

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



FEUP

Caraterização energética de um edifício comercial - Outlet

Rita Reis Maia

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica

Fluidos e Energia

Orientador: Prof. Dr. Vítor Leal (FEUP)

Co-orientador: Eng. Rui Nunes (Veolia)

2023

Resumo

Atualmente, a energia é um assunto de extrema relevância para a economia e também para o meio ambiente. A racionalização do consumo de energia exige que seja usada e produzida de maneira eficaz e sustentável, respetivamente. O objetivo é diminuir as despesas relacionadas com o consumo energético e também as emissões poluidoras, não sacrificando o nível das atividades.

Neste contexto, a parceria com a empresa Veolia (empresa onde decorreu o estágio curricular) possibilitou um estudo de avaliação da gestão de energia no centro comercial Vila do Conde Porto Fashion Outlet, ajudando, deste modo, os responsáveis do edifício a otimizar o seu desempenho energético. Este centro comercial está classificado entre os cinco melhores do mundo na certificação BREEAM, tanto a nível de *asset performance*, como *management performance*.

Os principais objetivos deste trabalho foram: caracterização da paisagem política e regulamentar da gestão da energia nos edifícios; a organização dos ativos, localizações e planos de manutenção; avaliação da eficácia de diferentes estratégias de gestão de energia; avaliação do conforto dos ocupantes dos edifícios; avaliação do papel da tecnologia na gestão da energia dos edifícios; e, por último, o desenvolvimento de um plano de gestão de energia para o edifício.

Esta dissertação aborda a gestão energética do edifício, sendo feitas: a apresentação e descrição do centro comercial, da equipa responsável pela gestão energética e propostas de melhoria. Ao usá-la, é possível avaliar medidas que contribuem para se poupar energia e identificar alguns sítios por onde se melhorar. Algumas destas medidas já foram implementadas e os processos são dinamicamente e periodicamente atualizados.

Palavras-chave: Gestão de Energia, Edifícios, Eficiência energética, Utilização Racional de Energia, Certificação Energética, Energias Renováveis.

Abstract

Currently, energy is a topic of great importance for the economy and for the environment. The rationalization of energy consumption requires that energy be used efficiently and obtained sustainably. There are several objectives, among which to reduce the costs associated with energy and decrease the emissions of pollutant, without sacrificing the level of activities.

In this context, the partnership with Veolia (the company where the curricular internship took place) enabled an evaluation study of energy management in the Vila do Conde Porto Fashion Outlet shopping center, thus assisting those responsible for the building in optimizing energy performance. This shopping center is ranked among the top five in the world in the BREEAM certification, both in terms of asset performance and management performance

The main objectives of this work were: characterization of the political and regulatory landscape of energy management in buildings; the organization of assets, locations, and maintenance plans; evaluation of the effectiveness of different energy management strategies; assessment of the comfort of building occupants; assessment of the role of technology in energy management in buildings; and finally, the development of an energy management plan for the building.

This dissertation addresses the energy management of the building, being made: the presentation and description of the shopping center, the team responsible for energy management, and proposals for improvement. By using it, it is possible to evaluate measures that contribute to saving energy and identify some areas where improvements can be made. Some of these measures have already been implemented and the processes are dynamically and periodically updated.

Keywords: Energy Management, Buildings, Energy Efficiency, Rational Use of Energy, Energy Certification, Renewable Energies.

Agradecimentos

A execução desta tese é o resultado do suporte, motivação e colaboração de algumas pessoas a quem devo o reconhecimento pelo apoio prestado:

Ao meu orientador, Professor Doutor Vítor Leal, pela disponibilidade, rigor científico, sugestões de melhoria e todo o apoio dado ao longo deste estágio.

Ao meu co-orientador, Engenheiro Rui Nunes, pela dedicação, sentido prático, empenho e estima.

Ao diretor de operações do centro comercial, Filipe Araújo, um especial agradecimento pela oportunidade, conhecimento e profissionalismo.

Ao Engenheiro Nuno Parreira pela sabedoria e disponibilidade.

Aos meus colegas de trabalho na empresa Veolia pelo ambiente vivido, com especial agradecimento ao Sr^o António Maia e o técnico Ricardo Lima pelo apoio prestado para realização desta dissertação. Aos meus colegas no centro comercial por todo o apoio e ambiente de trabalho incrível.

Ao amor da minha vida, Kyara Maria, e à minha avó, Maria Aldina, por me guiarem todos os dias.

Aos meus pais por todo o ensinamento que me passaram ao longo da minha vida.

Aos meus tios, Cristina e Leonel, agradeço-lhes incondicionalmente todo o apoio.

Aos meus anjos na terra, Mariana e Verónica, por todas as horas. E a todos os amigos que me fazem feliz e tornam a minha vida mais colorida.

A minha gratidão estende-se às restantes pessoas que não referi anteriormente e que fizeram parte da concretização desta dissertação.

Índice

Resumo	iii
Abstract.....	iv
1. Introdução	1
1.1. Âmbito da dissertação.....	1
1.2. Apresentação da empresa	2
1.3. Objetivos do projeto.....	3
1.4. Metodologia e organização do trabalho	5
2. Revisão bibliográfica	6
2.1. Eficiência energética.....	6
2.2. Gestão energética.....	18
3. Caso de estudo.....	27
3.1. Equipa e responsáveis	27
3.2. Apresentação do edifício.....	28
3.3. Enquadramento do Edifício no Sistema de Certificação Energética	34
3.4. Sistemas Técnicos	44
4. Desempenho energético e ambiental	53
4.1. Simulação dinâmica detalhada	53
4.2. Cálculo dos Indicadores de Eficiência Energética	55
4.3. Conforto Térmico.....	57
4.4. Algumas propostas de melhoria	60
4.5. Propostas de melhoria adicionais.....	64
5. Conclusões.....	70
Referências	71

Índice de figuras

Figura 1-Logótipo da empresa.....	2
Figura 2- Formas da UE reduzir as suas emissões de gases com efeito de estufa (Comissão Europeia s.d.).....	10
Figura 3- Evolução da legislação da eficiência energética na área dos edifícios em Portugal (Certificar é Valorizar s.d.)	11
Figura 4- Consumo de energia final em Portugal (DRE 101-D/2020 s.d.)	12
Figura 5- Áreas de política relevantes para a ECO360 (Base Governo s.d.).....	14
Figura 6- Exemplo de Certificado Energético (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)	15
Figura 7- Processo de CE em edifícios novos e existentes (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)	15
Figura 8- Estrutura de gestão energética (Andrade s.d.)	19
Figura 9- Workflow de acordo com a norma ISO 50001 (Guia SGE s.d.)	23
Figura 10- Organigrama de cargos	27
Figura 11- Vista aérea do centro comercial	29
Figura 12- Exemplificação da interface do Infrasppeak (Infrasppeak s.d.)	43
Figura 13- Localização das rooftops e respetivos sistemas de ventilação	45
Figura 14- Temperatura média ambiente interior no 1º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022).....	57
Figura 15- Temperatura média ambiente interior no 2º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022).....	57
Figura 16- Temperatura média ambiente interior no 3º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022).....	58
Figura 17- Desempenho de conforto por zona no 1º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022).....	58
Figura 18- Desempenho de conforto por zona no 2º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022).....	59
Figura 19- Desempenho de conforto por zona no 3º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022).....	59
Figura 20- Consumo elétrico e produção mensal fotovoltaica prevista, para oito lojas equivalentes à Ralph Lauren	65
Figura 21- Autosuficiência potencial do consumo de eletricidade das lojas	66
Figura 22- Impacto nos custos de energia e benefício simples	66

Índice de tabelas

Tabela 1- Principais instrumentos nacionais de planeamento energético (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)	13
Tabela 2- Regulamentos de desempenho energético (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)	16
Tabela 3- Tipos a adotar em função do tipo potencial nominal global (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)	21
Tabela 4- Zona climática do centro comercial (GT3 2022)	28
Tabela 5- Área de pavimento por tipologia (GT3 2022).....	28
Tabela 6- Caraterização das Paredes, Coberturas, Pavimentos e Pontes Térmicas Planas. (ADENE s.d.)	30
Tabela 7- Periodicidade do plano de manutenção.....	42
Tabela 8- Caraterização unidades Rooftop.....	44
Tabela 9- Caraterização sistemas VRF.....	45
Tabela 10- Caraterização sistemas Mono-Split	46
Tabela 11- Caraterização ventiloconvectores	47
Tabela 12- Caraterização cortina de ar	47
Tabela 13- Caraterização ventilação mecânica Rooftop	48
Tabela 14- Caraterização de unidades de ventilação com recuperação de calor	49
Tabela 15- Caraterização dos ventiladores.....	49
Tabela 16- Caraterização das bombas de calor	51
Tabela 17- % Taxa de ocupação, iluminação e equipamento- DL nº 79/2006 (GT3 2022).....	54
Tabela 18- Consumos por forma de energia	55
Tabela 19- Consumo do edifício e Indicadores de Eficiência Energética por usos	55
Tabela 20- Emissões de CO ₂	55
Tabela 21- Indicadores de Eficiência Energética previsto e de referência	56
Tabela 22- Limites das Classes Energéticas do R _{IEE}	56
Tabela 23- Consumos estimados com a proteção solar exterior nos vãos envidraçados.....	60
Tabela 24- Consumos estimados com a instauração dos painéis solares.....	61
Tabela 25- Consumos estimados com a instauração da unidade para produção de AQS	62
Tabela 26- Comparação entre o plano sem e com melhorias	63
Tabela 27- Termo de rede e custo de energia	65
Tabela 28- Tabela resumo 1	67
Tabela 29- Tabela resumo 2	68

Abreviaturas

ADENE Agência para a Energia

AI *Artificial Intelligence*

AQS Águas Quentes Sanitárias

APED Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição

ARCE Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia

ASHRAE *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*

AVAC Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BREAAM *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CE Certificado Energético

CIE Comissão Internacional de Energia

CEN Comité Européu de Normalização

COP *Coefficient of Performance*

DCR Declaração de Conformidade Regulamentar

DGEG Direção Geral de Energia e Geologia

EER Rácio de Eficiência Energética

EnB Linha de base energética

EnPI Indicador de Desempenho de Energia

EPBD *Energy Performance Building Directive*

ESG *Environmental, Social and Governance*

F_{cv} Fator de correção do consumo de energia de arrefecimento

FEUP Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GEE Gases de Efeito Estufa

GES Grande Edifício de Comércio

GGE Guia de Gestão de Energia

GTC Gestão Técnica Centralizada

IEE Indicador de Eficiência Energética

IEE_i Indicador de Eficiência Energética de aquecimento

IEE_{pr} Indicador de Eficiência Energética previsto

IEE_{ref} Indicador de Eficiência Energética referência
 IEE_{ren} Indicador de Eficiência Energética renovável
 IEE_s Indicador de Eficiência Energética de consumos do tipo S
 IEE_t Indicador de Eficiência Energética de consumos do tipo T
 IEE_v Indicador de Eficiência Energética de arrefecimento
 IoT *Internet of Things*
 ISO *International Organization for Standardization*
 MEID Ministério da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento
 ML *Machine Learning*
 NZEB *Nearly Zero-emission building*
 ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
 PME Pequenas e Médias Empresas
 PNAEE Plano Nacional de Ação para Eficiência Energética
 PNAER Plano Nacional de Ação para Energias Renováveis
 PNEC Plano Nacional Energia e Clima
 PRE Plano de Racionalização Energética
 Q_{aq} Consumo de energia de aquecimento
 Q_{arr} Consumo de energia de arrefecimento
 RCCTE Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
 RECS Regulamento de Desempenho dos Edifícios de Comércio e Serviços
 REH Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
 RGCE Regulamento de Gestão de Consumo de Energia
 RSECE Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
 SACE Sistemas de Automação e Controlo do Edifício
 SCOP *Sazonal Coefficient of Performance*
 SEU *Significant Energy Use*
 SGCE Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia
 SCE Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior
 URE Utilização Racional de Energia

VE Veículos elétricos

VDI *Verein Deutscher Ingenieure*

VRF *Variable Refrigerant Flow*

1. Introdução

1.1. Âmbito da dissertação

Ao longo de décadas, o conforto das pessoas e a ascensão rápida dos serviços e da economia, principalmente na indústria e nos transportes, sobretudo nos países desenvolvidos, foram associados à crescente utilização de combustíveis fósseis. A excessiva utilização desses combustíveis causou um desequilíbrio no ambiente. Como resultado, foram necessárias soluções sustentáveis para atender às necessidades atuais. Aumentar a eficiência de energia nos edifícios foi uma das estratégias aplicadas para aumentar a sustentabilidade.

A eficiência visa diminuir o consumo de energia, sem comprometer os serviços ou a qualidade deles. Isso pode ser feito usando tecnologias mais eficientes e o uso responsável da energia, além de práticas diárias que reduzem o desperdício de energia. Devido a isso, a eficiência energética é fundamental para diminuir a emissão de gases poluentes, como o dióxido de carbono, bem como para diminuir outros efeitos negativos que o uso da energia tem no meio ambiente. Além disso, pode ajudar as empresas e os consumidores a economizar dinheiro.

As preocupações com a eficiência energética estão a aumentar, dado que uma quantidade enorme de energia é desperdiçada todos os dias. O uso de práticas de Gestão de Energia pode ajudar a gerir melhor a energia. Ao aplicar-se um guião num edifício, pode-se melhorar o desempenho e a eficiência energética, reduzir o uso de energia e emissões de gases com efeito de estufa.

1.2. Apresentação da empresa

O estágio curricular teve lugar na empresa Veolia.

A Veolia Environnement S.A. é uma multinacional francesa que se concentra principalmente em quatro setores: água e gestão de recursos, resíduos, energia e serviços de transporte. A Veolia ambiciona tornar-se uma empresa de referência na transformação ecológica.

O grupo tem cerca de 220.000 funcionários nos cinco continentes e cria e implementa soluções práticas e úteis para a gestão de energia, água e resíduos que ajudam a mudar radicalmente o rumo da sustentabilidade. Com as suas três atividades complementares, a Veolia ajuda a aumentar o acesso aos recursos, protegê-los e valorizá-los. Em 2021, o grupo Veolia forneceu água potável a 79 milhões de pessoas, serviços de saneamento a 61 milhões de pessoas e valorizou 48 milhões de toneladas de resíduos (Veolia s.d.).

Desde 1992, o grupo está presente em Portugal e trabalha em áreas industriais, municipais e de serviços, incluindo gestão, otimização da utilização da energia e manutenção de equipamentos e instalações, ciclo da água, reaproveitamento e reciclagem das águas residuais, tratamento e valorização de resíduos. A sede da Veolia em Portugal localiza-se em Paços de Arcos e existem sete delegações ao longo do país, incluindo os centros operacionais de resíduos. Atualmente, a empresa tem cerca de 850 colaboradores e 120 clientes, podendo cada um ter mais do que um contrato.



Figura 1-Logótipo da empresa

1.3. Objetivos do projeto

Os objetivos apresentados foram propostos pela empresa para a realização do estágio curricular. Posteriormente, foram reavaliados e reduzidos, uma vez que o estágio teve a duração de apenas 4 meses.

1.3.1. Organização de Ativos, Localizações e Planos de Manutenção

- a. Elaborar um inventário dos equipamentos/ativos, com base no Contrato de Prestação de Serviços;
- b. Criação de sistema de rastreamento para acompanhamento da localização e utilização dos equipamentos/ativos, passando pelo uso de *Tags* NFC e dum sistema de gestão de ativos;
- c. Elaboração dos Planos de Manutenção dos equipamentos/ativos.

1.3.2. Eficácia de diferentes estratégias de gestão de energia em edifícios comerciais

- a. Revisão de estudos de caso e realização de uma análise comparativa de diferentes serviços de gestão de energia, tais como controlos automáticos de edifícios, auditorias energéticas, e soluções de energia renovável;
- b. Avaliação da análise custo-benefício destas estratégias e determinação de quais são as mais eficazes para os diferentes tipos de edifícios.

1.3.3. Impacto dos serviços de gestão de energia nos ocupantes dos edifícios:

- a. Exploração da relação entre eficiência energética e qualidade do ar interior, conforto térmico e outros fatores que têm impacto na saúde e bem-estar dos ocupantes;
- b. Estudo de como os serviços de gestão de energia não só beneficiam os proprietários dos edifícios em termos de economia de custos e sustentabilidade, como também podem melhorar o ambiente interior dos ocupantes.

1.3.4. Desenvolvimento de um plano de gestão de energia para o edifício em específico:

- a. Realização de uma auditoria energética para avaliação do atual consumo de energia e identificação de áreas a melhorar;
- b. Desenvolvimento de um plano abrangente de gestão de energia que inclua estratégias para redução do consumo de energia;
- c. Estudo de implementação de fontes de energia renováveis;
- d. Melhoria dos sistemas e operações dos edifícios.

1.3.5. O papel da tecnologia na gestão da energia dos edifícios:

- a. Exploração do impacto das tecnologias emergentes, tais como a inteligência artificial (AI), *Machine Learning* (ML) e a Internet das Coisas (IoT), na eficiência energética dos edifícios;
- b. Avaliação dos desafios e oportunidades associados à implementação destas tecnologias em diferentes tipos de edifícios.

1.3.6. Paisagem política e regulamentar da gestão da energia nos edifícios:

- a. Avaliação de como as políticas e os regulamentos governamentais podem desempenhar um papel significativo na formação da adoção de serviços de gestão de energia em edifícios;
- b. Enquadramento no atual panorama político e regulamentar para a eficiência energética nos edifícios, incluindo códigos de construção, normas energéticas, e programas de incentivos;
- c. Avaliação da eficácia destas políticas na promoção da eficiência energética e identificar oportunidades de melhoria

1.4. Metodologia e organização do trabalho

De seguida, apresenta-se resumidamente a divisão da tese em capítulos.

1.4.1. Capítulo 1- Introdução

Faz-se uma breve introdução ao tema, incluindo a apresentação da empresa e os objetivos propostos.

1.4.2. Capítulo 2- Revisão Bibliográfica

Identificam-se as leis europeias e portuguesas que regem a energia e faz-se uma revisão bibliográfica sobre a eficiência energética e gestão de energia.

1.4.3. Capítulo 3- Descrição do centro comercial Vila do Conde Porto Fashion Outlet

Apresenta-se o centro comercial Vila do Conde Porto Fashion Outlet, começando por apresentar o edifício, bem como os seus principais sistemas técnicos de utilização de energia.

1.4.4. Capítulo 4- Desempenho energético e ambiental

Faz-se o balanço energético e propõem-se algumas melhorias.

1.4.5. Capítulo 5- Conclusões

Enumeram-se as principais conclusões resultantes da elaboração deste estudo.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Eficiência energética

2.1.1. Introdução

A evolução da sociedade depende do acesso à energia. Infelizmente, os combustíveis fósseis ainda representam uma grande parte da energia primária, causando problemas no meio ambiente. A queima desses combustíveis faz com que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumente, o que resulta num aquecimento maior do planeta. Além destes problemas, existe uma dependência excessiva dos países com reservas, o que leva a disputas políticas e económicas. Isso ocorre porque os recursos desses países são limitados e não estão espalhados geograficamente.

Neste sentido, é necessário encontrar soluções alternativas para a vida no planeta não ser tão ameaçada e o futuro comprometido.

Por outro lado, consegue-se poupar energia de diferentes formas, tanto a nível de produtos como serviços, melhorando a qualidade de vida e conforto e contribuindo para uma maior eficiência energética.

