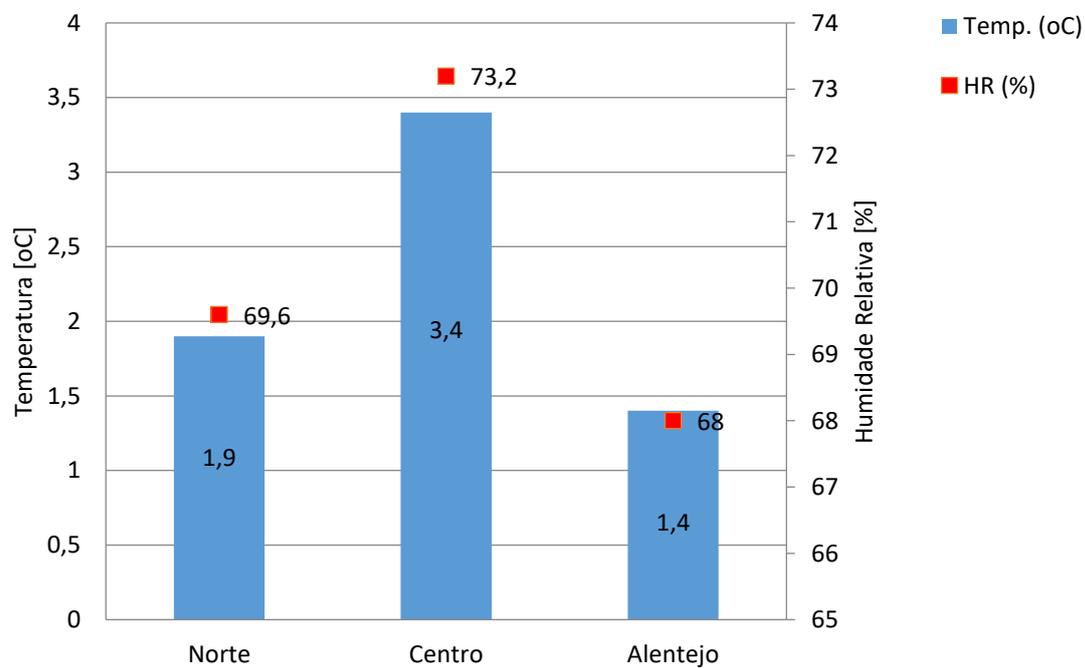


Figura 60 - Temperaturas e Humidades Relativas médias das câmaras/arcas por NUT.

5.2.5. Fontes de calor em câmaras de refrigeração e/ou congelação

Analisou-se o tipo de iluminação presente nas câmaras de refrigeração/congelação, o seu sistema de frio, o fluido frigorigéneo, assim como o seu estado geral de conservação, esta informação encontra-se nas figuras 61, 62, 63 e 64. Verificou-se que mais de 50% das empresas de cada NUT têm iluminação fluorescente nas suas câmaras, havendo uma pequena percentagem com a existência de led's no Alentejo. Quanto aos sistemas de refrigeração verificou-se que no Norte e no Alentejo predominam as unidades individuais, sendo que no Centro, estas unidades encontram-se acompanhadas de unidades frigoríficas compactas. O fluido frigorigéneo dominante nas 3 NUT's é o R404A e mais de 50% das câmaras das 3 NUT's encontram-se em bom estado de conservação.

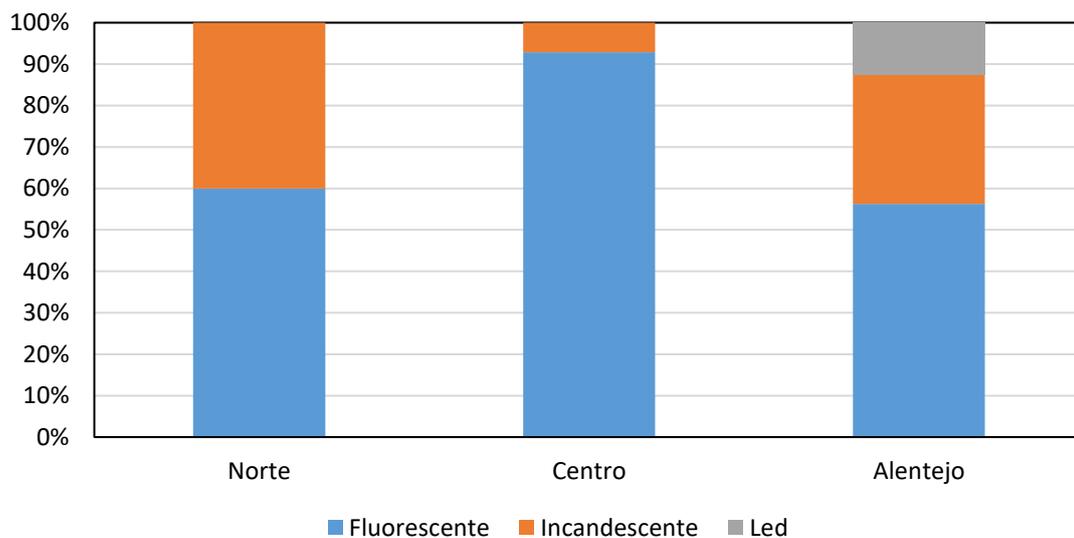


Figura 61 - Tipo de iluminação das câmaras de refrigeração/congelação por NUT [%].