Segundo a primeira lei da termodinâmica, a energia não é destruída nem criada, mas sim transformada. Todavia, ao longo do processo de transformação da energia, ela pode ser desperdiçada de várias formas. Para reduzir o seu desperdício foram pensadas algumas estratégias, divididas em duas fases: (Portal da Eficiência Energética s.d.)

Transformação: Para que a energia seja utilizada, ela deve ser transformada, uma vez que, existe em várias formas na natureza. No entanto, os processos de transformação, transporte e uso final de energia a partir de fontes fósseis prejudicam a natureza. Embora algumas destas perdas sejam inevitáveis devido a problemas físicos, como a segunda lei da termodinâmica, outras são causadas pela incorreta utilização dos sistemas. Devido à importância da energia para as economias, a questão tem sido colocada na pauta política de várias nações e tem suscitado uma maior preocupação; (Portal da Eficiência Energética s.d.)

Utilização: Além da fase de transformação, o consumo desadequado também pode causar desperdício de energia. Atualmente, a eficiência energética é frequentemente associada ao termo "Utilização Racional de Energia" (URE). O termo "URE" refere-se à adoção de medidas para tornar a utilização de energia mais eficiente. Ao escolher, comprar e usar corretamente os equipamentos, é possível economizar muita energia, resultando em vantagens financeiras e ambientais. (Portal da Eficiência Energética s.d.)

2.1.2. Quadro político e legal na União Europeia

A recente crise energética prometeu marcar um ponto de inflexão histórico na direção de um sistema energético ecológico e seguro. (Iea s.d.)

A União Europeia criou leis como a Diretiva 2010/31/UE sobre o desempenho energético dos edifícios e a Diretiva 2012/27/EU sobre a eficiência energética para melhorar o desempenho energético dos edifícios. (Conselho Europeu s.d.)

Em conjunto, as diretivas promovem políticas que ajudarão a:

- até 2050, construir um parque imobiliário extremamente económico do ponto de vista energético e descarbonizado;
- criar um ambiente seguro para a tomada de decisões de investimento;
- permitir que os clientes e as empresas façam escolhas mais conscientes para economizar energia e dinheiro. (Parlamento europeu s.d.)

A nova proposta da Comissão visa atingir o objetivo de redução das emissões do setor da construção em pelo menos 60% até 2030 em comparação com 2015, e alcançar a neutralidade climática até 2050. Este objetivo foi apresentado no Plano de Metas para o Clima para 2030 e refletido no "Pacote do Pacto Ecológico Europeu" em julho de 2021. O objetivo é garantir que os edifícios sejam adequados para a ambição climática reforçada. A Comissão colaborará com outras iniciativas dentro do pacote do Pacto Ecológico Europeu, principalmente na revisão do novo regime de comércio de licenças de emissão proposto para combustíveis utilizados em edifícios, a Diretiva Eficiência Energética, a Diretiva Energias Renováveis; e o Regulamento relativo às infraestruturas para combustíveis alternativos. (Conselho Europeu s.d.)

De acordo com a Diretiva 2018/844/EU, os países da União Europeia devem estabelecer requisitos mínimos de desempenho energético para edifícios novos, edifícios existentes em grande renovação e para substituição ou adaptação de componentes de construção, como sistemas de aquecimento e arrefecimento, telhados e paredes. (European Commission s.d.)

Ao estabelecer requisitos mínimos para parques de estacionamento de dimensões específicas, bem como outras infraestruturas para edifícios mais pequenos, a diretiva promove a mobilidade elétrica. (European Commission s.d.)

Além disso, a classificação da prontidão inteligente dos edifícios é opcional na Europa, o que incentiva o uso de tecnologias inteligentes. A diretiva estabeleceu padrões para a instalação de sistemas de automação e controle de edifícios, bem como dispositivos de controle de temperatura. A título exemplificativo, tem-se em consideração a qualidade do ar e a ventilação para proteger a saúde e o bem-estar dos utilizadores dos edifícios. (EUR-Lex s.d.)

Além desses requisitos, os países da UE devem realizar renovações energeticamente eficientes em, pelo menos, 3% da área total dos edifícios detidos e ocupados pelos governos centrais, de acordo com a Diretiva Eficiência Energética. Portanto, os governos nacionais devem comprar apenas edifícios altamente eficientes do ponto de vista energético.

Aproximadamente, os edifícios são responsáveis por:

- 40% do consumo de energia da UE;
- 36% das emissões de gases com efeito de estufa relacionadas com a energia. (Expresso s.d.)

Como resultado, os edifícios são o maior consumidor individual de energia na Europa. Aproximadamente 80% da energia consumida pelos cidadãos é destinada a sistemas de aquecimento, arrefecimento e água quente sanitária.

Atualmente, cerca de 35% dos edifícios na União Europeia têm mais de 50 anos, e quase 75% dos parques imobiliários não são económicos do ponto de vista energético. Ao mesmo tempo, apenas 1% do parque imobiliário é renovado anualmente. (Jornal Oficial da União Europeia s.d.)

A economia, em particular a indústria da construção, que é responsável por cerca de 18 milhões de postos de trabalho diretos e representa cerca de 9% do PIB europeu, é impulsionada por investimentos na eficiência energética. (Jornal Oficial da União Europeia s.d.)

A invasão da Ucrânia pela Rússia em 2022 transformou os mercados e as políticas de energia, agora e provavelmente nas próximas décadas. Os argumentos a favor da competitividade económica de tecnologias limpas e acessíveis, assim como a defesa da segurança energética, são mais fortes atualmente. Essa combinação de prioridades económicas, climáticas e de segurança já começou a levar a melhores resultados para os cidadãos e para a Terra. Ainda há muito trabalho a fazer e, à medida que esses esforços começam, é fundamental que todos participem, especialmente agora que as divisões geopolíticas em relação à energia e ao clima estão a tornar-se mais evidentes.

Isso significa fazer um esforço ainda maior para garantir que um número maior de nações participe da nova economia de energia.

Por outro lado, o novo mecanismo de recuperação e resiliência, após a crise do COVID-19, procurou aumentar o investimento público. Isso significa que a inovação – também conhecida como eco inovação – é essencial para enfrentar os desafios da recuperação, da transição digital e ecológica e para construir uma economia mais robusta na União Europeia.

Para alcançar de forma eficaz as ambições da União em termos de eficiência energética e custos, a renovação seria necessária a um ritmo médio anual de 3%, de acordo com a avaliação de impacto da Comissão. É fundamental estabelecer metas claras para a renovação do parque imobiliário existente, pois cada aumento de 1% nas poupanças de energia reduz as importações de gás em 2,6%. Portanto, os esforços para melhorar o desempenho dos edifícios teriam o potencial de criar muitos empregos, especialmente para PME's, além de contribuir significativamente para a independência energética da União. Os Estados-Membros devem ter em mente a importância de estabelecer uma conexão clara entre as suas estratégias de renovação a longo prazo e as ações pertinentes para apoiar o desenvolvimento educacional e as habilitações profissionais nos setores da construção e da eficiência energética. (Jornal Oficial da União Europeia s.d.)

Um bom planeamento de vegetação nas ruas, coberturas e paredes "verdes" reduz a procura de energia, reduz a necessidade de ar e aquecimento e melhora o desempenho energético dos edifícios. (Jornal Oficial da União Europeia s.d.)

Para atingir os objetivos da política de eficiência energética dos edifícios, é necessário melhorar a transparência dos certificados de desempenho energético, garantindo que todos os parâmetros necessários para cálculos sejam definidos e aplicados de forma consistente tanto para a certificação quanto para os requisitos mínimos de desempenho energético. Os Estados-Membros devem tomar as medidas necessárias para garantir que o desempenho dos sistemas técnicos de edifícios que fornecem aquecimento de espaços, ar condicionado ou aquecimento de água sejam registados para fins de certificação de edifícios e verificação da conformidade.

As inspeções devem ter como objetivo melhorar os sistemas de aquecimento, ar condicionado e ventilação em condições de utilização prática para que os edifícios possam alcançar as melhorias pretendidas no desempenho energético. O desempenho real desses sistemas é determinado pelo uso de energia em condições de operação normais ou típicas, sujeitas a variações. As inspeções dos sistemas AVAC devem incluir uma avaliação das capacidades pertinentes do equipamento para melhorar o desempenho do sistema em diferentes condições, como quando o sistema funciona com carga parcial. Isso ocorre porque essas condições geralmente exigem apenas uma fração da capacidade produtiva nominal.

A automatização dos edifícios e a monitorização elétrica dos sistemas técnicos dos edifícios podem ser uma alternativa eficaz para as inspeções, especialmente em sistemas grandes. Eles podem economizar muito dinheiro em energia para consumidores e empresas. A melhor maneira de economizar dinheiro em menos de três anos é colocar esses equipamentos em grandes edifícios com vários apartamentos ou edifícios não residenciais. Esta medida permite agir com base nas informações fornecidas, garantindo ao longo do tempo economias de energia. A documentação do desempenho dos sistemas feita pelos instaladores em instalações pequenas ajudará a verificar a conformidade com os requisitos mínimos fixados para todos os sistemas técnicos do edifício.

A Lei Europeia em matéria de Clima impõe que a UE cumpra o seu objetivo climático de reduzir as emissões em, pelo menos, 55% até 2030. A fim de atingir este objetivo, as nações da UE estão a desenvolver novas leis para atingir a neutralidade climática da UE até 2050. A Figura 2 mostra várias maneiras de diminuir as emissões de gases com efeito de estufa. (Conselho Europeu s.d.)

O objetivo do pacote de propostas é fornecer um quadro coerente e equilibrado para alcançar os objetivos climáticos da UE, a fim de:

- garantir uma transição igual e em termos sociais correta;
- manter e incentivar a modernização e a concorrência da indústria da UE, garantindo à economia de países terceiros condições de competitividade justas.
- defender a posição de liderança da UE no combate às alterações climáticas.

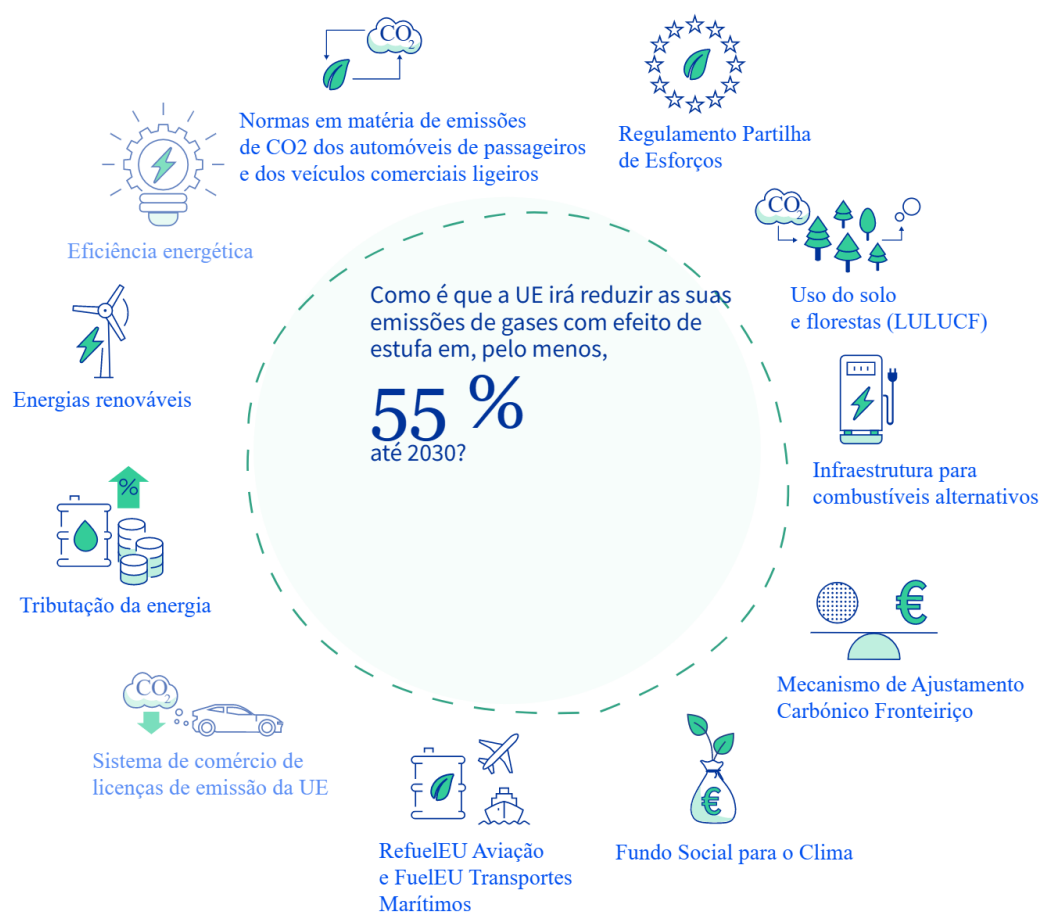


Figura 2- Formas da UE reduzir as suas emissões de gases com efeito de estufa (Comissão Europeia s.d.)

2.1.3. Quadro político e legal em Portugal

Para se conseguir uma melhor eficiência energética dos edifícios e sistemas, foram promulgadas leis a nível nacional e internacional. A Figura 3 mostra como evoluiu a legislação sobre eficiência energética em Portugal.

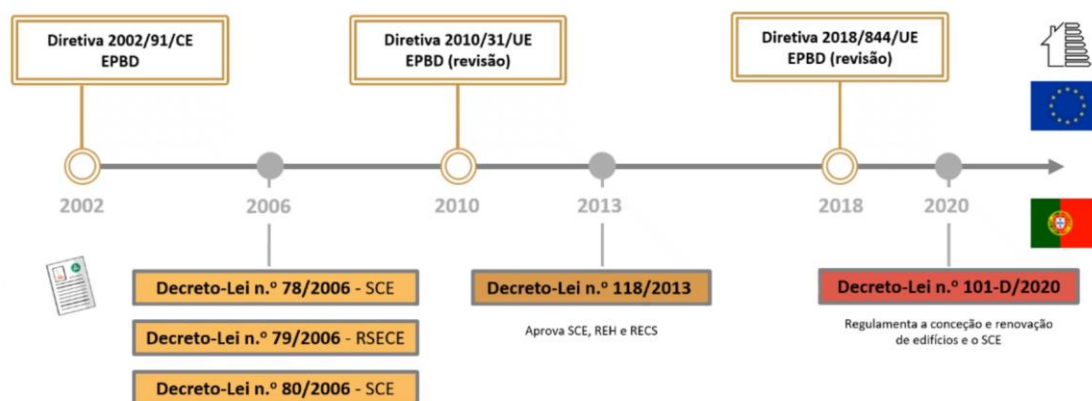


Figura 3- Evolução da legislação da eficiência energética na área dos edifícios em Portugal (Certificar é Valorizar s.d.)

Os sistemas técnicos de aquecimento, arrefecimento e ventilação precisam de inspeções regulares para avaliar o desempenho e descobrir possíveis oportunidades e medidas para melhorá-lo. Além disso, isso é feito para os sistemas de energia, com as adaptações necessárias. Em relação à mobilidade elétrica, as regras para a instalação de infraestruturas e pontos de carregamento de VE nos edifícios abrangidos serão estabelecidas com base no potencial de transição energética a nível local e nacional. Com base na tipologia dos edifícios, localização e espaço disponível, o objetivo é estabelecer um número mínimo de pontos de carregamento e infraestrutura para veículos elétricos nos parques de estacionamento. (DRE 101-D/2020 s.d.)

Os sistemas de automatização e controle são projetados para edifícios com maiores necessidades energéticas porque podem racionalizar o consumo de energia por meio do funcionamento seguro, eficiente e económico do ponto de vista energético dos seus sistemas técnicos. Os sistemas de automatização e controle devem monitorar, registar e analisar continuamente o consumo e a eficiência energética dos edifícios. Isso é feito para avaliar seu desempenho efetivo ou potencial em termos de eficiência energética, bem como comunicação e interoperabilidade em todo o sistema. (DRE 101-D/2020 s.d.)

Como resultado, o estado promove medidas e incentivos financeiros de uma forma equitativa a fim de melhorar a eficiência energética nos edifícios. (DRE 101-D/2020 s.d.)

A recuperação gradual da pandemia do COVID-19 impactou o consumo de energia em 2021 e levou a alterações nos hábitos dos portugueses em todos os setores de negócios. O consumo final de energia atingiu 16 148ktep, um aumento de 4.8% em relação a 2020. (DGEG s.d.)

A aviação civil, que experimentou uma queda de 55% em comparação com 2019, continuou a ser o setor mais afetado pela pandemia do COVID-19. O consumo desse setor aumentou 26% em comparação com 2020. O consumo no transporte rodoviário aumentou em 8%, nos serviços em 4%, na indústria em 3% e na pesca em 2%, respetivamente. (DGEG s.d.)

O saldo importador em teor de energia aumentou 2.5% em comparação com o ano anterior; a eletricidade contribuiu com 409 ktep. (DGEG s.d.)

Com um índice de hidraulicidade de 2021 em 0.93, a produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis representou 64.9% do total da produção bruta de eletricidade, e 59.4% considerando o saldo importador. (DGEG s.d.)

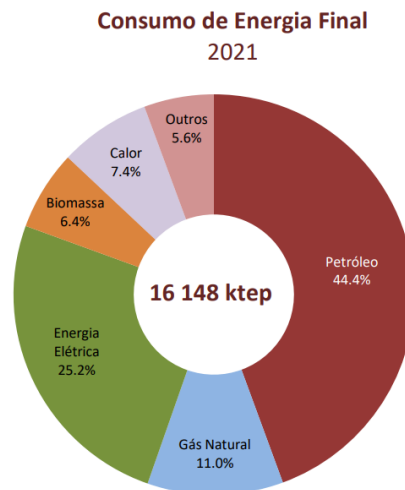


Figura 4- Consumo de energia final em Portugal (DGEG s.d.)

O consumo de energia de um edifício geralmente pode ser atribuído a três diferentes fontes: redes de aquecimento, sistemas de ventilação e ar condicionado (AVAC), sistemas de iluminação e outros equipamentos de escritório.

O objetivo da política energética nacional é alcançar os seguintes objetivos:

- Diminuir-as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) do setor de energia e alcançar a neutralidade carbónica em 2050, substituindo os combustíveis fósseis por recursos renováveis endógenos e implementando novos métodos de consumo de energia;
- Aumentar a variedade das fontes primárias de energia, aumentando a segurança do fornecimento ao país;
- Intensificar a eficiência energética, com o setor público ajudando a reduzir as despesas públicas e a usar melhor os recursos;

- Aumentar a competitividade da economia reduzindo os gastos e os custos relacionados à operação comercial e a gestão da economia nacional.

Com o objetivo de garantir e incentivar as empresas e de melhorar a qualidade de vida da sociedade, a política energética estabeleceu várias medidas e planos de forma a atingirem os objetivos. De seguida, apresentam-se os três principais planos do planeamento de energia:

Tabela 1- Principais instrumentos nacionais de planeamento energético (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)

PNEC 2030 - Plano Nacional de Energia e Clima	O PNEC 2030 é o principal instrumento nacional de política energética e climática em vigor entre 2021-2030, e visa o estabelecimento de metas e objetivos em matéria de emissões de GEE, energias renováveis (ER), eficiência energética (EE), segurança energética, mercado interno, investigação, inovação e competitividade.
PNAEE - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética	O PNAEE refere-se à política de eficiência energética e integra as seguintes áreas específicas: transportes, residencial, serviços, indústria, estado, comportamentos e agricultura. Agrega um total de dez programas direcionados para a implementação de medidas de melhoria da eficiência energética orientadas para a gestão da procura de energia.
PNAER - Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis	O PNAER refere-se à política para as energias renováveis, prevendo uma quota de 60% de eletricidade de origem renovável e uma meta global de energias renováveis de 31%, até 2020, estabelecendo trajetórias de introdução de fontes de energia renováveis em quatro grandes áreas: aquecimento e arrefecimento, eletricidade e transportes.