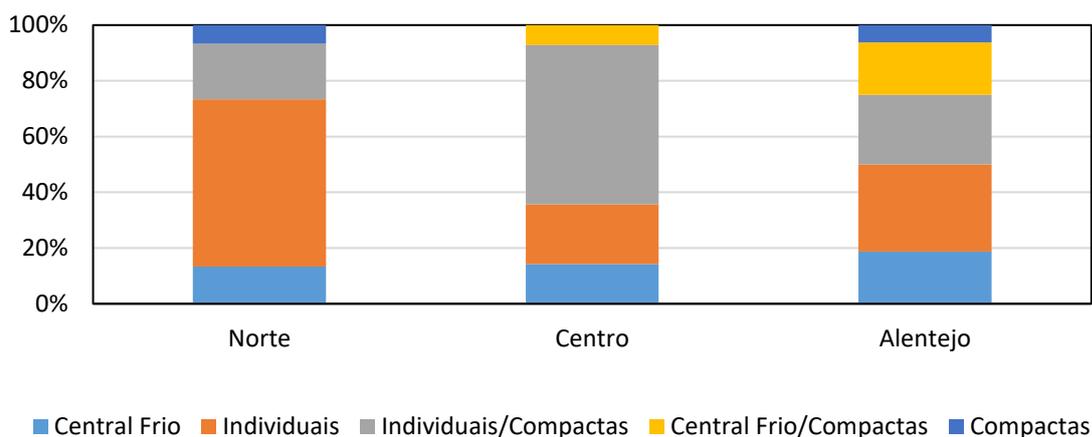


Figura 62 - Tipo de sistema de refrigeração por NUT [%].

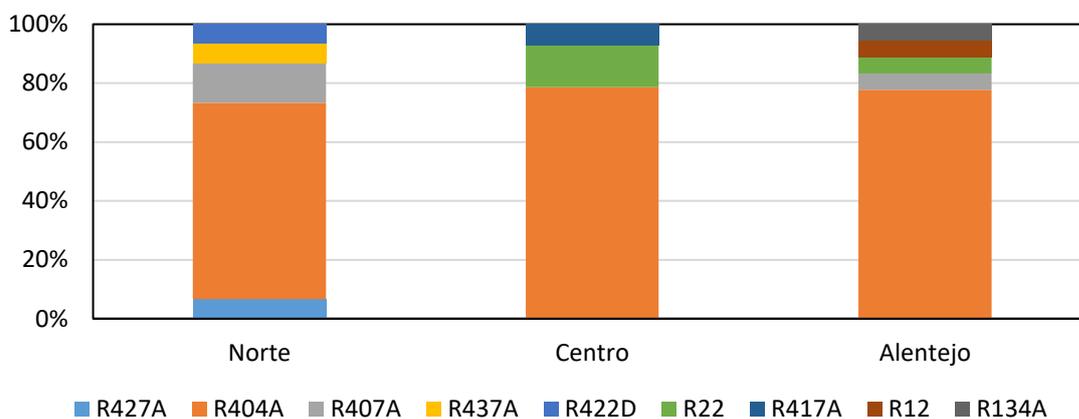


Figura 63 - Fluido frigorígeno por NUT [%].

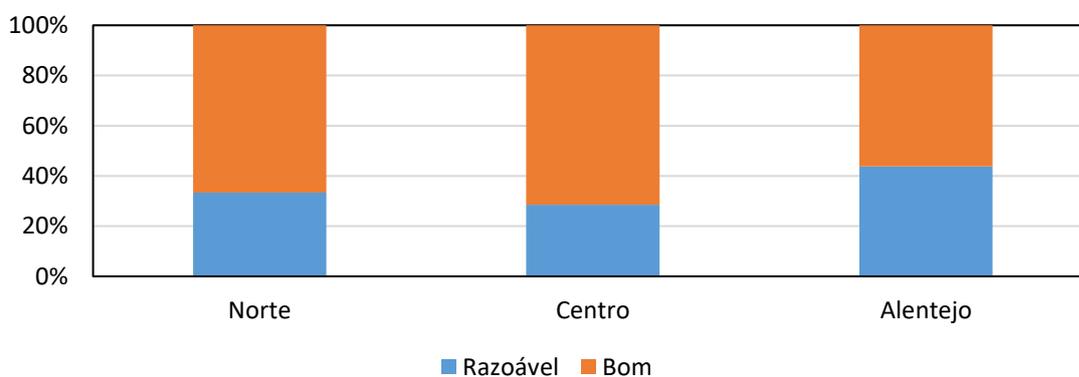


Figura 64 - Estado geral de conservação das câmaras de refrigeração/congelamento por NUT [%].

6. Medidas de Eficiência Energética

6.1. Infraestruturas

As envolventes das infraestruturas incluindo a cobertura são da maior relevância em termos de eficiência energética. Envolventes que facilitem a entrada de calor para o seu interior só contribuem para aumentar os consumos de energia elétrica dos sistemas de refrigeração que são usados para refrigerar e climatizar os espaços interiores. No presente estudo encontramos um elevado número de empresas com envolventes construídas com materiais elevada condutividade térmica e com paredes de espessura reduzida. Mesmo aquelas que utilizam materiais bons isolantes nas envolventes, como os painéis de poliuretano, estes apresentam espessuras reduzidas (60 mm). Outro aspeto bastante penalizador em termos térmicos são os materiais usados nas coberturas, que em muitos casos são de chapas de fibrocimento, chapas metálicas e outros tipos de telhas. A agravar esta situação, as infraestruturas possuem desvãos fechados, que por intermédio do efeito de estufa proporcionam a obtenção de temperaturas elevadas nesses espaços (entre 55°C e 60°C). Este fator é bastante penalizador, porque aquece o interior das infraestruturas, para além dos graves prejuízos térmicos para todos os equipamentos de frio e condutas que são instalados no interior do desvão. Nesse sentido, como melhorias eficientes sugere-se a escolha de bons materiais isolantes, quer para as envolventes e a cobertura e efetuar bons arejamentos dos desvãos ou sótãos. Como sugestão para as instalações novas deve-se usar painéis de poliuretano com espessuras nunca inferiores a 100 mm, e para a cobertura painéis de poliuretano de 40 mm ou mais. Para as instalações já construídas, poderão ser melhorados os isolamentos com a projeção de materiais de poliuretano projetado sobre as paredes e as coberturas, no lado interior das instalações. O projeto

das infraestruturas também deve ser cuidado e estar preparado para implementar o processo produtivo. Neste sentido, devem englobar todos os compartimentos necessários, com as dimensões adequadas e nunca sobredimensionados. Quanto maior for a área do edifício ou a sua volumetria maiores são as cargas térmicas geradas e por conseguinte maiores as potências frigoríficas necessárias para as superar. Também se deve dar uma atenção particular aos acessos, portas, cais de carga e descarga e respetivas vidraças. Cada um destes elementos deve estar bem isolado do exterior para impedir a entrada de calor, e por conseguinte quanto menor for o seu número melhor. Outro fator importante é isolar as zonas quentes, como salas de fabrico e outras zonas de geradores de calor, das zonas frias para evitar o aumento das cargas térmicas dos espaços a refrigerar. Recomenda-se o uso de Iluminação fluorescente, balastros eletrónicos e leds e sempre que possível, o uso de detetores de presença no interior das infraestruturas [10].

6.2. Iluminação

A energia elétrica consumida nas instalações de iluminação nos diferentes sectores de atividade (indústria, serviços e doméstico) representa aproximadamente 25% do consumo global do país, e cerca de 5% a 7% do consumo global de energia elétrica de uma instalação industrial [11]. A utilização de equipamentos mais eficazes traduzir-se-á em reduções significativas de consumos energéticos.

Redução dos consumos de energia e dos custos de manutenção, são consequências da instalação de equipamentos que proporcionem níveis e iluminação necessários e recomendados ao desempenho das atividades.

Existem parâmetros essenciais para a redução de consumos energéticos, mantendo ou até mesmo melhorando as condições de iluminação [3]:

- Preferir a iluminação natural;
- No referido, normalmente o investimento inicial é retornado em tempo aceitável através da poupança de energia proporcionada.

Luminárias

Designa-se luminária a unidade destinada a albergar uma ou várias lâmpadas, e utilizam-se para focalizar a luz e evitar que esta se desperdice.

Os sistemas mais eficientes serão aqueles que incluem a utilização de lâmpadas de elevada eficiência energética, e luminárias equipadas com refletores espelhados, que permitem elevar o rendimento total do sistema.

A disposição das luminárias deve evitar os encandeamentos nos planos de trabalho, enquanto que o seccionamento deve permitir desligar uma secção sempre que a iluminação natural seja suficiente, permitindo uma redução do consumo de energia elétrica.

A limpeza das luminárias é também um fator de grande importância em termos de eficiência energética.

6.3. Equipamento de Escritório

O consumo de energia associado às tecnologias de informação (TI) aumentou consideravelmente nos últimos anos. De acordo com previsões recentes [ISI 2003], espera-se um aumento de cerca de 40% nos próximos 10 anos. Assim, o equipamento de escritório torna-se um dos principais consumidores de energia (com valores entre 20 e 40% do consumo total) em edifícios de escritórios. Por outro lado, o potencial de economias de energia economicamente viável pode atingir os 50%, facto que permitirá reduzir os custos energéticos em cerca de 200€, por posto de trabalho, durante os 5 anos de vida útil do equipamento [13].

O aproveitamento integral do potencial de economias de energia pode ser concretizado através da simples redução do consumo de energia em todos os modos (funcionamento, standby e desligado) e diminuindo o período ativo do modo com maior consumo de energia ou o número total de horas de funcionamento. Por esse motivo, assume especial importância a opção pela compra agrupada (“procurement”) de equipamento de escritório energeticamente eficiente bem como a utilização consciente

do equipamento existente. Embora a introdução de equipamento de escritório “inteligente” apoiada por um sistema de gestão de energia de alta eficiência permita a utilização racional de energia em edifícios, é igualmente relevante o papel do utilizador das TI na implementação das medidas adotadas.

Podem ser alcançadas economias de energia através da seleção apropriada de produtos e equipamentos energeticamente eficientes, da introdução de um sistema de gestão de energia e da adoção de boas práticas na utilização dos equipamentos.

A viabilidade de determinadas medidas e o seu impacto em termos de economias de custos depende da dimensão e natureza da atividade da empresa. Apenas através de uma avaliação do sistema e das necessidades da empresa se poderá determinar que medidas são simultaneamente aplicáveis e economicamente viáveis. Essa avaliação poderá ser realizada por um consultor de energia qualificado com experiência em TI ou pelo staff técnico da empresa.

6.4. Manutenção de equipamentos

A manutenção de equipamentos e instalações é fundamental para garantir a eficiência do desempenho das instalações técnicas (industrias ou outras) aumentando o tempo médio entre avarias e prolongando a vida útil dos equipamentos.

Associada a esta preocupação esta a eficiência energética, que beneficia de forma direta e indireta, da qualidade da manutenção implementada e executada nas instalações e equipamentos industriais.