2.1.3.1. Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

O instrumento principal do governo para tornar as operações públicas mais sustentáveis é a ECO360.

Até ao ano de 2025, 50% das organizações da administração pública e do tecido empresarial do estado devem seguir padrões ambientais nas compras públicas; esse número deve aumentar para 90% em 2030.

A ECO360 esperava, até 2020, uma diminuição de 20% no consumo de materiais específicos como resultado das compras públicas. Até 2020, todo o equipamento comprado devia pertencer às duas categorias mais altas de eficiência energética. A estratégia também esperava que todos os edifícios novos ou renovados fossem mais ecológicos, a maioria da energia fosse produzida por fontes renováveis e todos os carros da administração pública seguissem padrões ambientais.

A Figura 5 sintetiza as principais áreas de política da ECO360 e mostra como elas interagem entre si.

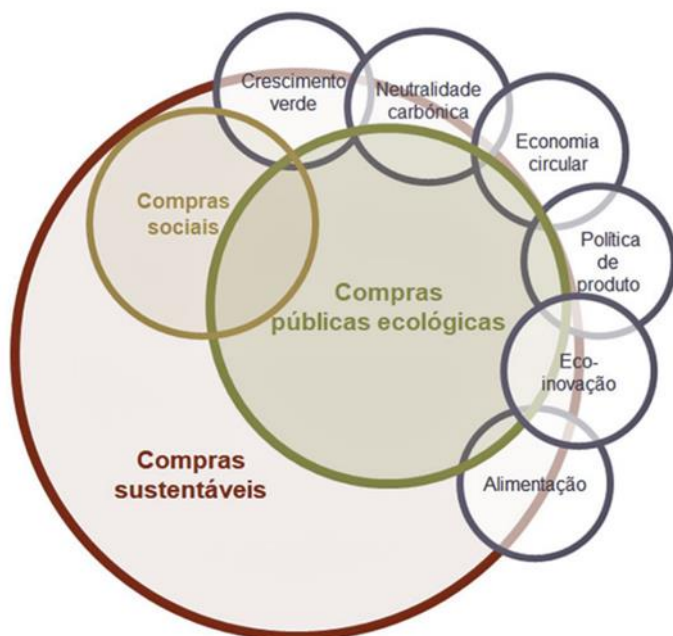


Figura 5- Áreas de política relevantes para a ECO360 (Base Governo s.d.)

2.1.3.2. Sistema de Certificação Energética (SCE)

O objetivo do certificado energético (CE) é classificar e fornecer informações sobre o desempenho energético dos edifícios usando uma escala de classe energética que vai de A⁺ (mais eficiente) a F (menos eficiente), estimando o consumo de energia em condições padrão e



Certificação Energética e do Interior
ERVOS

Certificado Energético
Grande Edifício de Comércio e Serviços

SCEN086841
Válida até 24/09/2020



IDENTIFICAÇÃO POSTAL
Rua da Rua JUSTO TAVARES, 408
Localidade: PORTO
Freguesia: COIMBADA
Código: 4100-1070

IDENTIFICAÇÃO FISCAL/REGISTAR
1º Conservatório da Região Predial de PORTO
Nº de inscrição do Conservatório: 2075
Assinatura: Manuel RIBEIRO

INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Área Útil de Pavimento: 2.377,30 m²

Este certificado apresenta a classificação energética deste edifício nas fronteiras. Esta classificação é calculada comparando o desempenho energético deste edifício com edifícios análogos, com o desempenho que este edifício teria condições de atingir (para cada m² de superfície útil) e que seria atribuído ao edifício análogo. Obter esta informação sobre a classificação energética pode de acordo com a sua utilização.

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%	0%	50%
B+	70%	0%	70%
C	90%	0%	90%
D	110%	0%	110%
E	130%	0%	130%
F	150%	0%	150%

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%	0%	50%
B+	70%	0%	70%
C	90%	0%	90%
D	110%	0%	110%
E	130%	0%	130%
F	150%	0%	150%

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%	0%	50%
B+	70%	0%	70%
C	90%	0%	90%
D	110%	0%	110%
E	130%	0%	130%
F	150%	0%	150%

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%	0%	50%
B+	70%	0%	70%
C	90%	0%	90%
D	110%	0%	110%
E	130%	0%	130%
F	150%	0%	150%

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%	0%	50%
B+	70%	0%	70%
C	90%	0%	90%
D	110%	0%	110%
E	130%	0%	130%
F	150%	0%	150%

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%	0%	50%
B+	70%	0%	70%
C	90%	0%	90%
D	110%	0%	110%
E	130%	0%	130%
F	150%	0%	150%

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

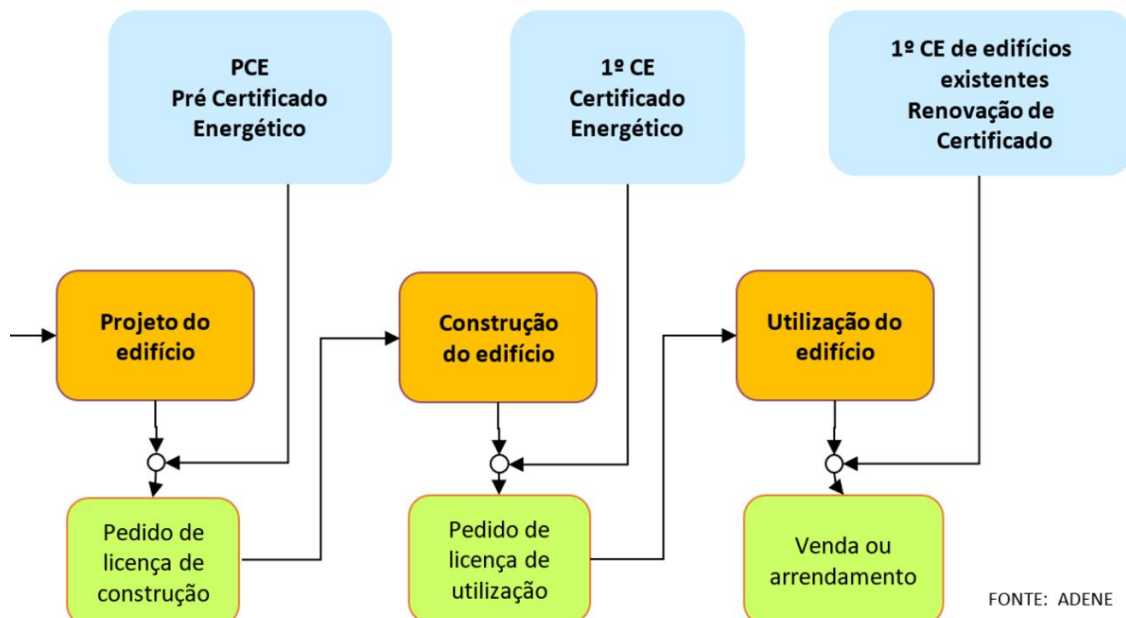
Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%	0%	50%
B+	70%	0%	70%
C	90%	0%	90%
D	110%	0%	110%
E	130%	0%	130%
F	150%	0%	150%

CLASSE ENERGÉTICA

Consumo de classes energéticas de edifícios e a eficiência energética de energia, incluindo o consumo de energia renovável. São apresentados comparativamente os valores de referência e calculados em cada classe.

Classe	Consumo de energia (kWh/m²/ano)	Consumo de energia renovável (kWh/m²/ano)	Consumo de energia total (kWh/m²/ano)
A+	10%	0%	10%
A	30%	0%	30%
B	50%		

O CE é usado para caracterizar edifícios existentes e identificar e avaliar critérios de eficiência energética com o propósito de melhorar o desempenho de energia e o conforto térmico, valorizando os edifícios.



15

Os Regulamentos de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e de Comércio e Serviços (RECS) são integrados no SCE.

Tabela 2- Regulamentos de desempenho energético (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)

Infocaixa 4 – Regulamentos de Desempenho Energético

Regulamento	Objetivo
REH	Estabelece os requisitos para os edifícios de habitação, novos ou sujeitos a intervenções, bem como os parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho térmico e energético, em condições nominais, no sentido de promover a melhoria do respetivo comportamento térmico, a eficiência dos seus sistemas técnicos e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente.
RECS	Estabelece as regras a observar no projeto, construção, alteração, operação e manutenção de edifícios de comércio e serviços e seus sistemas técnicos, bem como os requisitos para a caracterização do seu desempenho, no sentido de promover a eficiência energética e a qualidade do ar interior.

2.1.3.3. Nearly Zero-Energy Buildings (NZEB)

Os NZEB são edifícios que usam quase nenhuma energia e têm alto desempenho energético. Fatores como viabilidade técnica, viabilidade económica, clima, soluções construtivas convencionais, arquitetura e tipo de uso podem influenciar a definição do NZEB. A Portaria 98/2019, de 2 de abril, foi emitida para implementar a Diretiva 2010/31/EU em Portugal. O objetivo da Portaria 98/2019 é aperfeiçoar a lei nacional relativa à construção NZEB, no âmbito REH, aprovado pelo Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto. Para cumprir os requisitos de edifícios NZEB, deve ser aprovado pelo governo uma Portaria com o plano de reabilitação do parque de edifícios existentes. Conforme a categoria do edifício essa portaria deve estabelecer as metas a curto, médio e longo prazo e oferecer benefícios financeiros à reabilitação. A Portaria nº 42/2019 aperfeiçoa a lei nacional relativa à construção NZEB, no âmbito RECS, aprovado pela Portaria nº 349-D/2013, onde estão descritas as condições de qualidade térmica dos edifícios novos, que vão ser intervencionados e existentes e a eficiência energética dos respetivos sistemas técnicos. (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)

2.1.3.4. Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)

O Decreto-Lei nº 71/2008, de 15 de abril, regulamenta o SGCIE como parte da Estratégia Nacional para a Energia (ENE). O Decreto-Lei nº 68-A/2015, de 30 de abril, e a Lei nº 7/2013, de 22 de janeiro, modificaram este Diploma. Após a revisão do Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia (RGCE), uma das medidas do PNAEE, o SGCIE é aplicável às instalações consumidoras intensivas de energia (CIE) com consumos anuais superiores a 500 tep. O Decreto-Lei determina quais instalações CIE são necessárias para melhorar a eficiência energética e manter a sua posição competitiva na economia mundial. O SGCIE procura que as instalações CIE façam auditorias de energia regulares. Essas auditorias examinam as condições de uso da energia e ajudam a aumentar a sua eficiência, englobando o uso de fontes de energia renováveis. Além disso, exige a criação e implementação de planos de racionalização dos consumos de energia (PREn) que atendam a metas de eficiência energética mínimas. Quando os PREn são aceites, eles criam Acordos de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE) com a DGEG, e a execução desses acordos leva ao pagamento de incentivos pelos operadores dessas instalações. Assim, os fatores divulgados no Despacho nº 17313/2008, de 26 de junho, a ADENE

dispõe de uma aplicação no âmbito do SGCIE possibilitando a realização das transformações das formas energéticas usadas na instalação de tonelada equivalente de petróleo (tep). Pode-se usar a aplicação para verificar se o seu consumo energético anual é igual ou maior que 500 tep. Se tal se vier a verificar, deve-se selecionar a opção "Pré-registo de instalação" para iniciar o registo da instalação. (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)

2.2. Gestão energética

2.2.1. Introdução

A gestão energética ganha ainda mais importância em tempos de crise uma vez que as intervenções de gestão energética nas indústrias e nos serviços geralmente são investimentos rentáveis e de retorno rápido.

Assim, o objetivo principal da gestão energética é reduzir os gastos associados à energia, o que resulta numa redução das emissões de poluentes sem prejudicar os serviços oferecidos. "A gestão de energia é a coordenação pró-ativa, organizada e sistemática de aquisição, conversão, distribuição e utilização de energia para atender aos requisitos, tendo em conta os objetivos económicos e ambientais", conforme definido pela VDI 4602. (VDI s.d.)

A auditoria é frequentemente usada para avaliar a situação da energia de um edifício e encontrar maneiras de diminuir os gastos financeiros. No entanto, além da auditoria, é necessário monitorizar o progresso e a manutenção das instalações para garantir que os objetivos da auditoria sejam cumpridos e alcançados. Uma abordagem eficaz para a gestão energética deve levar em consideração as seguintes fases:

- Medir o consumo energético dos equipamentos que são utilizados e saber qual a sua distribuição;
- Descobrir métodos para economizar energia e descobrir o quanto pode ser reduzido o consumo;
- Desenvolver um plano de ação que inclua objetivos, metas e métodos para otimizar a instalação de acordo com a eficiência energética;
- Analisar os dados para seguir o progresso dos planos de ação para garantir que as metas sejam alcançadas.

Assim, os contadores instalados devem ser usados para fazerem medições regularmente. Como resultado, será possível localizar os pontos de consumo mais significativos e implementar medidas para aumentar a eficiência energética.

A gestão de energia é uma metodologia dinâmica que garante a implementação das ações durante ou depois da auditoria e a sua confirmação, verificando os resultados e tomando novas ações sempre que necessário. (Andrade s.d.)

A Figura 8 mostra uma estrutura de gestão energética:

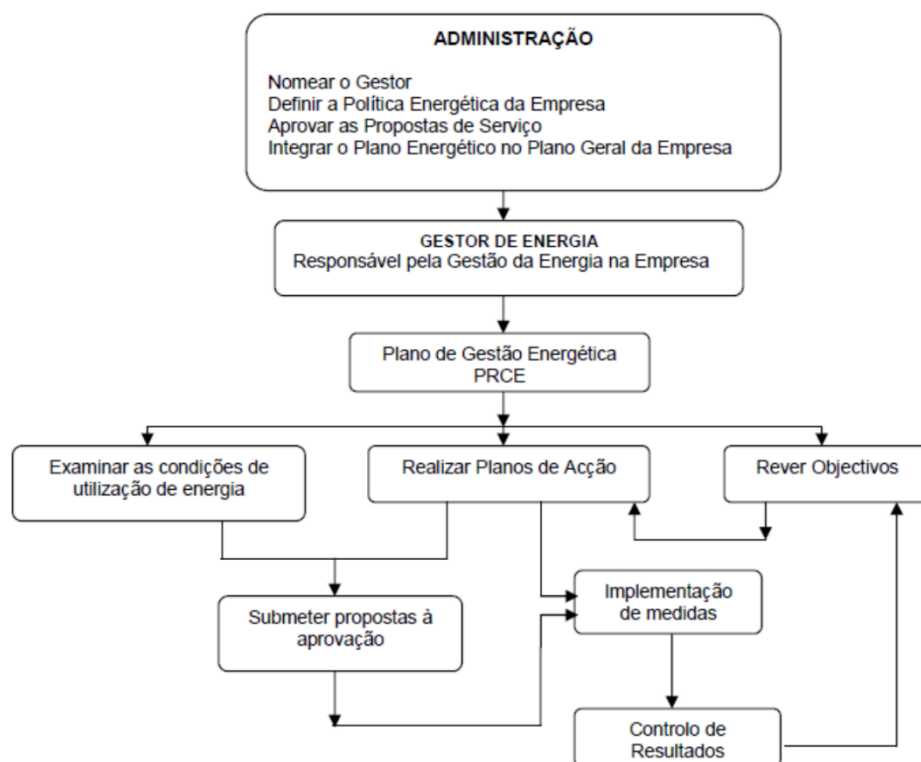


Figura 8- Estrutura de gestão energética (Andrade s.d.)

2.2.2. Desenvolvimento Sustentável

De acordo com a Agenda 2030, o desenvolvimento sustentável assenta numa estratégia baseada em 17 Objetivos e foi estabelecida em 2015. A Agenda 2030 é um plano abrangente e ambicioso que discute vários aspetos do desenvolvimento sustentável (social, económico e ambiental) e defende a paz, a justiça e instituições funcionais. Os 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milénio, criados entre 2000 e 2015, trouxeram lições e avanços para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Esses objetivos foram criados por governos e cidadãos de todo o mundo. A Agenda 2030 e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são "uma lista das coisas a fazer em nome dos povos e do planeta" e um acordo entre os líderes mundiais e as pessoas. (Nações Unidas s.d.)

Portugal participou ativamente na criação e instauração da Agenda 2030. No ano de 2017, reiterou o seu acordo ao apresentar voluntariamente um "Relatório nacional sobre a implementação da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável". Avaliaram-se neste documento as ações tomadas em Portugal em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). (BCSD Portugal s.d.)

Conforme o documento, Portugal concretiza nos ODS 4, 5, 9, 10, 13 e 14 os seus principais objetivos na efetivação da Agenda 2030 (BCSD Portugal s.d.)

O documento da ONU acerca da sustentabilidade de 2022 avaliou Portugal como uma das nações mais sustentáveis do mundo. As 17 metas de desenvolvimento sustentável são as seguintes:

ODS1-Eradicar a pobreza;

ODS2-Eradicar a fome;

ODS3-Saúde de qualidade;

ODS4-Educação de qualidade;

ODS5-Igualdade de género;

ODS6-Água potável e saneamento;

ODS7-Energias renováveis e acessíveis;

ODS8-Trabalho digno e crescimento económico;

ODS9-Indústria, inovação e infraestruturas;

ODS10-Reduzir as desigualdades;

ODS11-Cidades e comunidades sustentáveis;

ODS12-Produção e consumo sustentáveis;

ODS13-Ação climática;

ODS14-Proteger a vida marítima;

ODS15-Proteger a vida terrestre;

ODS16-Paz, justiça e instituições eficazes;

ODS17-Parcerias para a implementação dos objetivos. (BCSD Portugal internacional s.d.)

2.2.3. Gestão Técnica Centralizada (GTC)

Durante a existência de um edifício, o sistema de Gestão Técnica Centralizada, também conhecido como GTC, é a ferramenta que permite determinar, adequar ou readequar táticas funcionais, controlar todos os programas e peças essenciais do edifício e assistir o gestor técnico na condução diária para responder adequadamente às suas necessidades. (Contimetra s.d.)

Como a gestão de energia está a tornar-se cada vez mais importante para as empresas, surgiram muitos *softwares* de gestão técnica centralizada para facilitar isso.

Segundo o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), todos os edifícios que tiverem a potência nominal térmica igual ou superior a 250 kW devem possuir sistemas de gestão técnica centralizada. Isso está descrito na Tabela 3.

Tabela 3- Tipos a adotar em função do tipo potencial nominal global (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)

Potência nominal global	Tipo de SACE
$100 \text{ kW} \leq P_G < 290 \text{ kW}$ $290 \text{ kW} \leq P_G$	Sistema de Gestão Técnica. Sistema de Gestão Técnica Centralizada.

Para garantir uma gestão adequada, os sistemas de GTC permitem supervisionar, moderar e administrar de modo integrado todas os equipamentos do edifício. Programações como arranque e paragem, *duty cycling*, *set-point*, *reset* e otimizações de *chiller* são alguns dos exemplos comuns. O edifício pode ser administrado de todo o mundo com uma simples conexão à Internet. Os seguintes parâmetros são monitorados pela GTC:

- Energia - operação das unidades AVAC, AQS, controlo de iluminação;
- Segurança - deteção de incêndios, sistema de videovigilância;
- Anomalias - defeitos em sensores, problemas com elevadores.