Neste contexto, a existência de um sistema organizado para a gestão da manutenção contribuirá para a redução dos consumos energéticos das instalações industriais, e conseqüentemente, para a melhoria da eficiência na utilização da energia, eliminando os desperdícios e aumentando o rendimento das conversões [3].

6.5. Isolamentos térmicos

O isolamento térmico define-se como um material (ou combinação de materiais) que retardam o fluxo de calor. Os materiais podem-se adaptar a qualquer tamanho, forma ou superfície.

O isolamento térmico é um elemento muito importante na conservação de energia, criando uma barreira térmica que reduz a transferência de calor. Melhora a eficiência energética colaborando com o ambiente. É uma medida de implementação simples que, pelo seu reduzido investimento, deve merecer atenção imediata por parte das indústrias.

A utilização de isolamentos térmicos permite [11]:

- Reduzir os custos de energia, ao minimizar as perdas de calor;
- Controlar a condensação;
- Fornecer a proteção para o frio;
- Fazer a proteção aos equipamentos;
- Controlar as temperaturas de processo;
- Proteger contra o fogo;
- Servir de isolamento acústico.

6.6. Formação e sensibilização dos recursos humanos

O treino, a formação e a motivação dos recursos humanos deve ser uma parte integrante de um sistema eficiente de gestão de energia. As empresas deverão realizar ações de sensibilização que se centralizem em [11]:

- Impactos ambientais da utilização de energia;
- Os benefícios da economia da energia;
- A dependência energética da indústria e o que esta pode fazer para economizar energia;
- Qual a atitude cívica individual para economizar energia.

6.7. Redução da energia reativa

Para fazer os motores, transformadores e outros equipamentos com enrolamentos funcionarem, são necessárias a energia ativa e a energia reativa. A energia reativa produz o fluxo magnético nas bobinas dos equipamentos, para que os eixos dos motores possam girar. Já a energia ativa é aquela que executa de fato as tarefas, fazendo os motores girarem para realizar o trabalho do dia-a-dia. Apesar de necessária, a utilização de energia reativa deve ser a menor possível. O excesso de energia reativa exige condutor de maior secção e transformador de maior capacidade, além de provocar perdas por aquecimentos e queda de tensão (Figura 65) [12].



Figura 65 - Energia Ativa / Energia Reativa [Fonte: Coelba – Grupo Neoenergia]

O fator de potência é o índice que relaciona a energia ativa e reativa de uma instalação elétrica, sendo um dos principais indicadores de eficiência energética. O fator de potência próximo de 1 indica pouco consumo de energia reativa em relação à energia ativa. Uma vez que a energia ativa é aquela que efetivamente executa as tarefas, quanto mais próximo da unidade for o fator de potência, maior é a eficiência da instalação elétrica.

Medidas para reduzir a energia reativa [3]:

- Evitar a operação de motores sem carga ou com cargas muito abaixo do ótimo;
- Substituir motores convencionais por motores de alta eficiência energética, e manter estes a operar perto da sua carga ótima;

- Instalar baterias de condensadores adicionais, ou melhorar a distribuição das baterias já instaladas.

6.8. Câmaras de refrigeração / congelação

Em fase de projeto, a localização adequada das câmaras de refrigeração é um aspeto da maior importância. Estas devem estar viradas a Norte de modo a estarem sujeitas a uma exposição solar e a receber calor por condução e radiação.

As paredes das câmaras devem ser construídas de materiais bons isolantes, como sejam, os painéis de poliuretano e possuir uma espessura adequada para as condições ambientais onde se encontram instaladas. No decorrer deste estudo encontramos câmaras de refrigeração construídas em painéis de poliuretano com espessuras reduzidas (60 mm) em zonas de temperaturas exteriores elevadas. Recomenda-se que as câmaras de refrigeração construídas em painéis de poliuretano possuam uma espessura de 100 mm para refrigerados e 120 mm para congelados.

Por uma questão de economia de energia, as portas das câmaras frigoríficas devem permanecer fechadas o máximo de tempo possível.

As luzes internas da câmara de refrigeração deverão ser apagadas quando estas não estiverem a ser utilizadas. Uma outra opção consiste em utilizar controladores eletrónicos de iluminação. A substituição da iluminação de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas, ou leds, permitem economias de energia elétrica na iluminação de 70 a 80% [10].

As portas devem estar bem isoladas com vedações, pelo que a de borrachas das portas das câmaras assim como a sua verificação periódica contribuem para a redução de custos de energia.

O uso de de ar ou de fitas são uma boa forma de evitar a saída do ar frio do interior das câmaras, eliminando a necessidade constante de reposição de frio, reduzindo o consumo de energia. Estas medidas juntamente com portas das câmaras de refrigeração bem isoladas permitem a obtenção de poupanças de energia de 2 a 5%.

A existência de antecâmaras junto às câmaras de refrigeração evita perdas de ar frio, reduzindo o consumo de energia pelos sistemas de produção de frio.

A distribuição correta dos produtos dentro da câmara de refrigeração correta, é indispensável para o arrefecimento uniforme dos produtos, e não simplesmente depositá-los sem critério.

Os sistemas de refrigeração são dimensionados para trabalharem à carga nominal, pelo que as câmaras com carga parcial promovem o desperdício de energia. Mas, também favorece o consumo de energia. A colocação de produtos dentro das câmaras muito próxima das entradas de ar frio nos evaporadores deve ser evitada a fim de uma boa entrada desse ar. É de todo importante não obstruir a circulação do ar na saída dos evaporadores. Caso isso

ocorra, além de não uniformidade da temperatura no interior da câmara, provocará maior acumulação de gelo no evaporador. É importante saber que esse gelo excessivo impede o sistema de refrigeração de funcionar com 100% de eficiência [10].

6.9. Sistemas de produção de frio

Para além da necessidade de se conhecer a capacidade do sistema de refrigeração para superar as cargas térmicas que se desenvolvem nas câmaras de refrigeração ou nos depósitos de fluidos, é fundamental construir um bom desenho da instalação frigorífica. Nesta fase deve ter-se em consideração, a localização dos diferentes acessórios da instalação, o comprimento das condutas e curvaturas, o isolamento das canalizações e instalação dos acessórios indispensáveis para o bom funcionamento e monitorização e manutenção (pressostatos de alta e baixa pressão, filtros secadores e de manómetros de alta e baixa pressão, depósitos de refrigerante, purgadores de ar, acessórios vibrações, para o fluido se deslocar com velocidades corretas e o retorno do óleo ao compressor para que este tenha uma vida longa.

Para melhorar a eficiência nos sistemas de refrigeração, podem ser implementadas as seguintes ações [10]:

- Utilizar sistemas de refrigeração para cada nível ou gamas de temperaturas, isto é, com um único nível de aspiração refrigeração e congelação. Com esta ação tem-se níveis de poupança de energia próximo dos 20%;
- Evitar condutas do fluido refrigerante com comprimentos longos e com muitas curvaturas e selecionar corretamente o diâmetro das condutas de aspiração (diâmetro maior). Pode-se atingir poupanças de energia entre 1,5 a 2,5%.
- Utilizar a carga ótima do fluido refrigerante no sistema (evitar fugas). Atingem-se poupanças de energia de 1 a 4%.
- Mudar de refrigerante tradicional por um ecológico. São possíveis poupanças de energia de 10 a 15%.
- Substituir os sistemas de refrigeração, com mais de 10 anos, principalmente compressores antigos por outros novos com motores de alta eficiência. Conseguem-se poupanças de energia, entre 30 a 40%.
- Instalar os condensadores em locais arejados, à sombra, se possível virados a norte e com uma boa manutenção (limpeza). Com a redução de 1°C da temperatura de condensação é possível poupar-se 2 a 3% de energia. Outro aspeto importante, é utilizar condensadores bem dimensionados, se possível sobredimensionados, pois para além de promover a diminuição da temperatura de condensação ainda proporciona um ligeiro sub-arrefecimento do fluido refrigerante originando uma poupança de energia de 1 a 4% de energia. Nunca colocar estes equipamentos em locais fechados ou em sótãos quentes, pois estas condições penalizam fortemente os consumos de energia.
- Se possível, nomeadamente, nas médias ou grandes instalações, utilizar sistemas com a pressão de condensação flutuante (poupanças de energia até 30%) ou utilizar condensadores evaporativos, que permitem poupanças de energia entre 6 a 12%.
- Realizar o descongelamento dos evaporadores regularmente, e se possível com água (para temperaturas positivas) ou com gás quente. Estes métodos de descongelamento dos evaporadores permitem obter poupanças de 5 a 10%.
- Utilizar a temperatura de operação o mais adequada possível para se poder utilizar temperaturas de evaporação mais altas, pois por cada 1°C de elevação desta temperatura obtemos uma economia de energia entre 2 a 4%. A utilização de válvulas eletrónicas em vez de válvulas termostáticas permite a obtenção de uma economia de energia até 20%. A desvantagem é que estes equipamentos são onerosos.

- Os sistemas secundários (água gelada ou bancos de gelo) são uma opção muito interessante para as situações em que se pretende arrefecer várias câmaras de refrigeração com um nível de temperatura idêntica, geralmente positiva. Para o efeito estes sistemas não devem estar subdimensionados, os tanques de água devem estar bem isolados e à sombra e as condutas bem isoladas.
- Utilizar variadores de velocidade nos motores dos compressores e ventiladores (VFD-Variable Frequency Drives), pois permitem economias de energia entre 30 a 70%.
- Utilizar instrumentos digitais para controlo dos equipamentos de refrigeração como pressostatos, termostatos, bem como softwares de gestão à distância, pois estes contribuem para economizar energia elétrica e reduzir os custos operacionais dos equipamentos, além de proporcionar facilidades na programação de manutenção preventiva e preditiva. Esta medida pode alcançar uma economia de energia de 9%.
- Recuperar o calor libertado na operação de condensação para aquecimento de água, que poderão servir para realizar o descongelamento dos evaporadores (fileira das hortofrutícolas) ou para utilizar como águas quentes sanitárias ou aquecimento de ambientes. Pode-se atingir poupanças de energia de 12%.
- Implementar um plano de gestão energética, pois esta medida contribui para alcançar uma poupança de energia elétrica de 13% da energia total consumida da empresa.

As decisões de substituição de equipamentos são de uma importância crítica para a empresa, pois são em geral irreversíveis, isto é, não têm liquidez e comprometem grandes quantias de dinheiro. Existem várias razões não exclusivas entre si que tornam económica a substituição de equipamentos. A deterioração é uma dessas causas, e manifesta-se por custos operacionais excessivos e custos de manutenção crescente. Recomenda-se a substituição dos equipamentos com elevado tempo de operação, ou quando os equipamentos percam a capacidade de operar eficientemente, isto é, se tornem inadequados.