Ao armazenar dados, a GTC pode ser usada para criar relatórios de consumo, estatísticas e ajustes com o objetivo de reduzir os gastos.

Este tipo de *software* pode reduzir o consumo até 24%, o que o torna um componente vital da abordagem de eficiência energética de um edifício. (Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública s.d.)

2.2.4. ISO 50001

A ISO 50001, criada em 2011, é uma norma global para sistemas de gestão energética. A norma é usada por uma variedade de organizações, autoridades e empresas de todos os tamanhos e não é restrito a uma indústria específica. (DQS s.d.)

A ISO 50001 é baseada no método de otimização contínuo conhecido como ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), que deve ser implementado por todas as empresas, independentemente do seu tamanho ou natureza. A melhoria contínua e o controlo devem ser a meta para se atingir os objetivos.

- **Planear:** No início, sempre há uma avaliação de energia. Apresenta-se aqui o seu ponto de partida, incluindo indicadores de desempenho energético (EnPIs), objetivos energéticos estratégicos e operacionais, bem como a sua abordagem. Por assim dizer, é aqui que se determina o consumo de energia das diferentes unidades de negócios. Os dados fornecem a base para os próximos processos de melhoria e permitem a identificação de áreas em que o aumento da eficiência energética pode ser possível.
- **Executar:** Fase de tomar decisões. Encontrar e implementar melhorias. Com base nos resultados da avaliação energética, estabelece indicadores e metas para o desempenho energético e elabora planos de ação para atingir os seus objetivos.
- **Verificar:** É fundamental verificar regularmente a eficácia dos planos de gestão de energia. Para isso, observa-se e verifica-se os processos essenciais para o desempenho energético. Depois disso, compara-se os objetivos com os resultados.
- **Atuar:** Apresenta-se os resultados contínuos em relatórios. Isso fornece a base para outras ações destinadas a melhorar o sistema de gestão de energia da empresa.

Em ordem de atingir o sucesso do sistema de gestão energética, é crucial que a gestão de topo esteja comprometida. Esta responsabilidade estende-se verticalmente na organização, designando um responsável pela gestão de energia, que também escolhe a equipa e define os papéis e responsabilidades. O primeiro passo importante dos requisitos corresponde à planificação energética. Esta envolve reunir e analisar dados sobre o uso de energia com vista a identificar usos importantes de energia e fatores que os influenciam. Como resultado desta planificação energética, os controles operacionais e as atividades de observação, medição e análise da organização são definidos.

Por fim, a Figura 9 mostra as ações que ajudam a operar o sistema de gestão de energia e garantem a sua integridade. (Guia SGE s.d.)

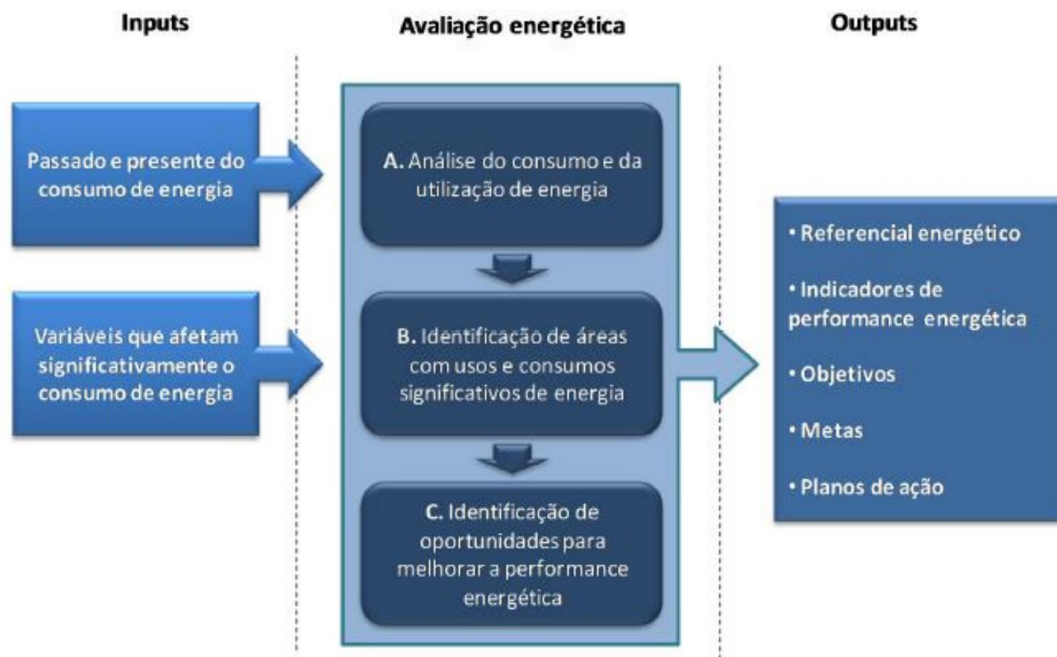


Figura 9- Workflow de acordo com a norma ISO 50001 (Guia SGE s.d.)

2.2.5. Índice de Eficiência Energética do SCE

O regulamento SCE diz que o Indicador de Eficiência Energética (IEE) de um edifício deve ser expresso em unidades de energia primária ou final por área útil. As unidades são geralmente expressas em kgep/m². A percentagem de energia primária necessária para suportar os consumos do edifício pode ser calculada. Os componentes de conversão são os indicados a seguir: (Andrade s.d.)

- Eletricidade: 0,290 kgep/kWh;
- Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos: 0,086 kgep/kWh.

O IEE obtém-se segundo a seguinte equação:

$$IEE = IEE_I + IEE_V + \frac{Q_{out}}{A_p}$$

em que:

- IEE - indicador de eficiência energética (kgep/m².ano);
- IEE_I - indicador de eficiência energética de aquecimento (kgep/m².ano);
- IEE_V - indicador de eficiência energética de arrefecimento (kgep/m².ano);
- Q_{out} - consumo de energia não ligada aos processos de aquecimento e arrefecimento (kgep/ano);
- A_p - área útil de pavimento (m²). É a soma das áreas, medidas em planta pelo perímetro interior das paredes, de todos os compartimentos de um edifício.

Se os edifícios incorporarem mais de uma tipologia, os valores podem ser obtidos calculando a média ponderada dos IEE_{ref} de cada uma delas. O IEE_{ref} das garagens, cozinhas, lavandarias e armazéns não é o mesmo que o dos edifícios em que se inserem. (Andrade s.d.)

2.2.5.1. Indicador de Eficiência Energética de Aquecimento

O IEE_I , relativo ao desempenho durante o inverno/estação de aquecimento, é obtida pela expressão:

$$IEE_I = \frac{Q_{aq}}{A_p} \times F_{CI}$$

em que:

- Q_{aq} - consumo de energia de aquecimento (kgep/ano). Este valor, para novas construções ou submetidas a alterações de grande vulto, pode ser calculado usando técnicas de simulação e pode variar com os materiais de construção do edifício e com a zona onde está localizado. Atualmente, existem várias aplicações de computador que podem ajudar a avaliar o seu valor.
- F_{CI} - fator de correção do consumo de energia de aquecimento. Possibilita que não haja penalização das construções onde a exigência de aquecimento é superior.

2.2.5.2. Indicador de Eficiência Energética de Arrefecimento

O IEE_V , relativo ao desempenho durante o verão/estação de arrefecimento, é obtida pela expressão:

$$IEE_V = \frac{Q_{arr}}{A_p} \times F_{CV}$$

em que:

- Q_{arr} - consumo de energia de arrefecimento (kgep/ano). Este valor, para novas construções ou submetidas a alterações de grande vulto, pode ser calculado usando técnicas de simulação e pode variar com os materiais de construção do edifício e com a zona onde está localizado. Atualmente, existem várias aplicações de computador que podem ajudar a avaliar o seu valor.
- F_{CV} - fator de correção do consumo de energia de arrefecimento. Possibilita que não haja penalização das construções onde a exigência de arrefecimento é superior. (Andrade s.d.)

2.2.6. Avaliação BREAM

Como já mencionado na introdução desta tese o centro comercial encontra-se no top 5 da certificação BREEAM, a nível de *asset performance* e *management performance*, com classificação *outstanding*.

Com efeito, a certificação BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) avalia e certifica em termos ambientais, sendo amplamente reconhecido e utilizado para classificar edifícios. Foi desenvolvido pela primeira vez no Reino Unido em 1990 pelo *Building Research Establishment* (BRE) e desde então tornou-se um padrão internacional.

A certificação BREEAM é um sistema de avaliação do desempenho ambiental de um edifício em várias categorias, incluindo energia, água, materiais, resíduos, poluição, gestão e saúde e bem-estar. A avaliação é realizada por meio de uma série de créditos, e o edifício recebe uma pontuação final e um nível de certificação com base no seu desempenho.

Os níveis de certificação no BREEAM são os seguintes:

Aprovado: O edifício atende aos requisitos mínimos, mas não atinge um nível de certificação superior.

Bom: O edifício demonstra um bom desempenho ambiental.

Muito Bom: O edifício atinge um nível mais elevado de desempenho ambiental.

Excelente: O edifício demonstra excelente desempenho ambiental.

Outstanding: O edifício atinge o mais alto nível de desempenho ambiental.

A certificação BREEAM é aplicável a vários tipos de edifícios, incluindo edifícios públicos, comerciais, industriais e residenciais. A certificação ajuda desenvolvedores, arquitetos e proprietários de edifícios a demonstrar o seu compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental, fornecendo um padrão reconhecido para o projeto e operação de edifícios sustentáveis.

O BREEAM é constantemente atualizado e revisto para atender aos melhores padrões e normas ambientais mais recentes. Para obter as informações mais atualizadas sobre o processo e os requisitos de certificação, é aconselhável consultar o site oficial do BREEAM ou consultar um profissional qualificado.

3. Caso de estudo

3.1. Equipa e responsáveis

O organigrama de cargos para a gestão de energia do Vila do Conde Porto Fashion Outlet está ilustrado na figura 10.

Uma boa gestão energética de um edifício obriga a que exista uma equipa com responsabilidade e conhecimentos técnicos elevados. A operação dos sistemas de manutenção implica que exista um envolvimento de todos os elementos da organização desde o diretor geral até ao nível básico.

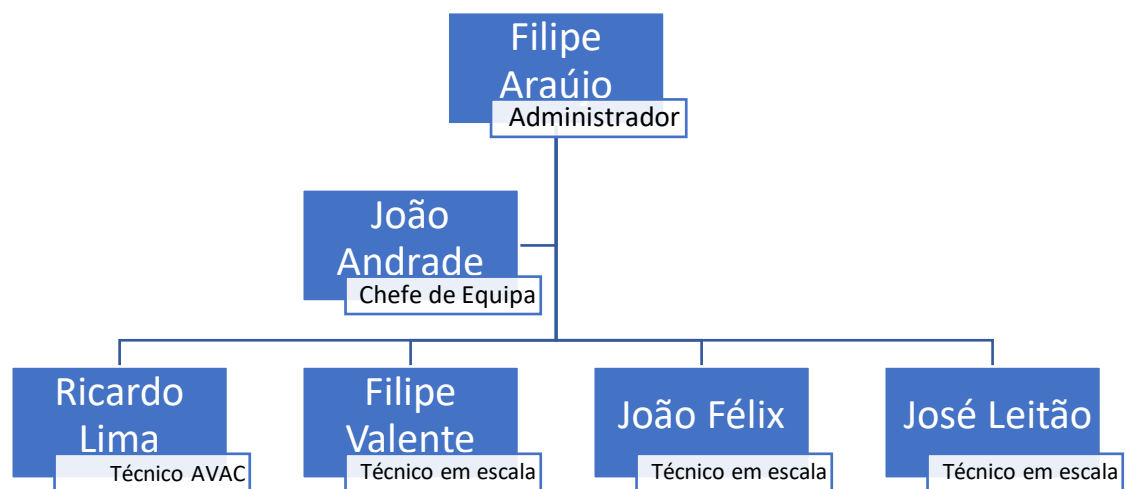


Figura 10- Organigrama de cargos

3.2. Apresentação do edifício

O centro comercial Vila do Conde Porto Fashion Outlet está localizado em Modivas, Vila do Conde, Porto, Portugal. Este edifício encontra-se a uma altitude de aproximadamente 43 metros e a 2.5 Km de distância da costa marítima. De acordo com os dados fornecidos pela empresa GT3 e conforme o despacho nº 15793-F/2013, a zona climática que se considerou para o local de implantação do edifício é a indicada na tabela 4.

Tabela 4- Zona climática do centro comercial (GT3 2022)

Conselho	Vila do Conde	
Zona Climática	NUTS III-Grande Porto	
Zona Climática de Verão e de Inverno	V2	I1
Dados climáticos-estação de aquecimento	Referência	Neste local
Período[meses]	6.2	6.1
T média [°C]	9.9	10.3
Graus-Dia[°C]	1,250	1,168
Dados climáticos-estação arrefecimento	Referência	Neste local
T média [°C]	20.9	20.9

Conforme o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) e o decreto de lei no 118/213, de 20 de agosto, o imóvel é classificado como um Grande Edifício de Comércio (GES), do tipo A, e está em funcionamento normal.

Apresenta uma inércia térmica forte e é constituído predominantemente pelas tipologias "centros comerciais". Este desenvolve-se ao longo de dois pisos, nomeadamente, pisos 0 e 1, possuindo fachadas exteriores orientadas segundo as direções nordeste, noroeste, sul, sudeste, sudoeste e oeste, com duas entradas principais localizadas nas fachadas sudoeste e noroeste, dispoendo de vãos envidraçados em todas as suas orientações com exceção da fachada oeste. No piso 0, localiza-se o *mall*, com 131 lojas, zona de restauração, instalações sanitárias e espaços complementares (áreas técnicas, arrumos e corredores técnicos). No piso 1, localiza-se a zona administrativa.

O estudo vai incidir só nas zonas comuns que o centro comercial gere, deixando de fora o estudo das lojas, já que tem a sua independência, como por exemplo na escolha de sistema de ventilação, dentro de determinados *guidelines* impostos pelo centro.

Na tabela 5, encontram-se as áreas de pavimento por tipologia.

Tabela 5- Área de pavimento por tipologia (GT3 2022)

Tipologias	Áreas(m ²)	Pé Direito Médio(m)
Centro Comercial	8,922.11	8.36
Escritórios	579.90	3.01
Áreas Técnicas	1,439.53	4.63



Figura 11- Vista aérea do centro comercial

3.2.1. Caracterização sumária da envolvente

As soluções construtivas foram avaliadas pela empresa GT3 e são caracterizadas de seguida.

3.2.1.1. Envolvente Opaca

A envolvente opaca engloba as paredes, os pavimentos e as pontes térmicas planas. Na tabela abaixo, faz-se a caracterização das paredes, coberturas, pavimentos e pontes térmicas planas, sendo as siglas S solução e R referência.

Tabela 6- Caracterização das Paredes, Coberturas, Pavimentos e Pontes Térmicas Planas. (ADENE s.d.)

Descrição dos Elementos Identificados	Área Total [m ²]	Coeficiente de Transmissão Térmica [W/m ² °C]	
		S	R
Parede Exterior - Tipo 1: Aço (0.4 [cm]); Caixa de ar (5.7 [cm]); XPS (2.5 [cm]); Betão (10 [cm]); Gesso Cartonado (1.25 [cm]);	473.9	0.89	0.70
Parede Exterior - Tipo 2: Aço (0.4 [cm]); Caixa de ar (4.6[cm]); XPS (5 [cm]); Betão (20 [cm]); Gesso Cartonado (1.25 [cm]);	747.1	0.54	0.70
Parede Exterior - Tipo 3: Aço (0.4 [cm]);, Caixa de ar (1.4 [cm]); XPS (5 [cm]);, Tijolo (22 [cm]);	45.8	0.45	0.70
Parede Exterior - Tipo 4: Aço (0.4 [cm]); XPS (5 [cm]); Caixa de ar (37.5 [cm]), Gesso Cartonado (1.25 [cm]);	1 955.2	0.57	0.70
Parede Exterior - Tipo 5: Aço (0.4 [cm]); Caixa de ar (1.4 [cm]); XPS (5 [cm]); Tijolo (22 [cm]);	39.9	0.46	0.70
Parede Interior - Tipo 1: Reboco (2 [cm]); Betão (20 [cm]); Parede Interior - Tipo 2: Reboco (2[cm]); Betão (20 [cm]); Reboco (2[cm]);	152.2	2.56	0.70
Cobertura Horizontal Exterior - Tipo 1: Betão (4 [cm]); XPS (5 [cm]); Betonilha (4 [cm]); Betão armado (11.9 [cm]); Caixa de ar (18 [cm]); Gesso cartonado (1.25 [cm]);	1 667.1	0.53	0.50
Cobertura Horizontal Exterior - Tipo 2: Betão (4 [cm]); XPS (8 [cm]), Betonilha (4 [cm]); Betão armado (12 [cm]); Caixa de ar (60 [cm]); Lã de rocha (6 [cm]); Gesso cartonado (1.25 [cm]);	579.9	0.24	0.50
Cobertura Inclinada Exterior - Tipo 1: PVC (0.7 [cm]); Lã de rocha (6.2 [cm]), Aço (0.5 [cm]);	5 046.4	0.58	0.50
Pavimento Interior - Tipo 1: Têxtil (0.4 [cm]); Madeira Maciça (4 [cm]); Caixa de ar (18.4 [cm]); Betão armado (12 [cm]); Caixa de ar (25 [cm]); Gesso Cartonado (1.25 [cm]);	82.9	1.01	0.50

3.2.1.2. Vãos Envidraçados Verticais

Envidraçado – Tipo 1 - Vidro simples temperado de 10 mm, caixilharia em alumínio termolacado e sem proteção solar. $U=5.6$; $U_{ref}=4.3$. Fator solar_{vidro}=0.80; Fator solar_{global}= 0.80

Envidraçado – Tipo 2 - Vidro duplo constituído por vidro exterior de 6 mm com capa solar SGG Cool-Lite KN 454 e vidro interior laminado SGG Stapid 55.1, separados por caixa de ar de 12 mm, caixilharia em alumínio termolacado e sem proteção solar. $U=1.6$; $U_{ref}=4.3$. Fator $solar_{vidro}=0.27$; Fator $solar_{global}= 0.27$

3.2.1.3. Vãos Envidraçados Horizontais

Envidraçado – Tipo 2 - Vidro duplo constituído por vidro exterior de 6 mm com capa solar SGG Cool-Lite KN 454 e vidro interior laminado SGG Stapid 55.1, separados por caixa-de-ar de 12 mm, caixilharia em alumínio termolacado e sem proteção solar. $U=1.6$; $U_{ref}=4.3$. Fator $solar_{vidro}=0.27$; Fator $solar_{global}= 0.27$

3.2.2. Sistemas de climatização

Mall:

O tratamento térmico e renovação de ar dos espaços é garantido por doze sistemas de expansão direta do tipo *Rooftops*, com potência total de 1607.2 kW em frio e 2252.9 kW de aquecimento dotados de recuperação de calor e com possibilidade de *free cooling*. A insuflação é efetuada através de difusores de longo alcance e o retorno através de grelhas lineares. A captação de ar viciado nos espaços faz-se por meio de grelhas de aspiração dotadas de registo de caudal.

As densidades de ocupação e equipamentos consideradas foram feitas com base nos valores dos perfis do RSECE, sendo considerada uma ocupação de 5 m²/ocupante e uma potência de equipamentos de 5 W/m² para a tipologia de centro comercial.

Zona Administrativa:

O tratamento térmico dos espaços é garantido por um sistema centralizado de expansão direta reversível do tipo *VRF (Variable Refrigerant Flow)* com potência total exterior de 50 kW em frio e 56 kW de aquecimento e interior de 40 kW em frio e 48 kW de aquecimento. A renovação do ar é garantida através de duas unidades de ventilação com recuperação de calor e módulo de filtragem. Para o tratamento e climatização de diversos espaços estão instaladas unidades interiores do tipo condutas de baixo perfil, interligadas a uma rede de condutas e difusão terminal, sendo que cada espaço terá controlo individualizado da temperatura, através do respetivo termóstato.

Para os espaços designados de central de segurança, sala de segurança e espaço técnico a climatização é garantida através de sistemas *split* independentes com unidades interiores do tipo mural com potência total de 15.7 kW em frio e 17.4 kW de aquecimento. A climatização da copa é garantida através de sistema *split* independente com uma unidade interior do tipo cassette com potência total de 3.6 kW em frio e 3.6 kW de aquecimento. As extrações provenientes dos sanitários e da copa são efetuadas através de ventiladores independentes e respetivas redes aerólicas. As densidades de ocupação e equipamentos consideradas tem por base os valores dos perfis do RSECE, sendo considerada uma ocupação de 15 m²/ocupante e uma potência de equipamentos de 15 W/m² para a tipologia de escritórios.

Posto médico:

A climatização do posto médico é efetuada através de um sistema *split*, com potência total de 2.5 kW em frio e 3 kW de aquecimento, com a unidade exterior instalada na cobertura e uma unidade interior do tipo conduta de baixo perfil, interligada a uma rede de condutas e difusão terminal. A renovação do ar é efetuada através de uma conduta de ar novo, ligado ao retorno da unidade interior de climatização. A extração é efetuada através de um ventilador, que também serve a zona do posto de transformação, e respetivas redes aerólicas.

Zona de restauração:

O tratamento térmico dos espaços é garantido por uma *Rooftop*, com potência total de 153.8 kW em frio e 208.7 kW de aquecimento dotado de recuperação de calor e com possibilidade de *free cooling*.

A insuflação do ar no espaço é feita pela periferia do espaço central através da descontinuidade do teto falso criada pela clara-boa existente. O retorno de ar ao equipamento de climatização é feito através de uma grelha num dos topos do espaço central.

Instalações sanitárias comuns:

Nas 4 instalações sanitárias existentes, estão instalados sistemas de ventilação para extração de ar viciado, constituídos por ventiladores de extração na cobertura do edifício e por redes de condutas, válvulas de extração e registos de caudal associadas a cada espaço.

Na instalação sanitária 1, 2, 3 e 4 encontra-se instalado um sistema independente de climatização constituído por uma bomba de calor com potência total de aquecimento de 44.4 kW, para produção de água quente, e um ventiloconvector a “2 tubos” (com bateria de aquecimento), do tipo conduta, associado a uma rede de condutas, distribuindo ar aquecido aos diferentes espaços. A bomba de calor é constituída por uma unidade exterior (produção), com módulo hidráulico incluído, e uma unidade interior que funciona tanto para a distribuição da água quente aos equipamentos terminais de climatização como para a acumulação de água quente sanitária.

Waste rooms:

Os espaços de tratamento e recolha de lixo possuem sistema de ventilação mecânica independente para insuflação e para extração de ar viciado dispondo de redes de condutas e grelhas de extração associadas a cada espaço.

A climatização de certos espaços é efetuada através de um sistema independente de climatização constituído por uma bomba de calor de potência total de aquecimento de 11.1 kW, para produção de água quente, e ventiloconvectores a “2 tubos” (com bateria de aquecimento) do tipo mural. A bomba de calor é constituída por uma unidade exterior (produção), com módulo hidráulico incluído e unidade interior que funciona tanto para a distribuição da água quente aos equipamentos terminais de climatização como para a acumulação de água quente sanitária.

Posto de transformação:

Está instalado um sistema de ventilação para extração de ar, constituído por ventiladores de extração e por redes de condutas e grelhas de extração associadas em cada espaço.

3.3. Enquadramento do Edifício no Sistema de Certificação Energética

O Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) aplicam-se aos espaços que normalmente requerem condições de conforto, conhecidos como espaços úteis e espaços complementares.

Portanto, a análise energética do edifício envolve a descrição de vários elementos:

- Envolvente do Edifício;
- Sistemas de Climatização e Ventilação;
- Iluminação;
- Ocupação, atividade e padrões de utilização;
- Equipamentos;
- Registos dos consumos de energia, por análise de faturas;
- Análise dos sistemas de energia térmica.

A análise energética concentra-se principalmente na economia de energia, ou seja, na utilização e eficiência de energia. Isso significa que ela deve reduzir tanto os gastos com energia quanto as faturas associadas. A análise também deve diminuir as emissões de CO₂ e outros gases com efeito de estufa.

A fração é a unidade mínima de um edifício com saída própria para uma parte de uso comum ou via pública.

Deste modo, para efeitos de legislação, o edifício foi avaliado como uma única fração. (GT3 2022)

De acordo com as leis em vigor, esses edifícios devem passar por auditorias regulares a cada seis anos.

Relativamente à instalação e manutenção dos sistemas técnicos devem ficar atestados o cumprimento dos seguintes requisitos:

- Possuir plano de manutenção
- Existência de um técnico de manutenção (TIM) adequado para o tipo e características dos sistemas técnicos instalados.

3.3.1. Plano de manutenção

Os planos de manutenção são um conjunto de planos e ações para garantir que os equipamentos, instalações ou sistemas funcionem corretamente. Essas estratégias visam reduzir o tempo de inatividade do equipamento, prolongar a vida útil do equipamento e reduzir o risco de quebras ou falhas inesperadas.

Existem vários tipos de planos de manutenção, nomeadamente: manutenção reativa, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção baseada em condição.

A manutenção reativa envolve a reparação de equipamentos apenas quando eles são danificados ou não funcionam corretamente. A manutenção preventiva inclui inspeções programadas e tarefas de manutenção para identificar e evitar os problemas antes que eles

ocorram. A manutenção preditiva inclui o uso de dados e análises para prever quando o equipamento provavelmente falhará, o que permite manutenção e reparos proativos. Além disso, a manutenção baseada em condição permite que o equipamento seja monitorizado em tempo real para identificar sinais de desgaste ou outros problemas que exigem atenção. Neste centro comercial, é feita a manutenção preventiva e corretiva.

O tipo de plano de manutenção usado depende do equipamento ou do sistema específico bem como dos objetivos e recursos da organização responsável pela manutenção.

À data da realização do trabalho, encontrava-se em implementação uma nova plataforma informática de ajuda à manutenção: o *Infraspeak*.

Antes da adoção do *Infraspeak* (app digital direcionada para manutenção) o plano era feito recorrendo a fichas técnicas preenchidas manualmente, fazendo com que o processo fosse mais lento. O *Infraspeak* é um *software* de gestão de manutenção de instalações, que ajuda as empresas a gerir os seus ativos e tornar as operações de manutenção mais simples. (Infraspeak s.d.) Foi desenvolvido para ajudar as organizações a otimizar os processos de manutenção, reduzindo assim o tempo de espera e aumentando a eficiência geral.

Uma variedade de recursos do *Infraspeak* permite aos utilizadores criar e administrar ordens de serviço, agendar e localizar tarefas de manutenção, registar e analisar dados de equipamentos, administrar o inventário e peças de reposição e gerar relatórios completos. Além disso, os recursos móveis da plataforma permitem que os técnicos atualizem informações, tenham acesso a ordens de serviço e recebam notificações nos *smartphones* ou *tablets*.

O foco no *IoT* é uma das principais características do *Infraspeak*. O *software* permite que vários dispositivos e sensores *IoT* monitorizem equipamentos e instalações em tempo real. Detecção de anomalias, prevenção de falhas e acionamento de fluxos de trabalho automatizados são facilitados por essa integração, o que facilita a manutenção.

Além disso, o *Infraspeak* oferece ferramentas de visualização de dados que ajudam na análise e tomada de decisão de dados, bem como uma interface fácil de usar e painéis personalizáveis. Um dos seus objetivos é facilitar a comunicação entre as equipas de manutenção, os gestores e as partes interessadas, a fim de garantir a transparência e a cooperação durante todo o processo de manutenção.

No entanto, antes da sua adoção, os responsáveis da manutenção entregavam as fichas ao responsável operacional e este realizava manualmente um relatório de atividade descrevendo a atividade desenvolvida incluindo as ações de manutenção preventiva e corretiva, assim como trabalhos diversos, faltando alguns dados relevantes para avaliação, análise e posterior melhoria das das operações. Os problemas encontrados eram reportados com um atrasado significativo. As manutenções preventivas realizadas eram feitas: às bombas de circulação, depósito de água quente, painéis solares, *rooftop*, unidade exterior de climatização, unidade interior de climatização, unidade recuperador de calor e ventilador de extração/insuflação.

De seguida, faz-se uma descrição exaustiva de cada plano de manutenção antes da adoção do *Infraspeak*:

3.3.1.1. Preventiva - bombas de circulação

MENSAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a inspeção exterior do motor de acionamento, verificação de ruídos estranhos, registo de pressões de aspiração e descarga, verificação do estado de conservação dos manómetros, registo consumo elétrico do motor com a fase L, N e T e, por último, a verificação correta da programação e atuação do equipamento.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

SEMESTRAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a verificação das ligações elétricas, verificação visual de fugas, verificação do estado de conservação geral do equipamento

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

3.3.1.2. Preventiva - Depósito de Água Quente

QUINZENAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a verificação dos termostatos e manómetros, verificação da existência de fugas e operação de válvula de segurança e verificação de realização de choque térmico e sistema de segurança.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

3.3.1.3. Preventiva - Painéis Solares

MENSAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a inspeção visual de fugas, verificação do estado dos manómetros, purgadores e válvulas de segurança, verificação do correto funcionamento do controlador / central solar

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

TRIMESTRAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a verificação das válvulas de corte e anti-poluição, verificação da pressão do vaso de expansão, verificação do nível de anticongelante do sistema, verificação do estado de limpeza coletores solares, registar pressões a montante jusante da válvula de enchimento e reguladora de pressão, registar o valor do contador volumétrico, verificação do estado do filtro antes do sistema, verificar o conteúdo do produto no depósito. Por último, tem como nota a garantia da remoção da ligação física de enchimento.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

3.3.1.4. Preventiva - unidade *Rooftop*

SEMANAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, inspeção visual de fugas aerólicas, inspeção visual de inoperacionalidade de VE e roda térmica, verificação de limpeza/colmatação das secções de filtragem.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

MENSAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, registar temperaturas/pressões de fluido frigorigéneo, inspeção visual de fugas dos circuitos frigoríficos, verificação do nível do óleo dos compressores, verificação do posicionamento da resistência do *carter* do compressor, registar consumos elétricos instantâneos dos compressores, fase L, N, T, verificação do posicionamento da resistência do *carter*, verificação do estado de limpeza geral

do equipamento, verificação e medição da perda de carga das secções de filtragem, registar consumos eléctricos instantâneos dos motores dos ventiladores, fase L, N, T, ensaiar/testar o equipamento de controlo: *setpoints* de funcionamento, roda térmica, servomotores, sondas termohigrométricas, detetor de fumos, pressostatos, verificação da limpeza dos condensadores e evaporadores, inspeção do correto escoamento e grau de limpeza dos tabuleiros de condensadores e rede até ponto de descarga, verificação do estado de conservação geral do equipamento.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro eléctrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

ANUAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas nomeadamente, Recolha de amostras de óleo nos compressores para teste para acidez, verificação da corrosão nos elementos das resistências eléctricas, verificação do ciclo de descongelação, verificação dos ventiladores do condensador e proteções, verificação da posição de todas as sondas, medição de caudais aerólicos na insuflação e na extração, verificação do estado de conservação e operação do quadro eléctrico, verificação do estado de desgaste dos apoios anti vibráticos, verificação da posição e dos apertos dos componentes de refrigeração, verificação de apertos das ligações eléctricas, verificação do estado de conservação das estruturas de suporte do equipamento.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro eléctrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

3.3.1.5. Preventiva - Unidade Exterior de Climatização

MENSAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, registar temperaturas e pressões de fluido frigorigéneo, inspeção visual de fugas, verificação do nível do óleo dos compressores, verificação do posicionamento da resistência do *carter* do compressor, registar consumos eléctricos dos compressores fase L, N, T, verificação da existência de ruídos estranhos e vibrações, verificação do estado de limpeza geral do equipamento, registar consumos eléctricos dos motores dos ventiladores, fase L, N, T, ensaiar/testar o equipamento de controlo: *setpoints* de funcionamento, programação modo sazonal, verificação da limpeza do condensador, inspeção do correto escoamento e grau de limpeza dos tabuleiros de condensadores e rede até ponto de descarga, verificação do estado de conservação geral do equipamento.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro eléctrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

TRIMESTRAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, todas as verificações previstas na preventiva mensal acrescidas de: verificação da posição e dos apertos dos componentes mecânicos, verificação de apertos das ligações elétricas.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

ANUAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, todas as verificações previstas nas preventivas mensal, trimestral e semestral acrescidas de: recolha de amostras de óleo nos compressores para teste de acidez, verificação da corrosão nos elementos das resistências elétrica, verificação do ciclo de descongelação com a inversão da válvula de quatro vias, verificação dos ventiladores do condensador e proteções, verificação da posição de todas as sondas, verificação do estado de limpeza da unidade exterior, verificação do estado de limpeza da unidade exterior, verificação do quadro elétrico, verificação do estado de desgaste dos apoio anti vibráticos, verificação da válvula de 4 vias de refrigeração, verificação dos comutadores de segurança de alta e de baixa pressão, verificação da posição e dos apertos dos componentes mecânico, verificação de apertos das ligações elétricas, verificação do estado de conservação das estruturas de suporte do equipamento.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

3.3.1.6. Preventiva - Unidade Interior de Climatização

MENSAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a verificação da posição e dos apertos dos componentes mecânicos e verificação de apertos das ligações elétricas.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

ANUAL

Ficha técnica inclui a identificação do equipamento, entidade e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, verificação do ventilador do evaporador, verificação da posição de todas as sondas, verificação do estado de limpeza da unidade interior e verificação do estado de conservação da unidade interior

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

3.3.1.7. Preventiva - Unidade Recuperadora de Calor

SEMANAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a inspeção visual de fugas aerólicas, inspeção visual inoperacionalidade de VE e permutador, verificação de limpeza/colmatação das secções de filtragem.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

MENSAL

Ficha técnica inclui a identificação do equipamento, entidade e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a verificação da existência de ruídos estranhos e vibrações, verificação do estado de limpeza geral do equipamento, verificação e medição da perda de carga das secções de filtragem, registar consumos elétricos instantâneos dos motores dos ventiladores fase I, n e t, ensaiar/testar o equipamento de controlo: *setpoints* e funcionamento, programação modo sazonal, roda térmica, servomotores, sondas termohigrométricas, detetor de fumos, pressostatos, verificação da limpeza do condensadores e evaporadores, inspeção do correto escoamento e grau de limpeza dos tabuleiros de condensados e rede até ponto de descarga e verificação do estado de conservação geral do equipamento

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

ANUAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a medição de caudais aerólicos, verificação do quadro elétrico, verificação do estado de limpeza geral do equipamento, verificação da posição e apertos dos componentes mecânicos, verificação de apertos das ligações elétricas e verificação do estado de conservação das estruturas de suporte do equipamento

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI’s.

3.3.1.8. Preventiva - Ventilador de Extração/Insuflação

MENSAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a verificação de ruídos estranhos, verificação da lubrificação dos rolamentos, quando aplicável, verificação do estado da correia de transmissão, quando aplicável, verificação do estado de limpeza geral do equipamento, verificação e medição da perda de carga da secção de filtragem, quando aplicável, registar consumo elétrico do motor do ventilador, fase L, N e T, registar regulação dos pressostatos, ensaiar/testar o equipamento de controlo: servomotores do circuito aerólico(onde aplicável), pressostatos(onde aplicável) e verificação do estado de conservação geral do equipamento

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

TRIMESTRAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a lubrificação das chumaceiras do ventilador, se necessário, verificação de apertos das ligações elétricas, verificação da posição e dos apertos dos componentes mecânicos e verificação de correta atuação via CDI (quando aplicável).

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

ANUAL

Plano de manutenção inclui a identificação do equipamento, entidade que executa o serviço e a data de realização.

A seguir, é descrito as operações a serem realizadas, nomeadamente, a medição de caudais aerólicos, verificação do quadro elétrico, verificação do estado de limpeza geral do equipamento e verificação do estado de conservação das estruturas de suporte do equipamento.

No final da folha, descreve-se algumas notas de segurança, tais como, desligar equipamento no quadro elétrico, colocar sinalética de “não ligar equipamento- em manutenção”, desligar interruptor local, colocar aloquete no interruptor local em posição de desligado, EPI's.

De uma forma sucinta, apresenta-se na tabela 7 a frequência com que cada tipo de manutenção preventiva era realizada, antes do *Infraspeak*.

Tabela 7- Periodicidade do plano de manutenção

	Semanal	Quinzenal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual
Bombas de circulação-Solar			X		X	
Depósito de água quente		X				
Painéis Solares			X	X		
Rooftop	X		X			X
Unidade Exterior de climatização			X	X		X
Unidade Interior de Climatização			X	X		X
Unidade Recuperador de Calor	X		X			X
Ventilador de Extração/Insuflação			X	X		X

A introdução do *Infraspeak* foi possível devido à existência de um edifício inteligente. Deste modo, o centro comercial integra tecnologia como sensores, sistemas e interfaces que interagem por meio da *IoT* e comunicam uns com os outros sem intervenção humana.

As técnicas de IA (*artificial intelligence*) e aprendizagem de máquina (ML, *machine learning*) são frequentemente usadas em conjunto com *IoT* para obter *insights* significativos das grandes quantidades de dados reunidos, permitir análises e facilitar a tomada de decisões autónomas em sistemas *IoT*. No centro comercial, tem-se como exemplo o sistema DALI (utilizado para controlar e gerir sistemas de iluminação em edifícios), que não está diretamente relacionado à inteligência artificial (IA), mas é integrado em sistemas baseados em IA para controlo e automação avançados de iluminação. A inteligência artificial é usada em combinação com o sistema DALI para capacitar os sistemas de iluminação inteligentes. Por exemplo, os algoritmos de IA são usados para analisar os dados do sensor e otimizar os níveis de iluminação com base em fatores como ocupação, níveis de luz natural e preferências do utilizador. Esta integração permite soluções de iluminação adaptáveis e com maior eficiência energética.

Ao utilizar técnicas de IA, os sistemas de iluminação ajustam-se dinamicamente conforme as condições ambientais. A IA também ajuda na manutenção, ao analisar dados de sensores DALI para detetar anomalias ou padrões que indicam possíveis falhas no sistema de iluminação.

Assim, sendo a sustentabilidade um assunto de grande relevância em todas as empresas, as respostas aos desafios da sustentabilidade exigiram que a Veolia adotasse o programa *Infraspeak*, para corrigir a falha entre a estratégia e o seu impacto real, usando a *IoT* para responder com informações transparentes e viáveis. Desta forma, a tecnologia de *IoT* ajuda a gerir, analisar e operacionalizar os dados, fazendo com que se consiga reportar os objetivos. Logo, ao aplicar esta tecnologia pode-se estabelecer uma cadeia de valor mais transparente, rastreável e descarbonizada.