Não deve ser descurada a qualificação dos profissionais de manutenção (os seus conhecimentos, certificações, etc.), porque equipamentos caros como são os da área

de refrigeração, merecem toda a atenção para que funcionem de forma eficiente, sem perda de fluido que também promove a degradação do ambiente favorecendo o aquecimento global, sem perda de frio que aumenta o consumo de energia, e promove a perda de produtos. Em suma, prejuízo para a empresa [10].

6.10.Ar Comprimido

Sendo o ar comprimido a segunda forma de energia mais utilizada na indústria transformadora, é a mais cara de todas e normalmente a mais deficientemente tratada. Talvez pelo facto de o ar ser captado à atmosfera acabe por ludibriar os intervenientes nas empresas porque a matéria-prima é gratuita, descurando que há um motor elétrico a funcionar na unidade compressora e um contador de energia a contabilizar e a faturar.

Este tipo de sistema deve encontra-se o mais centralizado possível das áreas de maior consumo. O local deve ainda ser ventilado evitando que o calor libertado por alguns dos aparelhos que compõem este sistema seja projeto para outros equipamentos.

Embora saibamos que determinadas fugas de ar comprimido são inevitáveis (e algumas pertencem ao princípio de funcionamento como é o caso da instrumentação pneumática) e que é impossível eliminá-las a 100%, a deteção e reparação de fugas de ar comprimido deve ser feita com regularidade.

A verificação regular do correto funcionamento dos equipamentos e ferramentas pneumáticas, como por exemplo a simples troca dos filtros (ar, óleo, respiro do cárter), além de trazer fiabilidade ao sistema também diminui o consumo de energia elétrica, pois a obstrução dos filtros provoca queda da pressão e conseqüentemente os compressores trabalham sobrecarregados para realizar o mesmo trabalho. O cumprimento dos prazos de manutenção é de todo recomendado.

Em perfis cujo consumo apresente alguma irregularidade e intermitência, a aplicação de compressores com variador de velocidade poderá ter grandes vantagens. A quantidade de ar necessária que o compressor irá produzir é ajustada às necessidades da instalação fabril, garantindo estabilidade na pressão da rede.

A correta utilização final do ar comprimido, que consiste na manutenção correta dos equipamentos e principalmente na educação das pessoas que trabalham diretamente com este tipo de equipamentos, é de fundamental para se ter um sistema funcional e económico.

Uma das principais medidas é a seleção adequada do compressor, quer em termos de pressão como de caudal de ar. Este deve, se possível, possuir arrancador suave, variador de velocidade (VSD), não trabalhar em vazio, e trabalhar com o ar seco [10].

6.11. Geradores de vapor / águas quentes

A verificação regular dos parâmetros de funcionamento destes equipamentos é fundamental para o seu bom desempenho, aumentando o seu tempo de vida, e reduzindo o consumo de combustível. Recomendam-se inspeções regulares porque a execução de algumas manobras como, a regulação de combustão da caldeira ou a limpeza das superfícies de aquecimento, poderá traduzir-se em poupanças energéticas. O sistema de alimentação de combustível deve garantir que este chegue ao queimador nas condições adequadas, quer em quantidade quer em condições de temperatura e pressão para uma boa atomização e mistura com o ar (combustíveis líquidos e gasosos). Recomenda-se a leitura da legislação em vigor [10].

6.12. Características dos consumos de energia elétrica

Atendendo aos preços atuais da energia, é de todo conveniente ser efetuada uma análise sistemática das faturas de energia. Essa análise pode iniciar a perceção das causas que originam um menor ou maior consumo de energia, e detetar irregularidades no fator de potência que provocam consumo de energia reativa e logo um aumento significativo no valor final das faturas. Para compensar estas irregularidades recomenda-se o recurso a baterias de condensadores.

Se pretender apurar com detalhe os consumos de energia desagregados poderá ser efetuada uma auditoria energética.

Com o objetivo de se usufruir do menor valor possível por unidade de energia, a consulta regular aos vários operadores/ fornecedores que prestam este tipo de serviço deve ser uma prática comum na empresa. A seleção de um tarifário adequado ao perfil de consumo da empresa representa uma mais-valia, e sempre que possível, o maior consumo de energia deve ser verificado nas horas em que a esta for menos dispendiosa. Neste caso deve adequar-se o tarifário ao perfil de produção da empresa [10].

6.13. Aproveitamento de energias renováveis

Sempre que possível, o recurso a energias renováveis pode ser pertinente.

A Biomassa trata-se do aproveitamento energético da floresta e dos seus resíduos, bem como dos resíduos da agropecuária, da indústria alimentar ou dos resultantes do tratamento de efluentes domésticos e industriais. Ao contrário das fontes fósseis de energia, como o petróleo e o carvão mineral, a biomassa é renovável em curto intervalo de tempo. A partir da biomassa pode produzir-se biogás e biodiesel. Este tipo de combustível pode ser usado em caldeiras para produção de águas quentes ou vapor sobreaquecido, que por sua vez pode ser aplicado em sistemas de cogeração (produção de energia elétrica e energia térmica). Atendendo aos bons rendimentos destes sistemas é uma boa opção para quem necessite destes dois tipos de energia.

A energia solar térmica tem um enorme potencial de aproveitamento e muito pouco aproveitado no setor industrial. Consiste no aproveitamento da energia emitida pelo sol e na sua transformação em calor, ideal para aquecimento de águas. Tem a capacidade de providenciar de forma natural e económica, parte do calor que a empresa necessita. Sendo esta a mais comum, existem ainda outras utilizações deste tipo de energia, como a utilização em máquinas de refrigeração que utilizam o calor para a produção do frio (sistemas de absorção), podendo assim diminuir o consumo de energia elétrica.

O sistema fotovoltaico permite converter a energia libertada pelo sol, em energia elétrica. O atual decreto-Lei 153/2014, de 20 de outubro sobre o Autoconsumo veio mudar a forma como estes sistemas com injeção na rede podem ser feitos, além de tornar menos interessante a venda de energia à rede. Assim, o autoconsumo com

injeção na rede (e sem baterias) permite injetar na rede elétrica da instalação a energia produzida a cada momento. Esta energia ou é autoconsumida ou perde-se para a rede pública. De forma a rentabilizar ao máximo a energia produzida, esta deve ser igual ou inferior à energia necessária na instalação num dado momento. Na indústria, em que o consumo durante o dia é constante, este será o sistema preferencial.

Na tentativa de autoconsumir a totalidade da energia produzida, o sistema de autoconsumo com baterias tem a capacidade de guardar a energia produzida que não foi consumida. Desta forma garante-se que durante o tempo de produção solar, o consumo da instalação esteja coberto, mas que a energia necessária além da produção solar possa ser debitada pelas baterias, enquanto estas tenham carga suficiente. A energia solar térmica e fotovoltaica pode ser usada para a produção de energia elétrica e energia térmica e ainda ser usada pelas instalações de refrigeração, obtendo-se assim sistemas de trigeração. Esta possibilidade veio aumentar com a lei do autoconsumo.

A Cogeração é a produção simultânea de energia térmica e energia elétrica a partir de um único combustível e de um único conjunto de equipamentos, assegurando acréscimo de rendimento e de eficiência relativamente aos processos tradicionais de produção de energia.

Nos sistemas de cogeração, há aproveitamento do calor residual proveniente do processo de produção de energia elétrica, que de outra forma seria desperdiçado, originando benefícios ambientais e económicos significativos, decorrentes do acréscimo de eficiência do processo. Quando a energia térmica proveniente do sistema de cogeração é utilizada para produzir frio, através de um ciclo de absorção, temos um processo designado de trigeração. Os sistemas de cogeração mais comuns recorrem a uma turbina a gás ou motor de combustão do tipo alternativo [10].

6.14. Gestão de energia

A gestão de energia deve começar pela recolha de elementos relativos aos consumos e produções dos diversos setores produtivos, correspondentes a intervalos de tempo o mais reduzido possível.

O controlo destes dados poderá permitir, quer importantes economias de energia, quer a deteção de eventuais anomalias no sistema produtivo, quer ainda a previsão de consumos.

É frequente encontrarem-se nas empresas, determinados equipamentos ou setores responsáveis por uma grande parte do consumo global, sem que tenham contadores instalados, o que impossibilita a determinação dos respetivos consumos específicos bem como a deteção de situações de consumos anómalos.

A realização de auditorias contribui para que sejam definidos os setores ou equipamentos em que se justifica aplicar procedimentos de monitorização e de controlo, como por exemplo, a instalação de contadores.

Neste âmbito sugere-se ainda a análise regular de consumos energéticos, com o objetivo de verificar a alteração do padrão de consumo registado; a comparação dos consumos energéticos específicos da empresa com outras do mesmo ramo (análise de benchmarking) e traçar objetivos de poupança energética; a aposta na formação, informação e sensibilização dos colaboradores na temática da energia de modo a eliminar comportamentos menos corretos no âmbito dos consumos energéticos, sem descurar a sua segurança e qualidade do trabalho; a modernização de equipamentos e/ou substituição dos mesmos quando estes se encontrarem obsoletos; efetuar pesquisas constantes de modo a implementar melhorias do processo produtivo.

Por último mas não menos importante, salientamos a importância da manutenção. Um bom plano de manutenção preventiva pode evitar prejuízos para a empresa e ainda economizar recursos.

O mais comum é ser efetuada apenas manutenção corretiva de emergência, sem nenhuma programação, provocando danos e custos desnecessários à empresa.

Atualmente os processos da manutenção evoluíram e diversos setores já estão sensibilizados de que a manutenção é uma prática importante, é um suporte fundamental para atingir os objetivos estratégicos das empresas, e mais, é lucrativa [10].

7. Conclusões

O presente documento permite-nos caracterizar as empresas objeto de estudo e concluir que:

Na globalidade das empresas, em termos de fonte de energia, o consumo mais significativo na totalidade das empresas é o de eletricidade. A EDP é o operador de energia que domina o mercado. Os geradores de calor mais comuns são os termoacumuladores, seguidos das caldeiras. O combustível mais utilizado é o gás propano. 8,7 % das empresas não tem câmaras de refrigeração. A iluminação das câmaras de refrigeração/congelação é essencialmente fluorescente. As unidades de refrigeração individuais são as mais comuns, e o fluido frigorígeno mais utilizado é o R404A. Na desagregação de consumos, as câmaras de refrigeração (quando existem) e equipamentos de produção, representam os principais consumidores de energia elétrica. No setor da panificação, a energia elétrica é essencialmente consumida por fornos.