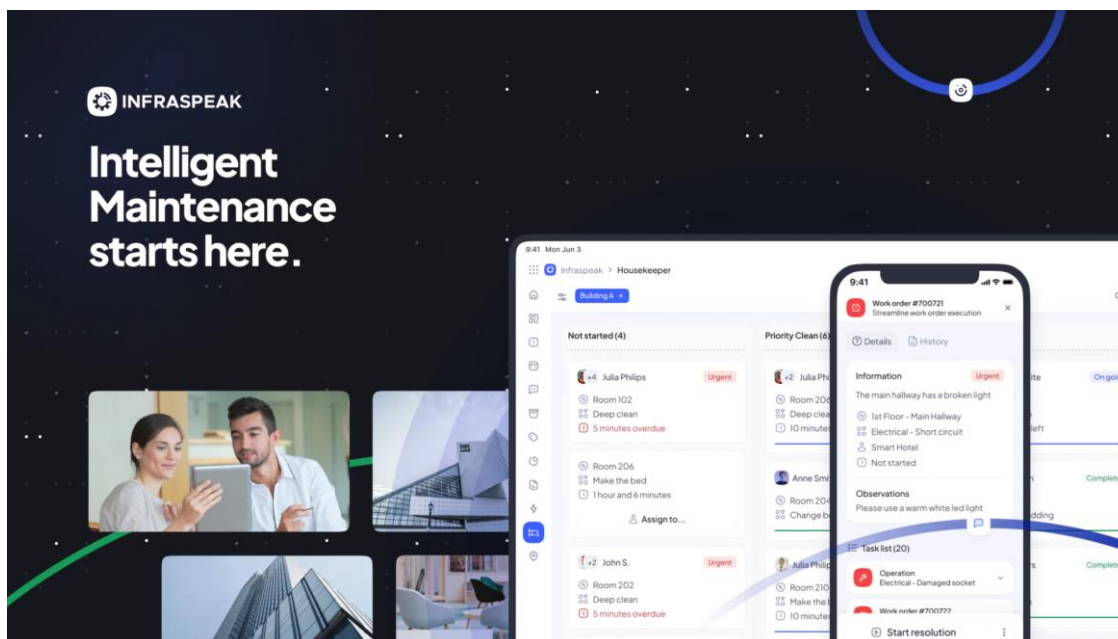


Figura 12- Exemplificação da interface do Infraspēak (Infraspēak s.d.)

A partir de 2023, a instauração do *Infraspēak* possibilitou que as informações fossem enviadas para o programa e os responsáveis por cada área tivessem acesso a elas, facilitando a comunicação. Além disso, as inconformidades são reportadas no programa em tempo real, possibilitando respostas mais rápidas.

Neste momento, as dificuldades que se encontram são a identificação precisa dos problemas e se já foi dada alguma resposta por parte de alguém da equipa. Para resolver esta situação, vão ser instalados *tags* em cada dispositivo e está a ser avaliada a hipótese de reprogramar o algoritmo para que o programa seja mais intuitivo na obtenção dos indicadores e das ocorrências dos ativos.

3.4. Sistemas Técnicos

3.4.1. Sistema de climatização do tipo *Rooftop*

Sistema de expansão direta, do tipo bomba de calor ar-ar, que trabalha com fluido frigorigéneo R410a, com recuperação de calor e com possibilidade de funcionar em modo de *free cooling*. Estas unidade estão equipadas com sistema de ventilação de insuflação e retorno/extração com motores EC MOTOR PLUG FAN, sistema de filtração classe G4+F7 e recuperação de calor do tipo roda higroscópica de elevada eficiência. Na figura 13, estão representadas as localizações (dentro dos círculos a azul) e sistema de ventilação de cada *rooftop* no centro comercial.

Tabela 8- Caraterização unidades *Rooftop*

Ref.	Modelo	Pot Arref. [kW]	Pot Aquec. [kW]	EER	COP	Pot. Elétrica [kW]
RT1F1	E024 AH126 FM1M RE	161.6	209.4	3.47	5.44	63.4
RT2F1	E024 AH126 FM1M RE	161.6	209.4	3.47	5.44	63.4
RT3	E024 AH126 FM1M RE	161.6	209.4	3.47	5.44	63.4
RT4	E024 AH126 FM1M RE	141.8	184.3	3.4	5.23	56.3
RT5	E024 AH126 FM1M RE	161.6	209.4	3.47	5.44	63.4
RT6	E024 AH126 FM1M RE	161.6	209.4	3.47	5.44	63.4
RT1F2	E024 AH088 FM1M RE	110.8	175.7	3.42	6.47	58.2
RT2F2	E024 AH088 FM1M RE	111	176.2	3.40	6.47	58.2
RT3.1	E024 AH088 FM1M RE	136.5	207.9	3.09	5.70	59.9
RT3.2	E024 AH088 FM1M RE	111	178	3.36	6.42	58.2
RT4.1	E024 AH088 FM1M RE	110.7	175	3.43	6.46	58.2
RT4.2	E014 AH065 FM1M RE	77.4	108.8	3.76	5.90	45.1
RT6.1	E024 AH141 FM1M RE	153.8	208.7	3.32	4.76	80.2

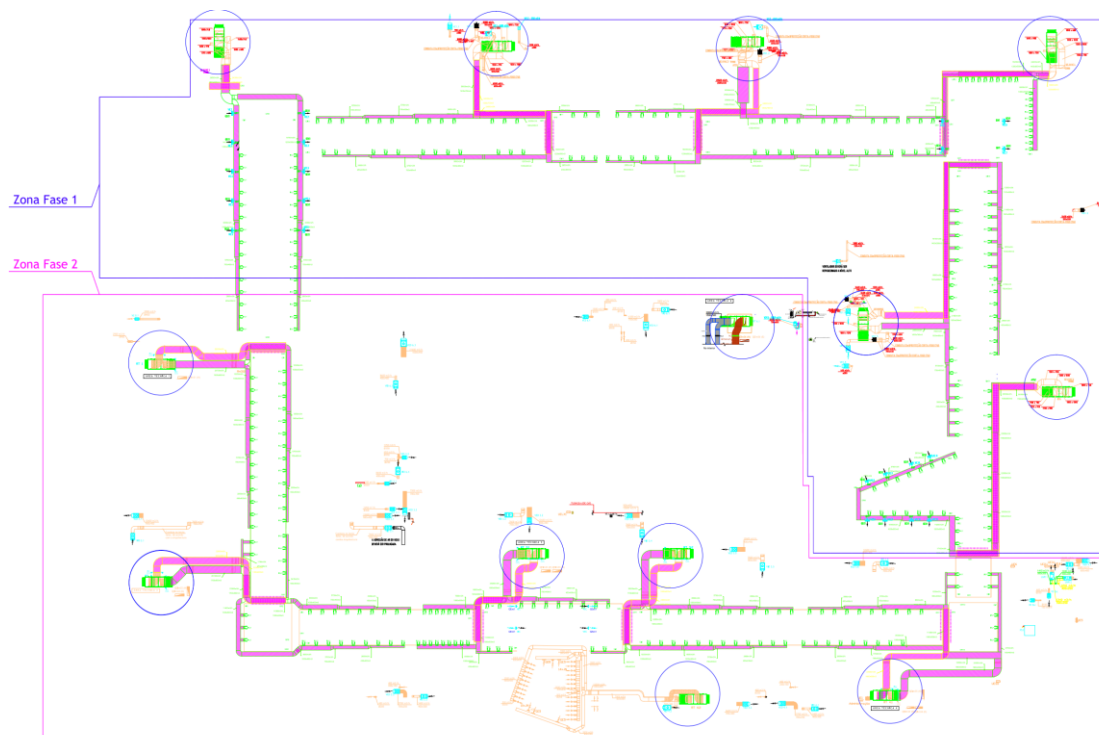


Figura 13- Localização das rooftops e respetivos sistemas de ventilação

3.4.2. Sistema VRF

O sistema VRF localiza-se apenas na administração.

O sistema VRF que serve os escritórios é da marca *Mitsubishi*, modelo da unidade exterior PUHYP450YHM-A, com a potência unitária de arrefecimento de 50 kW e aquecimento 56 kW, EER=3,07 e COP=3,64. Ref: UE1.

As unidades interiores do sistema VRF totalizam 16 unidades que variam entre os modelos PEFYP20VMA-E, PEFY-P25VMA-E, PEFY-P32VMA-E, PEFY-P40VMA-E e PEFY-P63VMA-E.

Tabela 9- Caracterização sistemas VRF

Ref.	Modelo	Pot Arref. [kW]	Pot Aquec. [kW]	EER	COP	Pot. Elétrica [kW]
UE1	PUHYP450YHM-A	50	56	3.07	3.64	-

3.4.3. Sistema Mono-Split

O sistema mono-split localiza-se apenas na administração

Sistema mono-split da marca *Mitsubishi*, com unidades interiores do tipo mural modelo PKARP50HAL/PUHZ-ZRP50VKA, com a potência unitária de arrefecimento de 4.6 kW e aquecimento 5.0 kW, SEER=5.3 e SCOP=4.0. Ref: UE2,1/UI2,1.

Sistema mono-split da marca *Mitsubishi*, com unidades interiores do tipo mural modelo PKARP60HAL/PUHZ-ZRP60VKA, com a potência unitária de arrefecimento de 6.1 kW e aquecimento 7.0 kW, SEER=5.3 e SCOP=4.0. Ref: UE3,1/UI3,1.

Sistema mono-split da marca *Mitsubishi*, com unidades interiores do tipo mural modelo MSZHR50VF/ MUZ-HR50VF, com a potência unitária de arrefecimento de 5.0 kW e aquecimento 5.4 kW, SEER=6.5 e SCOP=4.3. Ref: UE4,1/UI4,1.

Sistema mono-split da marca *Mitsubishi*, com unidades interiores do tipo conduta modelo SEZKD25VA/SUZ-KA25VA, com a potência unitária de arrefecimento de 2.5 kW e aquecimento 3.0 kW, EER=3.21 e COP=3.61. Ref: UE5/UI5.

Sistema mono-split da marca *Mitsubishi*, com unidades interiores do tipo cassette modelo PLARP35BA/ SUZ-KA35VA6, com a potência unitária de arrefecimento de 3.6 kW e aquecimento 3.6 kW, EER=3.30 e COP=3.83. Ref: UE6/UI6.

Tabela 10- Caracterização sistemas Mono-Split

Ref.	Modelo	Pot Arref. [kW]	Pot Aquec. [kW]	SEER	SCOP	EER	COP	Pot. Elétrica [kW]
UE2,1/UI2,1	PKARP50HAL/PUHZ-ZRP50VKA	4.6	5.0	5.3	4.0	-	-	-
UE3,1/UI3,1	PKARP60HAL/PUHZ-ZRP60VKA	6.1	7.0	5.3	4.0	-	-	-
UE4,1/UI4,1	MSZHR50VF/ MUZ-HR50VF	5.0	5.4	6.5	4.3	-	-	-
UE5/UI5	SEZKD25VA/SUZ-KA25VA	2.5	3.0	-	-	3.21	3.61	-
UE6/UI6	PLARP35BA/ SUZ-KA35VA6	3.6	3.6	-	-	3.30	3.83	-

3.4.4. Ventiloconvectores

Ventiloconvector da marca *Daikin*, do tipo mural modelo FWT-02GT, com a potência total média de aquecimento de 2.41 kW. Ref: VC1.

Ventiloconvector da marca *Daikin*, do tipo mural modelo FWT-03GT, com a potência total média de aquecimento de 2.62 kW. Ref: VC2.

Ventiloconvector da marca *Daikin*, do tipo mural modelo FWT-05GT, com a potência total média de aquecimento de 4.51 kW. Ref: VC3.

Ventiloconvector da marca *Daikin*, do tipo conduta modelo FWN-AT 06, com a potência total média de aquecimento de 6.03 kW. Ref: VC IS,02.

Tabela 11- Caracterização ventiloconvectores

Ref.	Modelo	Pot média total Aquec. [kW]
VC1	FWT-02GT	2.41
VC2	FWT-03GT	2.62
VC3	FWT-05GT	4.51
VC IS,02	FWN-AT 06	6.03

3.4.5. Cortina de ar

As cortinas de ar localizam-se nas duas entradas principais do centro comercial.

Equipamento da marca *Daikin*, modelo CYQS200DK100, com a potência unitária de aquecimento de 11.6kW. Ref: CA a.

Tabela 12- Caracterização cortina de ar

Ref.	Modelo	Pot média total Aquec. [kW]
CA a	CYQS200DK100	11.6

3.4.6. Ventilação

Sistema de ventilação mecânica, constituído por *rooftops* com recuperação de calor, unidades de ventilação com recuperação de calor, ventiladores de insuflação e ventiladores de extração, conforme as listas que se seguem. Os *rooftops* são responsáveis tanto pelo aquecimento como o arrefecimento do centro comercial.

3.4.6.1. Rooftop

Tabela 13- Caracterização ventilação mecânica Rooftop

Ref.	Modelo	Caudal de Insuflação [m³/h]	Caudal de Retorno [m³/h]	Perda de carga [Pa]	Marca
RT1F1	E024 AH126 FM1M RE	29 500	24 000	120	LENNOX
RT2F1	E024 AH126 FM1M RE	29 500	24 000	120	LENNOX
RT3	E024 AH126 FM1M RE	29 500	24 000	120	LENNOX
RT4	E024 AH126 FM1M RE	24 000	19 000	120	LENNOX
RT5	E024 AH126 FM1M RE	29 500	24 000	120	LENNOX
RT6	E024 AH126 FM1M RE	29 500	24 000	120	LENNOX
RT1F2	E024 AH088 FM1M RE	24 700	22 000	150	LENNOX
RT2F2	E024 AH088 FM1M RE	25 150	22 000	150	LENNOX
RT3.1	E024 AH088 FM1M RE	29 200	25 000	150	LENNOX
RT3.2	E024 AH088 FM1M RE	25 200	23 000	150	LENNOX
RT4.1	E024 AH088 FM1M RE	24 300	22 000	150	LENNOX
RT4.2	E014 AH065 FM1M RE	12 000	9 500	150	LENNOX
RT6.1	E024 AH141 FM1M RE	20 000	18 750	150	LENNOX

3.4.6.2. Unidades de ventilação com recuperação de calor

As unidades de ventilação com recuperação de calor localizam-se na administração.

Tabela 14- Caracterização de unidades de ventilação com recuperação de calor

Ref.	Modelo	Caudal de Insuflação [m³/h]	Caudal de Retorno [m³/h]	Perda de carga [Pa]	Marca
UVR 1	Volcane II XA 1600	1 410	1 340	150	FRANCE AIR
UVR 2	Volcane II XA 1600	1 040	1 210	150	FRANCE AIR

3.4.6.3. Ventiladores

Tabela 15- Caracterização dos ventiladores

Ref.	Marca	Modelo	Caudal [m³/h]	Pest [Pa]
VE a	SYSTEMAIR	K 315 M	900	150
VE ESC	S&P	S&P- CAB 125	150	150
VE IS1	SYSTEMAIR	MUB 025 315 E4	750	150
VE wm	SYSTEMAIR	K 315 M	1 000	150
VE 0,1	FRANCEAIR	MV 10-6 POLOS	2,900	145
VE 0,2	FRANCEAIR	Canal Fast 160	400	130
VE 0,3	FRANCEAIR	Canal Fast 160	400	130
VE 0,5	FRANCEAIR	MODULYS DP 12/12	5 350	175
VE 1,1	FRANCEAIR	MODUL PRO EC 255	1 200	210
VE 1,2	FRANCEAIR	MODUL PRO EC 355	2 250	345
VE 1,4	FRANCEAIR	MODULYS BP 12/12	2 400	300
VE 1,5	FRANCEAIR	Canal Fast 160	400	175
VEH	SYSTEMAIR	K 250 M	500	125
VES3,1	SYSTEMAIR	MV 10-6 POLOS	1 250	200

VES3,2	SYSTEMAIR	MV 10-6 POLOS	1 350	185
VES6,1	FRANCEAIR	MV 10-6 POLOS	1 500	210
VI a	SYSTEMAIR	KT-40-20-4 c/ filtro G4	900	150
VI wm	SYSTEMAIR	K 150 EC	180	125
VI wm2	SYSTEMAIR	MUB 025 355 E4	800	150
VIS3.1	FRANCEAIR	MV 10-6 POLOS	1 200	200
VS ESC	FRANCEAIR	MV 5-4P	600	175

3.4.7. Sistemas de produção de Águas Quentes Sanitárias

O edifício possui 4 sistemas de produção de água quente sanitária.

Nas instalações sanitárias 1, 2, 3 e 4 e nos espaços de tratamentos de lixos, é utilizada a mesma bomba de calor prevista para a climatização, que tem integrada na unidade interior um depósito de acumulação de água.

Esta solução, permite assim com o mesmo equipamento realizar os dois serviços, dando, no entanto, prioridade ao aquecimento de águas sanitárias. A unidade interior é um equipamento compacto e inclui um depósito de AQS integrado em aço inoxidável com 180 l de capacidade.

3.4.7.1. Bomba de calor

Unidade de climatização do tipo Bomba de Calor reversível para produção de AQS e aquecimento do ar ambiente, da marca *Daikin* e modelos EPGA 11DV (unidade exterior) e EAVH16S18D6V (depósito de acumulação AQS), com potência unitária de aquecimento de 11.1 kW e com um COP= 5.14. Ref: BC-UE wm/ BC-UI wm, BC-UE IS,01/ BC-UI IS,01, BC-UE IS,02/ BC-UI IS,02, BC-UE IS,03/ BC-UI IS,03, BC-UE IS,04/ BC-UI IS,04. (Instalações sanitárias)

Unidade para produção de AQS, da marca *Ariston*, modelo NUOS EVO A+ com depósito de acumulação de 80 litros, com potência unitária de aquecimento de 4.5 kW e com um COP= 2.9. Ref: BC1. (Zona de limpeza)

Tabela 16- Caracterização das bombas de calor

Ref.	Modelo	Pot Arref. [kW]	Pot Aquec. [kW]	EER	COP	Pot. Elétrica [kW]
UE1	PUHYP450YHM-A	50	56	3.07	3.64	-

3.4.8. Termoacumulador elétrico

Termoacumulador elétrico com 150 litros de capacidade e potencia de 2.4kW e eficiência de 0.95, para os chuveiros do balneário dos jardineiros.

3.4.9. Sistema Solar

Não contempla sistema solar térmico ainda.

3.4.10. Iluminação

A iluminação no edifício é gerida por um sistema DALI, isto é, *Digital Addressable Lighting Interface*, um protocolo e tecnologia amplamente utilizado para controlar e gerir sistemas de iluminação em edifícios. É um padrão internacional (IEC 62386) que permite a comunicação digital entre dispositivos de controlo de iluminação, como interruptores, sensores e iluminação.

No geral, o sistema DALI oferece recursos avançados de controlo de iluminação, eficiência energética e flexibilidade, tornando-o uma escolha para várias aplicações de iluminação comercial, industrial e residencial.

3.4.11. Ascensores, escadas mecânicas e tapetes rolantes

Existe um elevador da marca *Schmitt+Sohn*, com uma potência elétrica de 4.7 kW e uma carga máxima de 800kg, que serve a zona da administração.

3.4.12. Outros consumos

Foram também considerados consumos de bombas de águas pluviais, bomba hidropressora e bombas de águas de consumo.

4. Desempenho energético e ambiental

O desenvolvimento da representação de simulação dinâmica (multizona) do edifício é descrito nos seguintes pontos. Este modelo foi projetado para aferir o desempenho energético do edifício e, em seguida, indicar a sua classe energética de acordo com o Sistema Nacional de Certificação de Edifícios (SCE), estabelecido no Dec. Lei. n.º 101D/2020. (13)

No entanto, o Decreto no 6476-D/2021 estabeleceu regras para a criação do Plano de Melhoria do Desempenho Energético dos Edifícios (PDEE), que se aplica a:

- a. Edifícios comerciais e de serviços (GES) em operação com classe de desempenho energético inferior a C;
- b. GES em operação que consumiram igual ou mais de 5,5 GWh_{EP} no ano civil imediatamente anterior (ano base), exceto os consumos de energia renovável com emissões nulas de gases com efeito de estufa ou endógenas não adquiridas.

Porém, como se verá nas próximas páginas, o edifício encontra-se na classe B, pelo que não foi ainda necessário reavaliar a classe energética.

4.1. Simulação dinâmica detalhada

A execução da representação de simulação dinâmica teve por base os projetos de arquitetura, AVAC, ascensores, instalações elétricas e águas fornecidos, bem como os consumos reais do edifício, conforme a análise das faturas energéticas do ano 2017 ao ano 2019. Devido à pandemia de COVID-19, o ano de 2020 demonstrou ser um ano atípico, alterando os perfis de consumo de energia do edifício, motivo pelo qual não foram considerados os consumos energéticos deste ano.

Na representação de simulação dinâmica, foram incluídos todos os elementos da envolvente exterior e interior (paredes, coberturas e envidraçados), ficheiro climático (Fonte: LNEG) de Vila do Conde com a correção de altitude, todos os ganhos térmicos internos (ocupação, iluminação e equipamentos) e os sistemas de climatização preconizados.

Foram utilizados os padrões de previstos de utilização do edifício (perfis horários) com base no Dec. Lei n.º 79/2006 para a tipologia referidas nas tabelas seguintes.

A tabela 15 representa os padrões previstos de utilização do edifício (perfis horários) com base no Dec. Lei n.º 79/2006.

- A- Segunda a Sexta;
- B- Sábados;
- C- Domingos e Feriados.

Tabela 17- % Taxa de ocupação, iluminação e equipamento- DL nº 79/2006 (GT3 2022)

Horas	% Ocupação			% de iluminação			% equipamento		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0h às 1h	30	30	30	50	50	50	40	40	40
1h às 2h	25	25	25	40	40	40	15	15	15
2h às 8h	5	5	5	20	20	20	15	15	15
8h às 9h	20	20	20	40	40	40	15	15	15
9h às 10h	35	35	35	70	70	70	60	60	60
10h às 11h	35	45	45	70	70	70	60	60	60
11h às 12h	50	50	50	100	100	100	100	100	100
12h às 13h	95	95	95	100	100	100	100	100	100
13h às 15h	95	100	100	100	100	100	100	100	100
15h às 16h	80	95	100	100	100	100	100	100	100
16h às 17h	70	95	100	100	100	100	100	100	100
17h às 18h	70	85	95	100	100	100	100	100	100
18h às 19h	80	85	95	100	100	100	100	100	100
19h às 20h	95	95	95	100	100	100	100	100	100
20h às 21h	95	100	100	100	100	100	100	100	100
21h às 22h	95	100	100	100	100	100	100	100	100
22h às 23h	95	95	95	100	100	100	100	100	100
23h às 24h	40	40	40	50	50	50	100	100	100

A representação da simulação dinâmica (multizona) do edifício foi criado no software *Trace* 700, aprovado pela norma ASHRAE 140-2004.

4.2. Cálculo dos Indicadores de Eficiência Energética

Os indicadores de eficiência energética foram obtidos comparando os indicadores efetivos (IEE_{ef}), calibrados para os consumos reais do edifício, com os de referência (IEE_{ref}), conforme os valores de referência (Tabelas 108 e 109 do Despacho n.º 6476-H/2021, de 1 de julho).

As conclusões da simulação dinâmica detalhada do edifício em circunstâncias existentes de utilização encontram-se resumidas nas tabelas seguintes em conjunto com os respetivos cálculos dos indicadores de eficiência energética.

Tabela 18- Consumos por forma de energia

Forma de energia	Consumos [kWh/ano]
Eletricidade	1 944 086

Tabela 19- Consumo do edifício e Indicadores de Eficiência Energética por usos

Tipo de Consumo	Consumos [kWh/ano]	Referência [kWh/m².ano]	Edifício [kWh/m².ano]	Renovável [kWh/m².ano]
Aquecimento	181 641	75.07	16.60	-
Arrefecimento	683 654	90.49	62.48	-
Iluminação	690 979	94.16	63.15	-
AQS	1 786	0.47	0.16	1.27
Outros	386 027	35.28	35.28	-

Tabela 20- Emissões de CO₂

Forma de energia	Emissões[tCO ₂ /ano]
Eletricidade	694.88

Tabela 21- Indicadores de Eficiência Energética previsto e de referência

Forma de energia	Consumos [kWhep/m².ano]
IEE _{pr}	441.0
IEE _{pr,S}	358.3
IEE _{pr,T}	85.8
IEE _{pr,Ren}	3.2
IEE _{ref}	738.6
IEE _{ref,S}	652.8
IEE _{ref,T}	85.8

Tabela 22- Limites das Classes Energéticas do R_{IEE}

R _{IEE}			Classe Energética
		0.25	A ⁺
0.26		0.50	A
0.51	0.54	0.75	B
0.76		1.00	B ⁻
1.01		1.50	C
1.51		2.00	D
2.01		2.50	E
		2.51	F

Tendo em conta os indicadores de eficiência energética obtidos, conclui-se que o edifício em causa tem um R_{IEE} de 0.54 e, por isso, obtém a classificação energética **B**.

4.3. Conforto Térmico

O conforto térmico é influenciado por vários fatores, incluindo temperatura do ar, temperatura média radiante, humidade relativa, velocidade do ar e fatores pessoais, como isolamento de roupas e nível de atividade. O corpo humano gera calor continuamente, e manter o conforto térmico envolve alcançar um equilíbrio entre o calor produzido pelo corpo e o calor trocado com o ambiente circundante.

O centro comercial tem *setpoints* pré-definidos de 18°C no Inverno e 25°C no Verão. Através do estudo feito da medição das temperaturas, providenciado pela empresa *Honeywell* (operadora dos sistemas de monitorização) do ano 2022, constata-se que na realidade, e durante as horas de ocupação (representadas nas figuras seguintes com a linha a verde), a temperatura ambiente interior variou entre 21 e 26°C no primeiro e segundo quadrimestre; e entre 18 e 25 °C no terceiro quadrimestre. Nalgumas horas de Janeiro e Fevereiro a temperatura foi menor em relação a Março e Abril. Nos meses de Maio e Julho a temperatura também excedeu o intervalo de temperaturas, tanto da temperatura mínima como da máxima. E, nos meses de Setembro e Dezembro, por algumas horas os limites das temperaturas também foram excedidos.

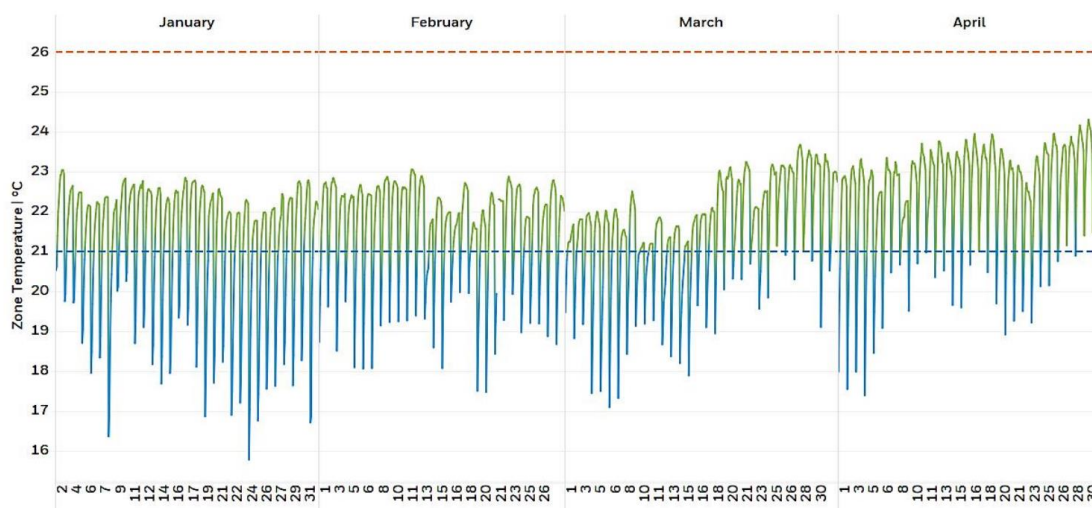


Figura 14- Temperatura média ambiente interior no 1º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022)

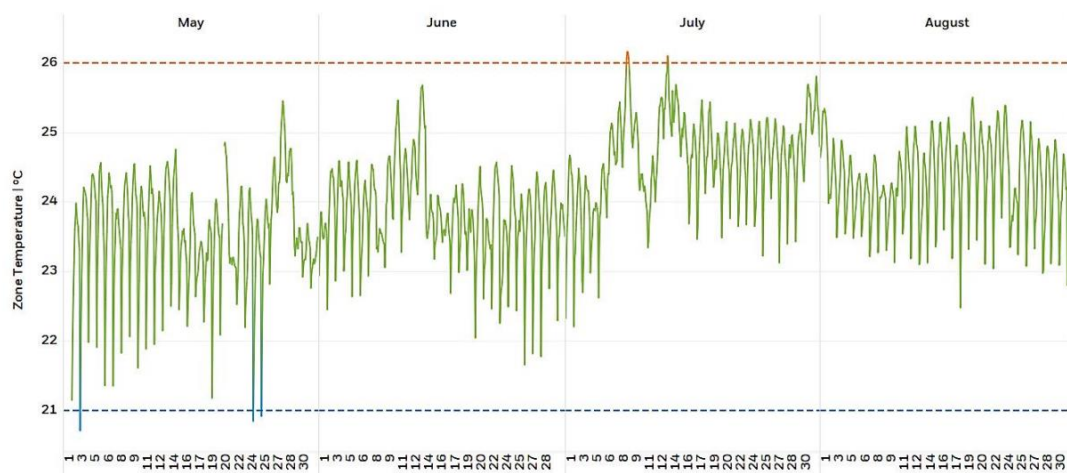


Figura 15- Temperatura média ambiente interior no 2º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022)



Figura 16- Temperatura média ambiente interior no 3º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022)

As figuras 17, 18 e 19 mostram a percentagem de conforto ao longo do espaço do *mall* do centro comercial Vila do Conde Porto Fashion Outlet nos 3 quadrimestres do ano 2022. Verifica-se que em cada zona a percentagem de conforto aumenta ao longo do ano, isto deve-se principalmente à limpeza das sondas ou à sua substituição.



Figura 17- Desempenho de conforto por zona no 1º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022)



Figura 18- Desempenho de conforto por zona no 2º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022)



Figura 19- Desempenho de conforto por zona no 3º quadrimestre do ano 2022 (Honeywell 2022)

Verifica-se que as temperaturas estão acima dos *setpoints* no Inverno e um pouco abaixo no Verão.

A situação de inverno configura um desperdício de energia, que pode ser significativo. Ou seja, uma oportunidade de melhoria é a melhor regulação do sistema de controlo, para evitar temperaturas interiores muito acima dos 18°C (no Inverno) e muito abaixo dos 24 °C (no Verão).

Em última análise, mantendo as temperaturas dentro de um intervalo adequado e considerando as preferências individuais, pode-se promover produtividade, bem-estar e um ambiente interno saudável.

4.4. Algumas propostas de melhoria

Foram propostos pela empresa GT3, 3 medidas de melhoria para uma melhor eficiência energética, nomeadamente: 1) proteções solares exteriores nos vãos envidraçados; 2) instalação de um sistema solar fotovoltaico; e 3) instalação de uma unidade de AQS.

Carateriza-se de seguida a avaliação técnico-económica de cada uma das medidas:

4.4.1. Sistemas técnicos – Vãos Envidraçados

Colocação de proteções solares exteriores nos vãos envidraçados horizontais, do tipo película solar, com fator de sombreamento igual a 0.31.

Tabela 23- Consumos estimados com a proteção solar exterior nos vãos envidraçados

Forma de energia	Consumos [kWh/ano]
Eletricidade	1 770 498
Tipo de Consumo	Consumos [kWh/ano]
Aquecimento	206 528
Arrefecimento	485 178
Iluminação	690 979
AQS	1 786
Outros	386 027

Novo IEE_{pr} (kWh_{ep}/m².ano) = 401.3;

Novo $IEE_{pr,S}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 318.7;

Novo $IEE_{pr,T}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 85.8;

Novo $IEE_{pr,Ren}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 3.2;

Novo IEE_{Ref} (kWh_{ep}/m².ano) = 738.6;

Novo $IEE_{Ref,S}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 652.8;

Novo $IEE_{Ref,T}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 85.8;

Novo R_{IEE} = 0.48;

Nova Classe Energética: **A**

Custo do investimento estimado (€): 175 498;

Redução Anual da Fatura Energética (€/ano): 21 559;

Payback simples: 8 anos

É de notar que, comparando com o caso-base, a energia para aquecimento, no Inverno, aumenta; porém a diminuição da energia para arrefecimento, no Verão, compensa largamente esse aumento. Além disso, os resultados mostram que o algoritmo não teve em conta eventuais implicações das películas na energia para iluminação, uma vez que, a célula crepuscular está instalada no exterior onde é feita a medição dos *lux* de acordo com a parametrização do centro comercial.

4.4.2. Instalação de sistema solar fotovoltaico

Instalação de sistema de produção fotovoltaico para autoconsumo e sem acumulação de energia, é constituído por 962 painéis fotovoltaicos com a potência unitária de 540W_p e produção de energia prevista de 680 888 kWh/ano.

Tabela 24- Consumos estimados com a instauração dos painéis solares

Forma de energia	Consumos [kWh/ano]
Eletricidade	1 263 198
Tipo de Consumo	Consumos [kWh/ano]
Aquecimento	181 641
Arrefecimento	683 654
Iluminação	690 979
AQS	1 786
Outros	386 027

Novo IEE_{pr} (kWh_{ep}/m².ano) = 285.4;

Novo IEE_{pr,S} (kWh_{ep}/m².ano) = 358.3;

Novo IEE_{pr,T} (kWh_{ep}/m².ano) = 85.8;

Novo IEE_{pr,Ren} (kWh_{ep}/m².ano) = 158.7;

Novo IEE_{Ref} (kWh_{ep}/m².ano) = 738.6;

Novo IEE_{Ref,S} (kWh_{ep}/m².ano) = 652.8;

Novo IEE_{Ref,T} (kWh_{ep}/m².ano) = 85.8;

Novo R_{IEE} = 0.31;

Nova Classe Energética: **A**

Custo do investimento estimado (€): 333 571;

Redução Anual da Fatura Energética (€/ano): 84 566;

Payback simples: 4 anos

4.4.3. Instalação de sistema solar térmico para AQS

Unidade para produção de AQS, da marca Ariston, modelo NUOS EVO A+ com depósito de acumulação de 150 litros, com potência unitária de aquecimento de 4.5 kW e com um COP= 3.15.

Tabela 25- Consumos estimados com a instalação da unidade para produção de AQS

Forma de energia	Consumos [kWh/ano]
Eletricidade	1 942 999
Tipo de Consumo	Consumos [kWh/ano]
Aquecimento	181 641
Arrefecimento	683 654
Iluminação	690 979
AQS	698
Outros	386 027

Novo IEE_{pr} (kWh_{ep}/m².ano) = 440.7;

Novo $IEE_{pr,S}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 358.1;

Novo $IEE_{pr,S}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 85.8;

Novo $IEE_{pr,Ren}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 3.2;

Novo IEE_{Ref} (kWh_{ep}/m².ano) = 738.6;

Novo $IEE_{Ref,S}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 652.8;

Novo $IEE_{Ref,T}$ (kWh_{ep}/m².ano) = 85.8;

Novo R_{IEE} = 0.54;

Nova Classe Energética: **B**

Custo do investimento estimado (€): 1 422;

Redução Anual da Fatura Energética (€/ano): 135;

Payback simples: 10.5 anos

4.4.4. Películas, sistema fotovoltaico e água quente solar em conjunto
Apresenta-se um quadro resumo das três propostas de melhoria.

Tabela 26- Comparação entre o plano sem e com melhorias

	Sem investimento	Vãos Envidraçados	Sistema Solar Fotovoltaico	AQS	TOTAL
Custo do investimento estimado(€)	-	175 498	333 571	1 422	510 492
Redução Anual de Fatura Energética (€/ano)	-	21 559	84 566	135	106 260
Novo IEE_{pr}	441.0	401.3	285.4	440.7	245.5
Novo IEE_{pr,S}	358.3	318.7	358.3	358.1	318.4
Novo IEE_{pr,T}	85.8	85.8	85.8	85.8	85.8
Novo IEE_{pr,Ren}	3.2	3.2	158.7	3.2	158.8
Novo IEE_{ref}	738.6	738.6	738.6	738.6	738.6
Novo IEE_{ref,S}	652.8	652.8	652.8	652.8	652.8
Novo IEE_{ref,T}	85.8	85.8	85.8	85.8	85.8
Novo R_{IEE}	0.54	0.48	0.31	0.54	0.24
Nova Classe Energética	B	A	A	B	A⁺

Custo de investimento estimado (€): 510 492;

Redução Anual da Fatura Energética (€/ano): 106 260;

Payback simples: 5 anos

4.5. Propostas de melhoria adicionais

Para além das melhorias já em equação, descritas na secção anterior, durante este trabalho foram identificadas algumas possibilidades adicionais, as quais se descrevem de seguida.

Pensou-se em implementar no *Outlet* energia eólica. O que impossibilita a sua instalação são maioritariamente três fatores, nomeadamente: 1) o centro estar na linha vermelha aérea por estar perto do aeroporto Sá Carneiro; 2) o investimento ser demasiado elevado e 3) a perturbação do ambiente da biodiversidade como, por exemplo, as espécies locais protegidas de morcegos. Com efeito, face à questão de estar na linha do aeroporto, não se pode instalar energia eólica com torres elevadas, ter-se-ia de recorrer a microturbinas, neste caso, geradores domésticos. Considerou-se, a título exemplificativo, os serviços administrativos do centro comercial que teriam de ter entre 100 a 120 geradores, tendo como base de cálculo a energia consumida. Devido ao constrangimento de só se poder instalar microgeradores (gama doméstica) o trabalho chave na mão custaria à volta de 480 000€, apenas para absorver os custos elétricos da instalação na área da administração. O *payback* simples rondaria os 25 a 30 anos, mesmo considerando baixos custos de manutenção corretiva e preventiva. Logo esta hipótese foi excluída.

Foi também considerada a hipótese da instalação de estores eletrónicos para proteção solar; todavia, a administração preferiu instalar películas solares.

Também foi proposto que o horário de funcionamento mudasse. Propôs-se que abrisse e fechasse uma hora mais cedo para aproveitamento da luz natural e diminuição do consumo de energia. Esta proposta não foi aceite devido aos contratos com os lojistas não permitirem a reformulação do horário de funcionamento.

Foi ainda proposto o reaproveitamento da água dos lavatórios para encher os depósitos de água das sanitas e dos urinóis, para além do reaproveitamento das águas pluviais. Também não pode ser concretizado, uma vez que, o edifício não está arquitetonicamente pensado para a sua implementação.

Por último, foi proposto fazer um estudo do impacto da produção de energia fotovoltaica na redução da aquisição de eletricidade à rede das lojas do edifício, já que numa primeira fase apenas tinha sido estimado o impacto na operação do edifício principal/ espaços comuns. Neste sentido, o objetivo foi verificar a percentagem de energia da rede que uma unidade de produção fotovoltaica de 962 módulos poderá substituir no consumo energético de 8 lojas semelhantes em consumos energéticos à loja *Ralph Lauren* que se encontra no centro comercial. Esta proposta foi aceite. De seguida, faz-se a caracterização técnica e económica.

4.5.1. Estudo do impacto da distribuição de energia fotovoltaica às lojas

Foram analisados os consumos de energia mensais da loja *Ralph Lauren* e multiplicados por oito vezes, para simular oito lojas com necessidades energéticas semelhantes, uma vez que, a *Ralph Lauren* tem um consumo de energia significativo, tem um registo do consumo de energia ao longo dos anos e também pela facilidade de receber a informação rapidamente.

Da mesma forma, foi analisada a produção fotovoltaica mensal de uma unidade de produção de energia fotovoltaica semelhante à que se encontra em execução para as zonas comuns do Edifício. Considerou-se uma depreciação de 0.55% por ano no rendimento dos painéis fotovoltaicos. As tarifas de energia para o ano típico (2022) foram retiradas das faturas da loja.

Estes valores encontram-se representados na tabela abaixo. Foi ainda considerado um aumento anual de tarifa de 3%.

Tabela 27- Termo de rede e custo de energia

Termo de rede		Custo de energia	
Ponta	Cheia	Ponta	Cheia
€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh
-0.01882	0.0047	0.13843	0.132991

Na figura abaixo estão resumidos os consumos energéticos mensais que foram tidos como base para este estudo, nomeadamente os correspondentes às 8 lojas antes da distribuição de energia fotovoltaica, e a produção mensal de energia fotovoltaica prevista.

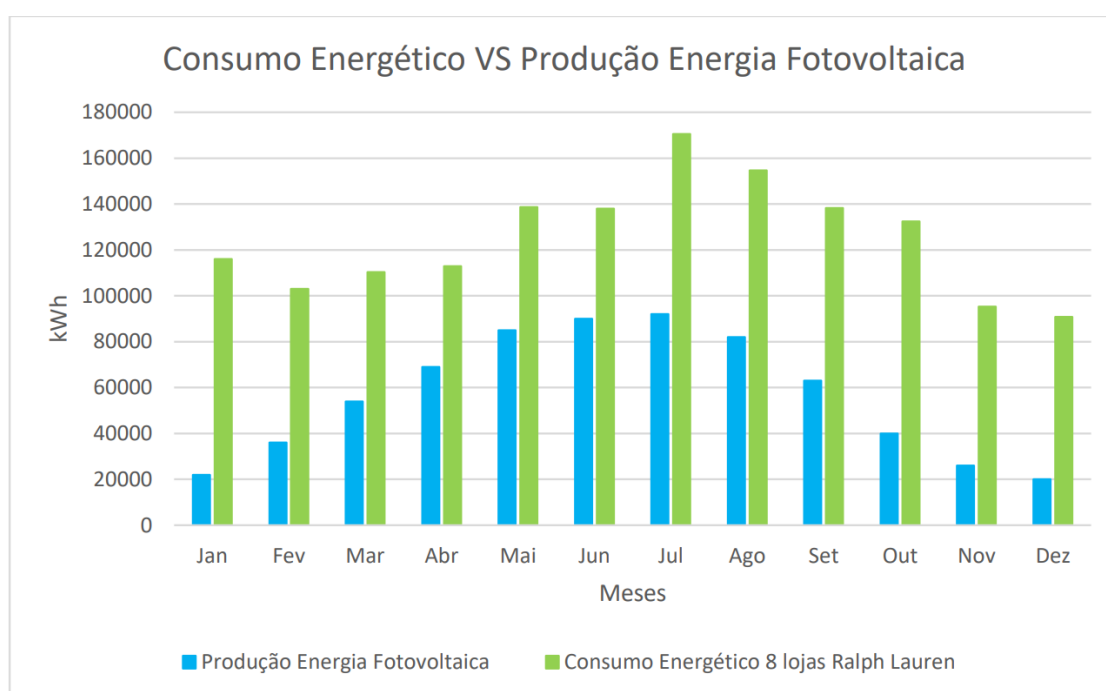


Figura 20- Consumo elétrico e produção mensal fotovoltaica prevista, para oito lojas equivalentes à Ralph Lauren

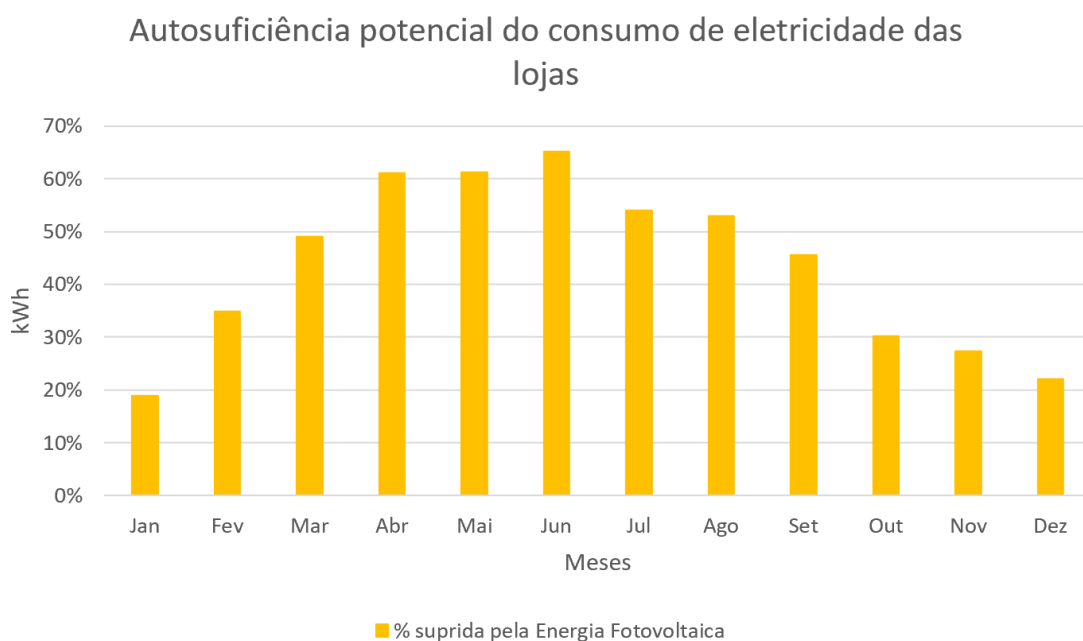


Figura 21- Autosuficiência potencial do consumo de eletricidade das lojas

A unidade de produção fotovoltaica terá uma potência instalada de 518.49 kW_p. O valor do investimento será de 400 300 € e inclui 962 módulos e 4 inversores.

A figura 22, mostra o custo de energia pré e pós projeto. Entende-se por “Custo de Energia pré Benefício”, o que se pagava antes da distribuição, por “Benefício Simples” o que se poupa após a distribuição e, por “Custo de Energia após Benefício” o que se paga após a distribuição.

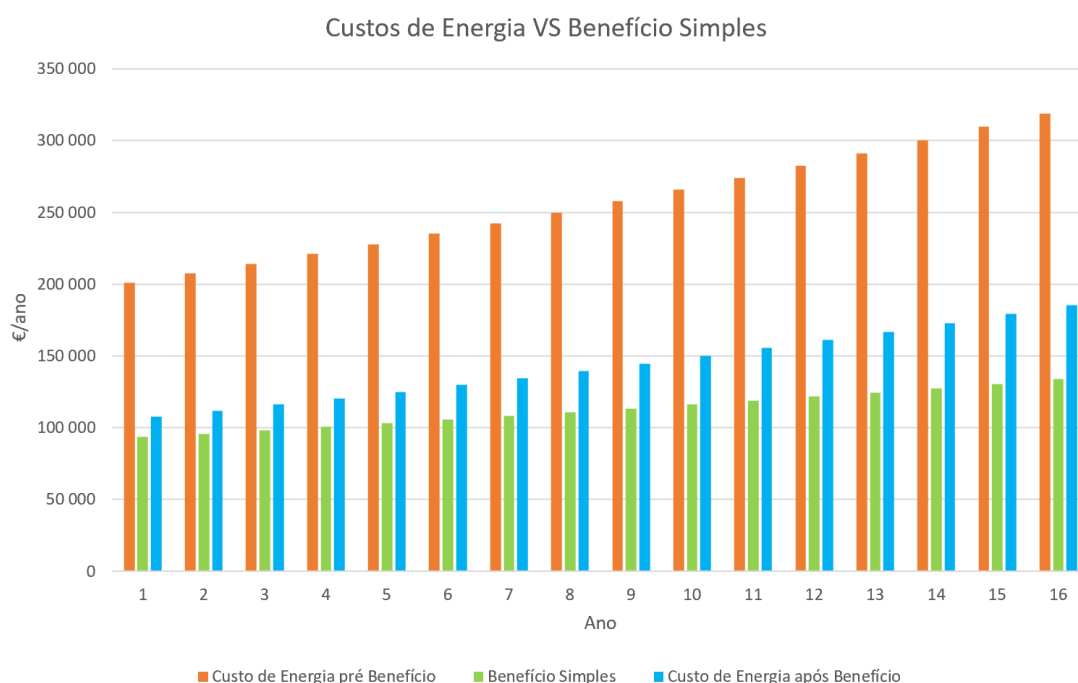


Figura 22- Impacto nos custos de energia e benefício simples

Tabela 28- Tabela resumo 1

Mês	Consumo*	Produção Solar	Custo Total do Consumo**	Diferencial	Benefício Simples
	kWh	kWh	€	kWh	€
Janeiro	116 070	22 000	15 860	22 000	3 029
Fevereiro	103 034	36 000	14 090	36 000	4 957
Março	110 312	54 000	14 987	54 000	7 435
Abril	115 574	69 000	15 296	69 000	9 501
Maio	138 676	85 000	18 336	85 000	11 704
Junho	138 032	90 000	18 237	90 000	12 392
Julho	170 578	92 000	22 580	92 000	12 668
Agosto	154706	82 000	20 477	82 000	11 291
Setembro	138 266	63 000	18 284	63 000	8 675
Outubro	132 370	40 000	17 535	40 000	5 508
Novembro	95 342	26 000	13 023	26 000	3 580
Dezembro	90 698	20 000	12 391	20 000	2 754
Total	1 503 658	679 000	201 095	679 000	93 492

* Consumo energético em horário de produção de energia solar

** Período Ponta e Cheio, Ciclo Horário Diário Verão e Inverno, Nível de Tensão BTE, ano 2022, IBERDROLA.

Tabela 29- Tabela resumo 2

Ano	Consumo*	Produção Solar	Custo Total Consumo**	Diferencial	Benefício Simples	Valor Atual Líquido
	kWh/ano	kWh/ano	€/ano	kWh/ano	€/ano	€/ano
Ano típico	1 503 658	679 000	201 095	679 000	93 492	-400 300
1	1 503 658	675 266	207 499	675 266	95 767	-306 808
2	1 503 658	671 531	214 084	671 531	98 095	-211 040
3	1 503 658	667 797	220 856	667 797	100 476	-112 946
4	1 503 658	664 062	227 821	664 062	102 911	-12 470
5	1 503 658	660 328	234 984	660 328	105 403	90 441
6	1 503 658	656 593	242 353	656 593	107 951	195 844
7	1 503 658	652 859	249 932	652 859	110 557	303 795
8	1 503 658	649 124	257 730	649 124	113 222	414 351
9	1 503 658	645 390	265 753	645 390	115 948	527 573
10	1 503 658	641 655	274 008	641 655	118 735	643 521
11	1 503 658	637 921	282 502	637 921	121 585	762 256
12	1 503 658	634 186	291 243	634 186	124 500	883 842
13	1 503 658	630 452	300 238	630 452	127 480	1 008 342
14	1 503 658	626 717	309 495	626 717	130 526	1 135 821
15	1 503 658	622 983	319 022	622 983	133 641	1 266 348
16	1 503 658	619 248	328 828	619 248	136 825	1 399 989
17	1 503 658	615 514	338 921	615 514	140 080	1 536 814
18	1 503 658	611 779	349 309	611 779	143 407	1 676 894
19	1 503 658	608 045	360 003	608 045	146 807	1 820 301
20	1 503 658	604 310	271 011	604 310	150 283	1 967 108
21	1 503 658	600 576	382 344	600 576	153 835	2 117 391
22	1 503 658	596 841	394 010	596 841	157 465	2 271 226
23	1 503 658	593 107	406 020	593 107	161 174	2 428 691
24	1 503 658	589 372	418 385	589 372	164 964	2 589 865
25	1 503 658	585 638	431 115	585 638	168 836	2 754 828

Observa-se que a unidade de produção fotovoltaica terá o seu melhor desempenho mensal no mês de Junho, no qual suprirá 65% do consumo energético mensal de 8 lojas semelhantes em consumos energéticos à loja *Ralph Lauren*.

Face ao acima exposto, considera-se que a unidade de produção de energia fotovoltaica equivalente à já em execução, suprirá o consumo energético anual de 8 lojas semelhantes em consumos energéticos à loja *Ralph Lauren* em 45%.

Com o investimento na unidade de produção de energia obtém-se um benefício simples anual de 93 492 € no ano típico. Mediante a análise efetuada verifica-se que o ponto inversor de investimento (“*payback* simples”) situa-se em 4.12 anos.

5. Conclusões

Esta dissertação de mestrado investigou e analisou a importância da eficiência energética no centro comercial Vila do Conde Porto Fashion Outlet, classificado com classe B segundo o SCE e com o nível *outstanding* da certificação BREEAM. O objetivo foi examinar as possibilidades de economia e sustentabilidade da energia em diferentes setores e encontrar estratégias eficazes para aumentar a eficiência energética.

Através de uma revisão bibliográfica e análise de dados, a tese destacou o efeito significativo que os parâmetros de eficiência energética podem apresentar na diminuição do consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa e na pegada ambiental.

Foi efetuada a caracterização dos procedimentos de manutenção, o que poderá facilitar a transição para a plataforma *Infraspeak*, atualmente em curso.

Foram avaliadas as seguintes medidas de melhoria, no que respeita ao desempenho energético-ambiental: colocação de películas solares, instalação de sistema de produção fotovoltaico, unidade para produção de águas quentes sanitária e o impacto da distribuição a partir de uma central nova, igual à que está a ser construída. Mostrou-se que a adoção do conjunto das medidas com um custo estimado de 510 492€, pode propiciar poupanças anuais de 106 260€, e melhoria da classe energética SCE do atual B para A⁺. Mesmo num edifício que já tem padrões de desempenho muito satisfatórios e emprega algumas estratégias avançadas, como é o caso, é possível fazer ainda melhor.

A tese enfatizou os benefícios económicos associados à eficiência energética, mostrando como ela pode levar à economia de custos, maior competitividade e maior segurança energética. Ao otimizar o uso de energia, pode-se não apenas reduzir as despesas operacionais, mas também criar um efeito positivo na economia, gerando oportunidades de trabalho e promovendo avanços tecnológicos.

A pesquisa também destacou a importância das estruturas políticas e regulatórias na condução de iniciativas de eficiência energética. O apoio governamental e os incentivos têm uma extrema relevância na promoção da eficiência energética e no incentivo à adoção generalizada de tecnologias e práticas eficientes.

Referências

- ADENE. “Certificado Energético do Vila do Conde Porto Fashion Outlet.” s.d.
- Andrade, Pedro Brogueira. “Eficiência Energética em Edifícios: Oportunidades e Desafios.” s.d.
- Base Governo*. s.d. https://www.base.gov.pt/Base4/media/enme0k4p/resolucao-do-conselho-de-ministros-n-13_2023.pdf (acedido em Maio de 2023).
- BCSD Portugal*. s.d. <https://ods.pt/> (acedido em Abril de 2023).
- BCSD Portugal internacional*. s.d. <https://ods.pt/ods/#internacional> (acedido em Março de 2023).
- Certificar é Valorizar*. s.d. <https://www.sce.pt/legislacao/> (acedido em Março de 2023).
- Comissão Europeia*. s.d. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0802&from=EN> (acedido em Junho de 2023).
- Conselho Europeu*. s.d. <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (acedido em Março de 2023).
- Contimetra*. s.d. <https://www.contimetra.com/PagSGTC/SGTC.aspx> (acedido em Março de 2023).
- DGEG*. s.d. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/destaques/balanco-energetico-nacional-2021/> (acedido em Março de 2023).
- Diretiva UE*. s.d. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN> (acedido em Junho de 2023).
- DQS*. s.d. <https://www.dqsglobal.com/pt-pt/learn/blog/sistema-de-gestao-de-energia-segundo-a-norma-iso-50001#Was-ist-ein-energiemanagementsystem-nach-iso-chapter02> (acedido em Março de 2023).
- DRE*. s.d. <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/138-i-2021-166296492> (acedido em Março de 2023).
- “DRE 101-D/2020.” s.d. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/101-d-2020-150570704> (acedido em Abril de 2023).
- ECO 360*. s.d. <https://24.sapo.pt/atualidade/artigos/eco360-a-estrategia-do-governo-para-que-a-funcao-publica-seja-mais-verde> (acedido em Abril de 2023).
- “Edifícios e Energia.” s.d. <https://edificioseenergia.pt/forum/a-procura-de-fontes-energeticas/> (acedido em Março de 2023).
- “EUR-Lex.” s.d. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32018L0844> (acedido em Março de 2023).
- European Commission*. s.d. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en (acedido em Março de 2023).

“Expresso.” s.d. <https://expresso.pt/sustentabilidade/ambiente/2023-02-09-Edificios-sao-responsaveis-por-40-das-emissoes-de-gases-com-efeito-de-estufa-eis-a-longa-pegada-de-um-imovel-ff9a3d8a> (acedido em Março de 2023).

GT3. “Relatório do perito.” 2022.

Guia de apoio à gestão eficiente de energia na administração pública. s.d.
<https://www.erse.pt/media/vdpdvtz/aream.pdf>.

“Guia SGE.” s.d. <http://sustentabilidade.aida.pt/wp-content/uploads/2015/06/GuiaSGE2.pdf>
(acedido em Março de 2023).

Honeywell. “Quartly Consumption Report.” 2022.

lea. s.d. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary>
(acedido em Março de 2023).

Infraspeak. s.d.
https://www.google.pt/search?sxsrf=APwXEddR2RcZz3drDM3RaiuOc5xZ4PFY1g:1687127988587&q=infraspeak&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwii4czD8c3_AhWJVKQEHSz3ADgQ0pQJegQICxAB&biw=1653&bih=833&dpr=2.25#imgsrc=qqAW3SgvpvUzpM
(acedido em Junho de 2023).

Infraspeak. s.d. <https://infraspeak.com/pt-pt> (acedido em Junho de 2023).

“Jornal Oficial da União Europeia.” s.d. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018IE4791&from=EN> (acedido em Março de 2023).

“Nações Unidas.” s.d. <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>
(acedido em Abril de 2023).

Parlamento europeu. s.d. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0321_PT.html (acedido em Maio de 2023).

“Parlamento Europeu.” s.d. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0068_PT.html (acedido em Março de 2023).

Portal da Eficiência Energética. s.d. <http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/conceitos.html> (acedido em Março de 2023).

VDI. s.d. <https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-4602-blatt-1-energy-management-fundamentals> (acedido em Abril de 2023).

Veolia. s.d. <https://www.linkedin.com/company/veolia-portugal/> (acedido em Março de 2023).