Pela análise setorial, verificou-se que a eletricidade é a fonte de energia que apresenta um valor médio de consumo mais elevado nos setores, em tep/ano. Da mesma forma, se verificou que, o valor médio anual (€) dispendido para as fontes de energia das empresas, é mais significativo quando se trata de eletricidade, com exceção do setor hortofrutícola. A EDP é o principal operador de energia elétrica contratado. O setor da panificação é o que menos recorre a geradores de calor para o seu processo de fabrico, seguindo-se do setor hortofrutícola. As caldeiras de vapor predominam no setor dos lácteos e dos cárneos. O gás propano é o combustível mais consumido em todos os setores. Com a informação recolhida sobre as câmaras e as arcas de refrigeração/congelação, concluiu-se que este tipo de equipamentos são maioritariamente construídos em painel de isolamento com poliuretano e que o tipo de piso predominante nos 4 setores é o betão. O maior volume médio das

câmaras/arcas encontra-se no setor das Carnes, a média mais elevada das temperaturas verifica-se no setor dos Lácteos, e a média mais elevada das humidades relativas encontra-se no setor da Panificação. Mais de 50% das empresas de cada setor têm iluminação fluorescente nas suas câmaras, estando os led's presentes apenas no setor dos produtos Cárneos. Quanto aos sistemas de refrigeração verificou-se que predominam as unidades individuais nos setores da Panificação e nos Hortofrutícolas, e no setor dos produtos Cárneos e dos Lácteos, predominam as centrais de frio e as unidades frigoríficas compactas. O fluido frigorigéneo dominante nos 4 setores é o R404A e a maioria das câmaras dos setores encontram-se em bom estado de conservação.

Pela análise por Região, verificou-se que a eletricidade é a fonte de energia mais consumida nas 3 NUT's (tep/ano). Da mesma forma se verificou que, o valor anual (€) dispendido para as fontes de energia das empresas, é mais significativo quando se trata de eletricidade, se bem que no Centro, o gásóleo representa uma parcela significativa. O operador de energia mais contratado é a EDP. Nas empresas do Norte predominam os esquentadores. No Centro predominam as caldeiras de águas quentes e no Alentejo os geradores de calor mais comuns são os termoacumuladores. Quanto ao tipo de combustível que alimenta estes geradores de calor, é comum a todas a NUT's, o elevado consumo de gás propano. As câmaras e as arcas de refrigeração/congelação são maioritariamente construídas em painel de isolamento com o mesmo em poliuretano e o tipo de piso predominante nas 3 NUT's é o betão. O maior volume médio das câmaras/arcas encontra-se na zona Centro, assim como a média mais elevada das temperaturas. A média mais elevada das humidades relativas encontra-se na zona Norte. A maioria das empresas de cada NUT têm iluminação fluorescente nas suas câmaras, havendo uma pequena percentagem com a existência de led's no Alentejo. No Norte e no Alentejo predominam as unidades de refrigeração individuais, sendo que no Centro, estas unidades encontram-se acompanhadas de unidades frigoríficas compactas. O fluido frigorigéneo dominante nas 3 NUT's é o R404A e mais de 50% das câmaras encontram-se em bom estado de conservação

Referências Bibliográficas

- [1] Luis Rochartre, Susana Azevedo, João Álvares, “notas prévias”, Manual de boas práticas de eficiência energética, ISR, Coimbra, 2005,2.
- [2] Luis Rochartre, Susana Azevedo, João Álvares, “notas prévias”, Manual de boas práticas de eficiência energética, ISR, Coimbra, 2005,7.
- [3] Estado da Arte do Setor do Frio por Fileira, InovEnergy – Eficiência Energética no Setor Agroindustrial, 2014.
- [4] Meherwan P. Boyce, Handbook for Cogeneration and Combined Cycle Power Plants (2002).
- [5] <http://www.cogenrio.com.br/Prod/OQueECogeracao.aspx>
- [6] <http://www.arecba.pt/noticia/1302187280arecba.pdf>
- [7]http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20100809_4.pdf
- [8]<http://www.eumed.net/libros/2010c/723/TIPOS%20DE%20INDICADORES%20DE%20EFICIENCIA%20ENERGETICA.htm>
- [9]<http://www.eumed.net/libros/2010c/723/TIPOS%20DE%20INDICADORES%20DE%20EFICIENCIA%20ENERGETICA.htm>
- [10] Manual de Boas Práticas, InoveEnergy – Eficiência Energética no Setor Agroindustrial, 2015
- [11] <http://www.adene.pt>

Referências Bibliográficas

[12] <http://servicos.coelba.com.br/comercial/energia-reativa>

[13] www.energystar.gov

Para mais informações sobre o projeto,
contactar através de geral@maisagro.pt
ou diretamente os promotores do projeto



Promotor

Universidade da Beira Interior (UBI)
Pedro Dinis Gaspar | dinis@ubi.pt | 275 242 055
Faculdade de Engenharia,
Calçada Fonte do Lameiro, 6201-001 Covilhã



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA

Co-Promotores

Universidade de Évora (UÉvora)
Miguel Elias | elias@uevora.pt



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária (IPCB/ESA)
Luís Pinto de Andrade | luispa@ipcb.pt



Instituto de
Investigação
Aplicada

Politécnico de Coimbra

Instituto Politécnico de Coimbra
Escola Superior Agrária de Coimbra (IPC/ESAC)
João Filipe Marques Gândara | jfg@esac.pt



Instituto Politécnico da Guarda (IPG)
Teresa Paiva | tpaiva@ipg.pt



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC)
Rita Pinheiro | ritapinheiro@estg.ipvc.pt



InovCluster-Associação do Cluster
Agro-Industrial do Centro
Cláudia Domingues Soares |
claudiadomingues@inovcluster.pt

Outras formas de Contacto



www.maisagro.pt

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional