



David João Sousa Pinto

Licenciado em Ciências da Engenharia Mecânica

Avaliação da eficiência energética nos edifícios do setor público em Portugal

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Doutor João Joanaz de Melo, Professor Auxiliar, Universidade Nova de Lisboa

Coorientador: Prof. Doutor João Lopes de Carvalho, Professor Auxiliar, Universidade Nova de Lisboa

Presidente: Prof. Dr. José Fernando de Almeida Dias

Vogais: Prof. Dr. João Miguel Dias Joanaz de Melo

Arguente: Prof. Dr. Vasco Nunes da Ponte Moreira Rato

Mecanismos e incentivos para a reabilitação de edifícios públicos

Copyright © David João Sousa Pinto, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos,

Ao Gonçalo Pereira, colega de curso, pela amizade, apoio e auxílio fornecido durante todo o meu percurso académico.

Ao professor doutor João Joanaz de Melo e João Lopes de Carvalho pela disponibilidade em (co)orientar a presente dissertação e também pelo apoio fornecido durante a elaboração da mesma, tendo o seu contributo e conhecimento sido essenciais para os resultados aqui obtidos.

Ao professor doutor Nelson Martins, do Departamento de Matemática da FCT NOVA, por averiguar o rigor da metodologia utilizada e dos valores obtidos.

À ADENE pelos dados disponibilizados, essenciais para o desenvolvimento da presente dissertação.

Aos meus pais e irmã pelo apoio fornecido, estando presentes nos momentos mais difíceis, motivando-me a continuar o meu percurso.

Resumo

Os edifícios são hoje responsáveis pelo consumo de cerca de 30% da energia e 60% da eletricidade em Portugal. Estes factos, associados à urgência em reduzir as emissões de gases com efeito de estufa para atmosfera e de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, faz com que seja crucial encontrar soluções que melhorem a eficiência no uso da energia. Neste contexto, é relevante abordar o setor dos edifícios em Portugal, onde cerca 70% dos edifícios foram construídos sem seguir quaisquer regulamentos e existem mais alojamentos do que o número de famílias. Torna-se então relevante perceber como se poderá aumentar a eficiência energética no parque edificado existente.

A presente dissertação foca-se nos edifícios do setor público português, uma vez que, além dos trabalhos realizados terem apenas como foco o setor residencial e de serviços, o setor público é também responsável por 5% do consumo de eletricidade nacional.

Quantificou-se a área ocupada pelos edifícios públicos e o mercado associado à reabilitação dos mesmos. Para se identificar as deficiências no uso da energia existentes e as barreiras que dificultam a sua correção procedeu-se a um inquérito às instituições públicas.

Os resultados revelaram que 60% dos edifícios deveriam sofrer auditorias energéticas, 42% necessitam de intervenções nos vãos envidraçados, 31% nas paredes e 23% na cobertura. Como obstrução a estas intervenções, identificaram-se barreiras de quatro naturezas distintas, como por exemplo, falta de acesso a financiamento, falta de autoridade na tomada de decisão, períodos de retorno demasiado longos e desconhecimento das políticas e da legislação existente.

Esta informação deverá ser utilizada na formulação de programas de incentivo.

Palavras-chave: reabilitação de edifícios, eficiência energética

Abstract

In 2017, the buildings across Portugal are responsible for 30% of the energy and 60% of the electricity that is consumed. The urgency in decreasing the greenhouse gases and the fossil fuels dependency creates a new necessity to find new solutions to improve the energy use. Within this context, it's relevant to study the building sector in Portugal, where 70% were built without following any regulations and there are more dwellings than families. Overall, is pertinent to understand how the energy efficiency in this sector can be improved.

This work has as focus the Portuguese public buildings, since, previous researches only emphasis the residential and service sectors and the public sector represents a significant component of national electricity use (5%).

The area occupied by public buildings and the market associated with their retrofitting were quantified. Also, the current deficiencies in energy use and the existing barriers to their correction were identified.

According to the survey results, 60% of the buildings should undergo energy audits, 42% require interventions in the windows, 31% in the walls and 23% in the coverage. As barriers to these interventions four distinct natures were identified. Are example: lack of access to finance, lack of decision-making authority, long payback periods and lack of legislation knowledge.

All this information should be used to formulate incentive programs for energy efficiency.

Keywords: buildings retrofitting; energy efficiency

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos e âmbito	3
1.3. Organização.....	3
2. Revisão de literatura.....	5
2.1. Evolução histórica do uso de energia	5
2.1.1. No Mundo	5
2.1.2. Na Europa.....	7
2.1.3. Em Portugal.....	8
2.2. Uso eficiente de energia nos edifícios.....	10
2.2.1. Definições	10
2.2.2. Casos de estudo	11
2.2.3. Tipologia de medidas	17
2.2.4. Barreiras e limitações à eficiência energética.....	25
2.3. Políticas para a eficiência energética nos edifícios.....	28
2.3.1. Diretivas europeias	28
2.3.2. Regulamentação e certificação de edifícios em Portugal	29
2.3.3. Certificação de edifícios	30
2.3.4. Incentivos económicos	30
2.3.4. O caso particular do setor público.....	33
3. Metodologia.....	35
3.1. Abordagem geral.....	35
3.2. Organização do setor público português	36
3.3. Questionário	37
3.3.1. Âmbito	37
3.3.2. Determinação da amostra	38
3.3.3. Conteúdo do questionário.....	39

3.4.	Análise e discussão dos resultados.....	40
3.4.1.	Eficiência energética nos edifícios públicos (capítulo 4)	40
3.4.2.	Caso de estudo: FCT NOVA	42
3.4.3.	Discussão	42
4.	Eficiência energética nos edifícios	45
4.1.	Caracterização dos edifícios do setor público	45
4.2.	Características da amostra	47
4.3.	Resultados do questionário	49
4.3.1.	Caracterização das instituições	49
4.3.2.	Caracterização dos edifícios.....	56
4.3.3.	Correlações entre variáveis.....	71
4.4.	Indicadores para a reabilitação de edifícios.....	73
4.4.1.	<i>Xdeficiências</i> , relevância em efetuar auditorias energéticas	73
4.4.2.	Área por ocupante	79
4.5.	Potencial do mercado da reabilitação de edifícios	81
5.	Caso de estudo	87
5.1.	A instituição	87
5.2.	A energia na FCT NOVA	87
5.2.1.	Panorama geral.....	87
5.2.2.	Energia nos edifícios da FCT NOVA	89
5.2.3.	Medidas propostas e potenciais de poupança.....	97
5.2.4.	Barreiras identificadas	98
6.	Discussão dos resultados e soluções	101
6.1.	Grupos identificados	101
6.2.	Barreiras à eficiência energética	107
7.	Conclusão.....	115
7.1.	Síntese conclusiva	115
7.2.	Cumprimento dos objetivos.....	116
7.3.	Desenvolvimentos futuros	116
8.	Bibliografia.....	117
9.	Apêndices.....	127
	Apêndice I. Casos de estudo	128
	Apêndice II. Questionário “Reabilitação de edifícios públicos”	134
	Apêndice III. Instituições presentes na amostra	138
	A. Instituições sem edifícios (responderam por e-mail ou por telemóvel)	138
	B. Instituições que responderam ao questionário	138
	Apêndice IV. Email modelo	146
	E-mail n.º 1	146
	E-mail n.º 2.....	147
	E-mail n.º 3.....	148
	Apêndice V. Respostas à opção “Outro(a)”	149

Apêndice VI. Consumo de eletricidade dos edifícios da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa	151
Apêndice VII. Matriz residual da amostra por aplicação da análise de fatores	153
Apêndice VIII. Estimativa da área bruta da Universidade de Coimbra	154
Apêndice IX. Controlo do número de respostas (B1 a B4)	155
10. Anexos	157
I. Número de Certificados Emitidos	158
II. Conforto térmico nos edifícios da FCT NOVA	159

Lista de Figuras

Figura 2.1. Tipos de energia.....	5
Figura 2.2. Energia primária consumida mundialmente por fonte de energia, em 2014	6
Figura 2.3. Evolução do aumento populacional até 2100	7
Figura 2.4. Energia primária produzida por tipo de combustível, em 2014, na Europa.....	8
Figura 2.5. Importações líquidas por combustível consumido, em 2014, na Europa, (AEA, 2017).....	8
Figura 2.6. Consumo de energia primária por fonte de energia, em 2013, em Portugal.	9
Figura 2.7. Produção de energia em Portugal	9
Figura 2.8. Climas europeus.....	14
Figura 2.9. Zonas climáticas em Portugal.....	15
Figura 2.10. Consumo de energia média em edifícios escolares, em Luxemburgo.	16
Figura 2.11. Consumo de energia em edifícios escolares com diversos tipos de construção, em Luxemburgo	17
Figura 2.12. Aplicação de isolamento exterior nas paredes.	18
Figura 2.13. Tipos de aplicação da cobertura.....	19
Figura 2.14. Fenómenos de transmissão de calor numa janela com vidros duplos.	20
Figura 2.15. Razões porque não se usam os sistemas de climatização instalados.	22
Figura 2.16. Processos físicos de contaminação dos edifícios por bactérias.....	22
Figura 2.17. Interface do software de gestão de energia da empresa opower.....	25
Figura 3.1. Relação entre o número de observações de uma amostra e a dimensão da população . .	39
Figura 4.1. Consumo de eletricidade em Portugal, por setor de atividade, no ano de 2013	46
Figura 4.2. Responsável pela gestão da energia nos edifícios do setor público.....	50
Figura 4.3. Qualificações do responsável pela gestão da energia nos edifícios do setor público.....	51
Figura 4.4. Número de edifícios detidos pelas instituições do setor público.....	52
Figura 4.5. Comunicação para a eficiência energética nas instituições do setor público.	53
Figura 4.6. Barreiras à implementação de medidas de eficiência energética no setor público.	54
Figura 4.7. Mecanismos financeiros mais atrativos às instituições do setor público.	55
Figura 4.8. Conhecimento de apoios e incentivos para a eficiência energética pelas instituições do setor público.....	56

Figura 4.9. Número de edifícios do setor público português contabilizados e excluídos na amostra recolhida.	57
Figura 4.10. Número de edifícios do setor público português por classes de colaboradores.	58
Figura 4.11. Número de edifícios do setor público português por classes de utentes.	59
Figura 4.12. Número de edifícios do setor público português por classes de área.	60
Figura 4.13. Tipologia dos edifícios do setor público em Portugal.	61
Figura 4.14. Período de construção do parque edificado do setor público em Portugal.	62
Figura 4.15. Estado do processo de certificação energética dos edifícios do setor público em Portugal.	63
Figura 4.16. Auditorias energéticas nos edifícios do setor público em Portugal.	64
Figura 4.17. Deficiências térmicas nos edifícios em função do período de construção.	66
Figura 4.18. Equipamentos para climatização e AQS utilizados nos edifícios públicos.	67
Figura 4.19. Medidas implementadas nos edifícios em função no período de construção.	69
Figura 4.20. Temperatura regulada nos termóstatos dos sistemas de climatização nos edifícios do setor público em Portugal.	71
Figura 4.21. Número de utentes em função do número de colaboradores nas JF.	71
Figura 4.22. Área útil do edifício em função do número de colaboradores nas JF.	72
Figura 4.23. Extração do número de fatores a partir do Scree Plot fornecido pelo software SPSS. ...	75
Figura 5.1. Consumos mensais de eletricidade na FCT NOVA entre 2013 e 2016.	89
Figura 5.2. Termografia à envolvente do edifício I.	92
Figura 5.3. Deficiências identificadas no edifício I.	92
Figura 5.4. Deficiências identificadas no edifício II.	94
Figura 5.5: Deficiências identificadas no edifício Departamental.	96
Figura 10.1. Satisfação dos professores e dos alunos quanto ao conforto térmico das salas de aula da FCT NOVA.	159
Figura 10.2. Conforto térmico das salas de aula dos diversos edifícios da FCT NOVA.	159
Figura 10.3. Tabela da distribuição normal utilizada para o cálculo do intervalo de confiança.	160

Lista de Tabelas

Tabela 2.1. Exemplos de medidas de utilização racional de energia	10
Tabela 2.2. Medidas de eficiência energética implementadas.....	13
Tabela 2.3. Graus dias e potência solar em países europeus.....	15
Tabela 2.4. Equipamentos de ar condicionado para sistemas descentralizados.....	21
Tabela 2.5. Potenciais de poupança a nível de saúde associados a um sistema de climatização devidamente dimensionado.....	23
Tabela 2.6. Natureza das barreiras identificadas.	25
Tabela 2.7. Descrição dos documentos gerados a partir da transposição das Diretivas Europeias ...	29
Tabela 3.1 Síntese do trabalho realizado.	35
Tabela 3.2. Entidades constituintes do setor público português.....	36
Tabela 3.3. Variáveis identificadas no questionário.....	39
Tabela 3.4. Avaliação dos valores de KMO.....	41
Tabela 4.1. Número de edifícios construídos por época de construção	45
Tabela 4.2. Tipologia dos imóveis do Estado.....	46
Tabela 4.3. Imóveis por setor	47
Tabela 4.4. Certificados energéticos emitidos desde dezembro 2013.....	47
Tabela 4.5. Dados estatísticos do universo e da amostra recolhida.....	48
Tabela 4.6. Período de emissão dos certificados energéticos.....	63
Tabela 4.7. Obtenção das variáveis: deficiências detetadas (X_i), com $1 \leq i \leq 4$	65
Tabela 4.8. Obtenção das variáveis deficiências detetadas (Z_i), com $1 \leq i \leq 4$	68
Tabela 4.9. Correlações de Pearson entre as deficiências detetadas e as medidas implementadas nos edifícios com tipologia de escritórios, tribunais, ministérios e câmaras.	73
Tabela 4.10. Ensaios e validação dos requisitos necessários para se gerar um modelo explicativo da administração local.	74
Tabela 4.11. Fatores extraídos e a respetiva variância.	75
Tabela 4.12. Carga das variáveis nos diferentes fatores.....	76
Tabela 4.13. Qualidade e número de variáveis das classes nos 3 ensaios efetuados.	77
Tabela 4.14. Classificação das classes.....	78
Tabela 4.15. Área por ocupante dos edifícios da administração pública.....	80
Tabela 4.16. Número de edifícios do setor público e a respetiva área bruta por distrito, em Portugal, no ano de 2016.....	82
Tabela 4.17. Edifícios com necessidade de reparação em Portugal.....	82

Tabela 4.18. Número de edifícios com necessidades em efetuar auditorias energéticas, na classe 2 e na classe 3, e o valor monetário associado.	83
Tabela 4.19. Estimativa do número de edifícios do setor público com necessidades de intervenção em Portugal.	83
Tabela 4.20. Área de envolvente exterior (paredes) com necessidade de intervenção (classe 3).	84
Tabela 4.21. Estimativa da área de componentes a intervencionar nos edifícios do setor público em Portugal (classe 3).	84
Tabela 4.22. Comparação entre os coeficientes entre área de materiais necessários à reabilitação dos edifícios.	85
Tabela 4.23. Fórmulas tipo para a proporção de custos na reabilitação de edifícios (Adaptado de IMPIC, 2004).	85
Tabela 4.24. Potencial do mercado para reabilitações médias e profundas, de acordo com o tipo de intervenção.	86
Tabela 5.1. Evolução do consumo da eletricidade na FCT NOVA desde 2008.	88
Tabela 5.2. Tabela descritiva do edifício I.	91
Tabela 5.3. Variações no consumo de eletricidade no edifício I.	93
Tabela 5.4. Descrição do edifício II.	93
Tabela 5.5. Descrição do edifício Departamental.	95
Tabela 5.6. Variações no consumo de eletricidade no edifício Departamental.	96
Tabela 5.7. Medidas sugeridas para serem implementadas faculdade.	97
Tabela 5.8. Investimento necessário para a implementação de medidas na envolvente dos edifícios.	98
Tabela 5.9. Barreiras identificadas na faculdade.	98
Tabela 6.1. Características do Grupo A, partilhada pelas JF e pelas EBS.	102
Tabela 6.2. Características do Grupo B, partilhada pelas CM, pelo ESI e pelos Hospitais.	104
Tabela 6.3. Características de ocupação nos edifícios do ESI da e nos edifícios da FCT NOVA.	105
Tabela 6.4. Deficiências nos edifícios do ESI (amostra), construídos entre 1970 e 1990, e nos edifícios da FCT NOVA.	105
Tabela 9.1. Síntese das investigações realizadas pelos diversos autores.	128
Tabela 9.2. Número de edifícios contabilizados e não contabilizados da amostra, de acordo com o segmento do setor público.	155
Tabela 9.3. Número de edifícios por classe de colaboradores, de acordo com o segmento do setor público.	155
Tabela 9.4. Número de edifícios por classe de utentes, de acordo com o segm. do setor público.	155
Tabela 9.5. Número de edifícios por classe de área, de acordo com o segmento do setor público.	156
Tabela 10.1. Arquivos fornecidos pela ADENE.	158

Glossário

A3ES: Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior

ACP: Análise de componentes principais

ADENE: Agência Nacional de Energia

AEA: Agência Europeia de Ambiente

AECOPS: Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas

AGENEAL: Agência Municipal de Energia de Almada

AF: Análise de fatores

AIE: Agência Internacional de Energia

AQS: Aquecimento de águas sanitárias

AVAC: Sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado

CDD: Graus-dia de arrefecimento

CE.: Certificado energético

CFC: Clorofluorcarbonetos

DCR: Declaração de conformidade regular

DGEEC: Direção Geral de Estatística da Educação e Ciência

DGT: Direção Geral do Território

DGTF: Direção Geral do Tesouro e das Finanças

ECO.AP: Programa de eficiência energética na Administração Pública

EDP: Energias de Portugal

ESE: Empresas de serviços energéticos

FCT-NOVA: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

FEE: Fundo de Eficiência Energética

GE: Gestor de energia

HDD: Graus-dia de aquecimento

ISP: Imposto sobre produtos petrolíferos

ISV: Imposto sobre veículos

IUC: imposto único de circulação

KMO: Teste de Kayser-Meyer-Olkin

LEED: *Leadership in energy and environmental design*

NUTS: Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

NZEB: Edifícios com necessidades energéticas quase nulas

PCE: Pré certificado energético

PNAEE: Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PNAER: Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

PO: Programa Operacional

PO SEUR: Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

RCCTE: Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios

RECS: Regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços

REH: Regulamento dos edifícios de habitação

UE: União Europeia

URE: Utilização racional de energia

UTA: Unidade de tratamento de ar

UTAN: Unidade de tratamento de ar novo

SBS: Síndrome dos edifícios doentes

SCE: Sistema de certificação energética dos edifícios

SPSS: *Software Package for Social Sciences*

1. Introdução

1.1. Enquadramento

«Há demasiadas interrogações neste nosso mundo, diz-nos Woody Allen: de onde viemos? Para onde vamos? E o que é que vamos comer hoje à noite?»

A terceira questão é a mais importante para cerca de 2/3 do Mundo, mas não para aqueles que vivem nos países desenvolvidos, que desde a Revolução Industrial se «...deparam com o "Acumulai! Acumulai! (...) uma necessidade que faz do crescimento um "colete de forças", tomando como garantido os recursos materiais atualmente disponíveis (Latouche, 2011).

«De onde viemos?»

Perfazem cerca de 200 mil anos desde que o homo sapiens, espécie anatomicamente similar aos seres humanos modernos, surgiu no Planeta Terra. Durante grande parte deste tempo, as atividades por ele desenvolvidas pouco ou nenhum impacto tiveram na dinâmica dos ecossistemas, situação que se alterou significativamente no último século ao entrar-se numa nova época: a era antropocêntrica; caracterizada pelo impacto de fortes perturbações de origem humana nos sistemas terrestres (Santos, 2007).

Um dos acontecimentos que marcou esta transição foi a Revolução Industrial. Se por um ela trouxe consigo enormes benefícios à sociedade, desde o surgimento da máquina a vapor, que permitiu que se fizessem deslocações em intervalos de tempo menores, até ao acesso a inúmeros objetos, antes restritos apenas a alguns membros da sociedade, mas que com a passagem da manufatura à maquinofatura passaram a ser acessíveis a uma maior quantidade de pessoas. Por outro lado, foi também ela a responsável pelo surgimento de alguns dos problemas ambientais atuais, nomeadamente, a redução da espessura da camada de ozono e, mais recentemente, as alterações climáticas.

À medida que o conhecimento científico sobre as consequências das atividades humanas tem evoluído, também os objetivos e metas propostas têm-se alterado. Enquanto a *Declaração de Estocolmo* (ONU, 1972) alertava para a escassez dos recursos devido ao rápido crescimento populacional. Quinze anos depois, no relatório *O Nosso Futuro Comum* (ONU, 1987), de onde resultou o *relatório de Brundtland*, abordou-se o conceito de desenvolvimento sustentável, descrito como "o desenvolvimento que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de darem resposta às suas próprias necessidades". Em 1997, no *Protocolo de Quioto*, delineou-se o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito de

estufa em 5% em relação aos níveis de 1990. Mais recentemente, na *Conferência do Clima de Paris*, em 2015, visou-se chegar a um consenso universal em manter o aquecimento global abaixo dos 2°C.

O tema alterações climáticas expandiu-se para além da comunidade científica, alcançando o público, em 2004, com Al Gore, o ex-vice-presidente dos Estados Unidos da América, a surgir com o seu documentário *Uma verdade inconveniente* (2004). Apoiando-se em dados publicados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), ele alertava sobre as potenciais consequências do aumento dos gases de efeito de estufa na atmosfera. Seis anos mais tarde, em *A Nossa Escolha* (2009), ele afirma que ao considerar-se soluções alternativas e mais sustentáveis para a produção de energia, está-se não apenas a resolver uma crise ambiental, mas também uma crise económica e de segurança, sendo também possível encontrar soluções mais eficazes para problemas como a pobreza, a fome e a distribuição de recursos (Gore, 2009).

Apesar de haverem políticas de eficiência energética desde 1973, no âmbito da dissertação, destaca-se a Diretiva 2002/91/CE, publicada em 2002, que veio a obrigar os Estados Membros a adotarem um sistema de certificação energética.

Atualmente, o setor dos edifícios é responsável por cerca de 40% da energia primária consumida na Europa e cerca de 30% em Portugal. Não obstante, ao nível nacional, cerca de 70% do parque edificado foi construído antes de 1990, sem seguir quaisquer regulamentos ou requisitos mínimos de construção que procurassem minimizar o consumo de energia. Associado a isto, calculou-se que o rácio de alojamentos por família é de 1,44, o que, num cenário ideal revelaria que existem mais edifícios do que os que são realmente necessários.

Apesar de já haverem alguns estudos publicados por agências, como a ADENE, referentes à eficiência energética nos edifícios residenciais em Portugal, quando se abordam os edifícios do setor público pouca informação está disponível. De facto, só no final de 2012 acabou o primeiro recenseamento dos edifícios públicos, antes dessa data, pouco ou nenhum conhecimento existia sobre a quantidade de instalações públicas que existiam.

«*Para onde vamos?*»

Várias políticas e programas de ação têm sido definidas. Em Portugal, criou-se o Plano Nacional para a Eficiência Energética (PNAEE) e, no seu âmbito, o programa Eficiência Energética na Administração Pública (ECO.AP), que visa reduzir a fatura energética do setor público em 30% até 2020.

No entanto, além de se criar ações, torna-se também essencial perceber qual o âmbito destas e em que paradigma se inserem: «*Acumulai! Acumulai!*» ou outro paradigma alternativo? No âmbito do tema desta dissertação – eficiência energética em edifícios públicos - defende-se uma filosofia de decrescimento sustentável ao tornar-se os edifícios existentes mais eficientes, à semelhança de...

«*O caracol constrói a arquitetura delicada da sua casca acrescentando espiras cada vez maiores uma a seguir à outra, mas depois para bruscamente e dá início a enrolamentos que passam a ser decrescentes. É que uma única espira daria à casca uma dimensão 16 vezes maior. Em vez de contribuir para o bem-estar do animal, este passaria a ficar sobrecarregada.*»
(Latouche, 2011)

Durante uma simulação numérica de previsão climática, em 1963, Edward Lorenz confirmou que uma pequena alteração das condições iniciais de uma variável poderia resultar num cenário climático completamente diferente. A este acontecimento, ele veio mais tarde a denomi-

nar de “efeito borboleta”, uma metáfora para “de pequenas ações podem resultar enormes consequências” (Bradley, 2010). No fundo, não se trata apenas de reduzir o valor da fatura de energia, mas também de construir um futuro que promova a sustentabilidade e a igualdade na distribuição de recursos entre todos os seres humanos, evitando-se que existam pessoas, numa parte do planeta, a ser escravizadas em campos para a extração de minerais como o coltan, enquanto, na outra parte estas matam monstros imaginários na televisão (Leonard, 2010).

1.2. Objetivos e âmbito

O objetivo geral desta dissertação consiste em contribuir para melhorar a eficiência energética nos edifícios do setor público em Portugal.

São objetivos específicos:

- Caracterizar as condições dos edifícios do setor público em Portugal;
- Identificar as barreiras existentes na implementação de medidas de eficiência energética;
- Desenvolver indicadores que auxiliem no estabelecimento de prioridades de intervenção;
- Estudar, como caso de estudo, a instituição pública FCT NOVA, com foco nos edifícios I, II e Departamental, visando-se identificar as deficiências em energia e as barreiras existentes à sua resolução.
- Identificar soluções que permitam ultrapassar as barreiras identificadas;

No âmbito desta dissertação, como caso de estudo nacional, será abordado o setor da Administração Pública. Serão também incluídas algumas instituições do setor empresarial do Estado, nomeadamente, estabelecimentos de saúde e estabelecimentos de ensino. Como caso de estudo local, será abordada a instituição FCT NOVA, pretendendo-se obter dados e resultados de uma situação real.

1.3. Organização

A presente dissertação encontra-se organizado em sete capítulos principais, estruturados de acordo com a ordem e a lógica com que a investigação foi realizada.

O primeiro capítulo apresenta o enquadramento do tema e os objetivos que se pretendem alcançar com a dissertação.

O capítulo dois aborda conceitos, estudos anteriormente realizados e a legislação subjacente à temática eficiência energética em edifícios.

O capítulo três apresenta a metodologia utilizada no desenvolvimento do presente estudo, cujos resultados são apresentados nos capítulos seguintes.

Os três capítulos seguintes apresentam os resultados do trabalho.

O capítulo quatro caracteriza o setor dos edifícios e a amostra nacional recolhida, prosseguindo com a revelação dos resultados do questionário, aplicado ao setor público, e pela identificação de indicadores para a eficiência energética.

O capítulo cinco foca-se na FCT NOVA (Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa), onde se procura perceber a evolução dos consumos, as medidas que já

foram implementadas, as barreiras à eficiência energética que existem e que soluções podem ajudar a solucioná-las.

O capítulo seis prossegue com a discussão dos resultados dos capítulos anteriores. Neste capítulo são identificadas as barreiras à eficiência energética e propostas soluções para a sua resolução.

No capítulo sete são apresentadas as principais conclusões do estudo, nomeadamente, qual é o mercado associado à reabilitação dos edifícios públicos, que barreiras existem à eficiência energética, que ações podem ser tomadas para as resolver, terminando com recomendações e sugestões para pesquisas futuras nesta temática.

2.Revisão de literatura

2.1. Evolução histórica do uso de energia

2.1.1. No Mundo

A Agência Internacional de Energia (AIE) define combustíveis como qualquer substância que, ao sofrer combustão, pode gerar calor ou potência. Assim, para comparar quantidades de combustíveis e a eficiência destes, é necessário recorrer ao termo energia, que pode ser apresentado de maneiras distintas, dependendo do que está a ser comparado (IEA, 2004).

O modo como a energia se manifesta está dependente das transformações que ocorrerem, razão pelo qual se pode classificar esta como primária ou secundária. Entende-se que, enquanto a primeira, a energia primária, consiste na energia proveniente de fontes renováveis ou que não foi transformada ou convertida, a energia secundária, por sua vez, consiste na energia que foi sujeita a transformações, como é o caso da eletricidade ou dos derivados de petróleo (Figura 2.1).

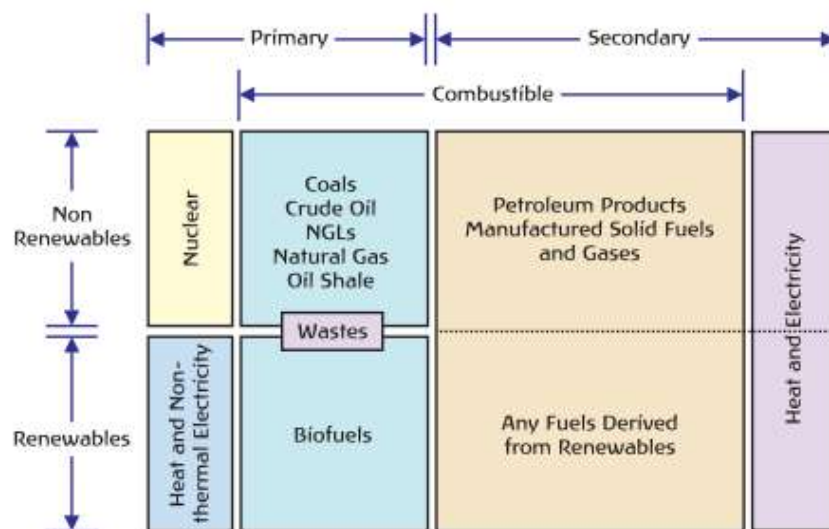


Figura 2.1. Tipos de energia (IEA, 2004).

Dito isto e, apesar de já se terem passado 19 anos desde o *Protocolo de Quioto*, onde se definiu a meta de reduzir os níveis de emissões de gases com efeito de estufa em 5% face aos níveis de 1990, os combustíveis fósseis (carvão, gás natural e petróleo) são ainda hoje responsáveis por cerca de 80% da energia primária consumida no Mundo (Figura 2.2).

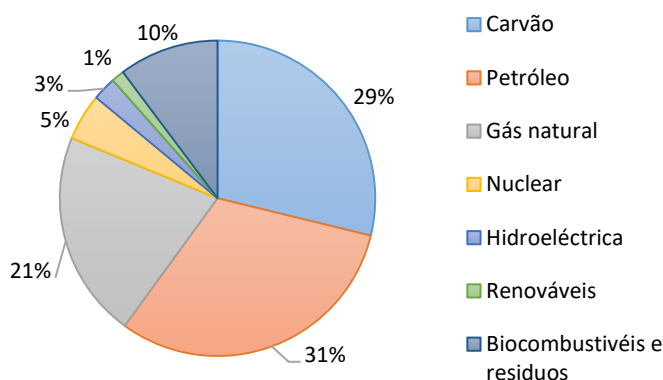


Figura 2.2. Energia primária consumida mundialmente por fonte de energia, em 2014 (Adaptado de IEA, 2016).

Enquanto a substituição do combustível das centrais termoelétricas, de carvão para gás natural (DDPP, 2015) e a instalação de mais sistemas de energias renováveis permitem a descentralização de setores, tais como o habitacional; o setor dos transportes é ainda fortemente dependente dos combustíveis fósseis. Já surgiram várias alternativas tecnológicas, tais como veículos elétricos e a bicombustíveis, no entanto, estas encontram-se ainda em fase de desenvolvimento.

Interessa mencionar que os combustíveis fósseis são recursos não renováveis, quer isto dizer que, a sua taxa de consumo é superior à sua taxa de reposição pela Natureza. Assim sendo, a exploração intensiva destes levará ao seu esgotamento (AGENEAL, 2016). De facto, em 1956, o geologista americano, M. K. Hubbert, previu que as taxas de exploração e de consumo de petróleo, resultantes numa curva do tipo de gaussiana, entrariam em declínio após se atingir o pico da curva (OILPRICE, 2011). Apesar das previsões realizadas possuírem algum grau de incerteza associado, devido (i) à descoberta de novos poços; (ii) ao desenvolvimento de novas tecnologias de extração, ou; (iii) à melhoria da eficiência energética dos sistemas que consomem petróleo ou derivados deste; estas apontaram o ano de 2000 como aquele em que o pico de produção mundial seria atingido.

Face a estes factos, acabou-se de se mostrar que existe a necessidade de reduzir a dependência da sociedade dos combustíveis fósseis; podendo tal ser realizado através da produção de energia a partir de fontes renováveis e através da melhoria da eficiência energética nos diversos setores. É de mencionar, no entanto, que apesar dos esforços realizados até à data, a melhoria das condições de vida e a extensão das atividades humanas associadas a um rápido aumento populacional têm dificultado esta tarefa (Najib et al. 2015; Allouhi et al. 2015).

Observa-se que a taxa de natalidade se mantém constante na Europa, na Oceânia e na América do Norte; por outro lado, nos continentes com economias emergentes, com a energia a provir principalmente da queima de combustíveis fósseis, tais como a África e a China, a sua taxa populacional continua a aumentar drasticamente (Figura 2.3). Paralelamente a estes dados,

apenas entre 2005 e 2011 o consumo médio de energia aumentou cerca de 3,15%; fatos que levam a que, tal como a Agência Internacional de Energia (IEA) previu, o consumo de energia em 2030 irá ser 40% superior àquele que foi consumido no ano 2007, contribuindo para o aumento de concentração de dióxido de carbono na atmosfera (Najib et al. 2015; Allouhi et al. 2015).

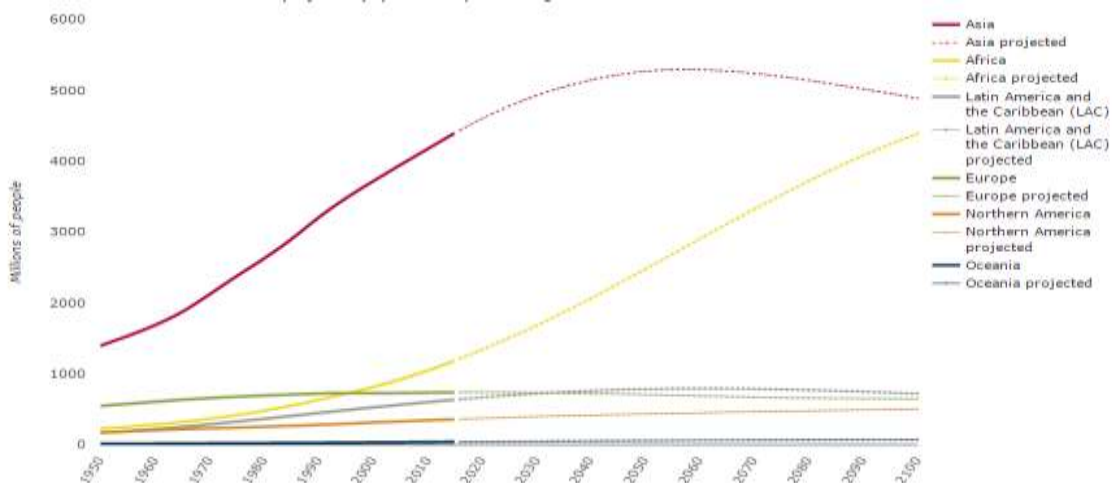


Figura 2.3. Evolução do aumento populacional até 2100 (Department of Economic and Social Affairs, 2015).

2.1.2. Na Europa

Na Europa, os combustíveis fósseis representam cerca de 52% da energia primária total produzida. Comparativamente à situação anterior, o cenário energético europeu destaca-se pelo facto de 30% da energia primária produzida ser de origem nuclear e 25,4% ter origem renovável (inclui hidroelétrica e biocombustíveis e resíduos) (Figura 2.4). Ainda assim, existe uma enorme dependência externa de outros países, em cerca de 53% (valor que se manteve constante entre os anos 2005 e 2014) (Eurostat, 2017; AEA, 2017a).

Em 2014, as importações líquidas de petróleo representaram 87,4% do total consumido pelos Estados Membros; este era importado sob a forma de crude e posteriormente refinado, já em espaço Europeu. Apesar de a situação para o gás natural e para o carvão ser mais favorável ao decréscimo da dependência externa, ainda assim, a importação líquida destes representou, respetivamente, 67,4% e 44,6% do total consumido (Figura 2.5, AEA, 2017a).

Embora não seja considerado um combustível fóssil, mais de 97% do urânio, utilizado como combustível na energia nuclear, é importado de países externos à Europa, sendo exemplo o Cazaquistão (27%), a Rússia (18%) e a Nigéria (15%).

Apesar da forte dependência externa da Europa em energia é relevante perceber como a introdução de novas variáveis no sistema têm vindo a diminuí-la. Desde 2005, o petróleo consumido pelos 28 Estados Membros diminuiu cerca de 19% (2,3% por ano). O que é explicado com: (i) a introdução de biocombustíveis no sector dos transportes; (ii) o aumento dos preços dos derivados de petróleo, (iii) a melhoria da eficiência dos veículos; e também, (iv) a introdução de taxas regulatórias de emissões de dióxido de carbono no setor dos transportes (AEA, 2017b).

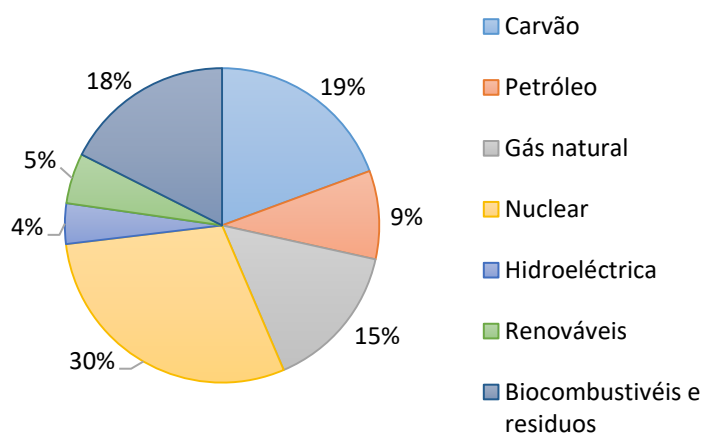


Figura 2.4. Energia primária produzida por tipo de combustível, em 2014, na Europa (Adaptado de Eurostat, 2017)

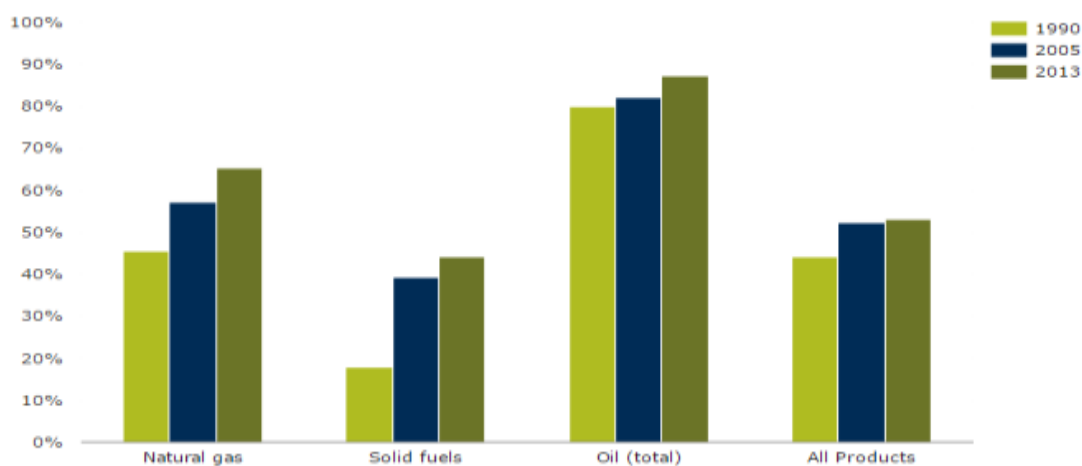


Figura 2.5. Importações líquidas por combustível consumido, em 2014, na Europa, (AEA, 2017).

Tal como o petróleo, também o gás natural sofreu um declínio no seu consumo, justificado pela instalação de diversos sistemas de energia renovável nos 28 Estados Membros da EU (União Europeia). Alteração que fez com que as centrais termoelétricas cujo combustível era o gás natural, passassem a funcionar apenas nas horas em que o consumo de eletricidade era mais elevado, de modo a cobrir os picos de procura de energia.

2.1.3. Em Portugal

Em 2013, os combustíveis fósseis representavam grande fração da energia primária consumida, em cerca de 74%, com o petróleo a liderar, seguido do gás natural e do carvão com 44%, 18% e 12%, respetivamente (Figura 2.6). A energia restante fora produzida com recurso às energias renováveis que representaram 24% da energia primária total consumida.

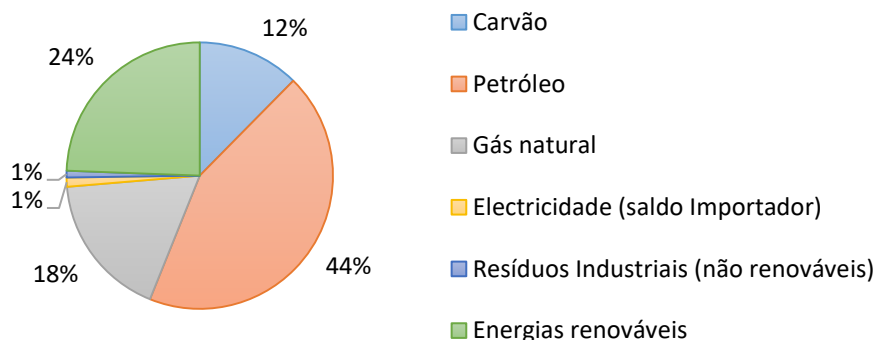


Figura 2.6. Consumo de energia primária por fonte de energia, em 2013, em Portugal (Adaptado de DGEG, 2017).

Face a estes factos, é importante mencionar que Portugal não possui reservas de combustíveis fósseis comercialmente viáveis, quer isto dizer que, 74% da energia primária consumida é importada, relevando uma forte dependência externa. Da energia produzida (24%), esta provém da biomassa e resíduos, da hidroelétrica e, desde 2003, tem-se vindo a notar um aumento na produção de energia com recurso à energia eólica, à energia solar e à energia geotérmica (Figura 2.7).

Atualmente, 48% da energia elétrica produzida provém de fontes renováveis, podendo este valor variar de ano para ano, dependendo da taxa de precipitação anual, que afeta a produção de energia hidroelétrica. No entanto, é de mencionar que os *drivers* para o aumento da produção de energia nacional têm sido a energia eólica e a solar que, de 2004 para 2014, aumentaram em cerca de 44%.

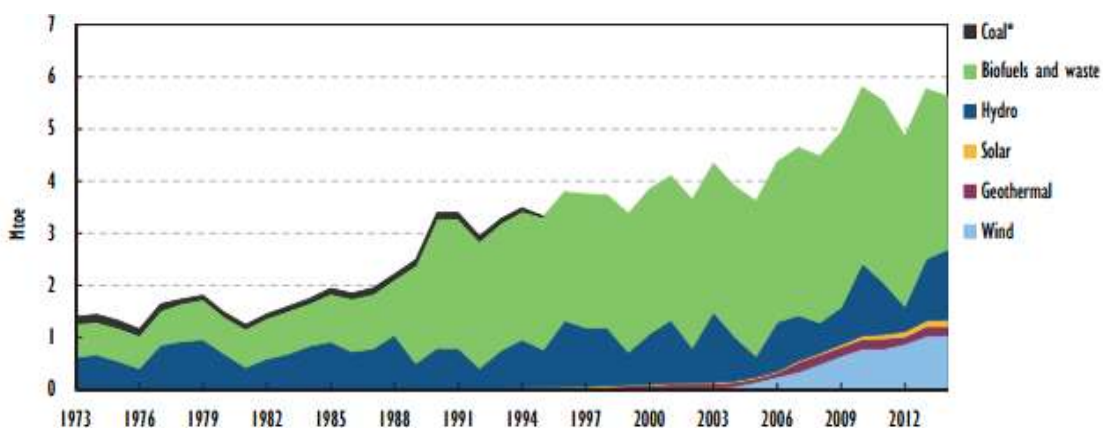


Figura 2.7. Produção de energia em Portugal (IEA, 2016).

2.2. Uso eficiente de energia nos edifícios

2.2.1. Definições

A associação de todos os fatores mencionados: um parque edificado antigo e a existência de edifícios com necessidades de reparação torna a seguinte questão relevante: como se pode proceder para diminuir o consumo de energia nestes edifícios? Neste âmbito, é relevante abordar os conceitos de eficiência energética e de utilização racional de energia (URE).

Diferentes fontes referem a eficiência energética como “(...) a otimização que realizamos no consumo de energia.”. Por outras palavras, trata-se de alcançar, sem diminuir o conforto, um menor consumo de energia. Tal pode ser realizado de duas formas distintas, no decorrer dos processos de transformação de energia e no modo como esta é posteriormente utilizada (ADENE, 2017; PEE, 2010).

Enquanto os processos de transformação estão relacionados com as propriedades físicas dos sistemas, que os torna mais ou menos eficientes, a utilização da energia está relacionada com o consumidor e os comportamentos que esta adota. Assim, entende-se por utilização racional de energia “(...) a adoção de medidas que permitem uma melhor utilização de energia, tanto no setor doméstico, como nos setores de serviços e indústria” (PEE, 2010).

A URE tem como objetivos: (i) incentivar e consciencializar para o uso racional de energia; (ii) reduzir a intensidade energética sem reduzir os níveis de conforto; (iii) diminuir a fatura energética; (iv) promover a produção nacional de energia, proveniente de fontes renováveis e; (v) minimizar os impactos ambientais (Oeiras, 2007);

No âmbito destes objetivos, podem-se identificar medidas em diferentes domínios: eletrodomésticos, iluminação, climatização, consumo de água, mobilidade, resíduos e escolha do tarifário, podendo-se encontrar alguns exemplos abaixo na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Exemplos de medidas de utilização racional de energia (Adaptado de Oeiras, 2007).

Medidas de utilização racional de energia
<ul style="list-style-type: none">• Adquirir equipamentos de acordo com o seu nível de eficiência;• Tentar utilizar os eletrodomésticos nas horas de vazio do tarifário;• Ter em atenção se os equipamentos de frio estão bem vedados, com o intervalo de temperaturas aconselhado, devendo-se evitar abrir estes muitas vezes;• Utilizar máquina de lavar a roupa e loiça na capacidade máxima de armazenamento;• Não deixar os equipamentos eletrónicos em standby;• Desligar os aparelhos eletrónicos sempre que não estiverem a ser utilizados;• Preferir os duchas aos banhos de imersão;• Maximizar o uso de iluminação natural;

Apesar da implementação deste tipo de medidas poderem ser responsável por reduções significativas no consumo de energia, estas podem, no entanto, não ser suficientes para melhorar o desempenho energético dos edifícios, uma vez que este está fortemente relacionado com outros aspetos, onde são exemplo, as características construtivas, a orientação do edifício e o clima em que esse insere. Deste modo, torna-se necessário estudar outros edifícios e que medidas foram implementadas para melhorar o seu desempenho energético.

2.2.2. Casos de estudo

Âmbito

Com o objetivo de identificar as medidas que mais vezes são implementadas, os potenciais de poupança e o tempo de retorno que lhes é associado foram revistos estudos desenvolvidos por outros autores. Esta pesquisa englobou edifícios com tipologia de ensino e edifícios cujo fim se destinava à prestação de serviços ao público, o que incluiu edifícios com tipologia de escritório, tribunais, ministérios e câmaras, habitacionais parcialmente ocupados e estabelecimentos de saúde.

Durante a análise, averiguou-se que dificilmente o conjunto de medidas aplicadas a um edifício vai produzir os mesmos efeitos, em termos de potenciais de poupança e períodos de retorno, num segundo edifício. Quer isto dizer que, cada edifício deve ser tratado como um caso individual. Ainda assim, é relevante estudar outros casos de estudo, pois eles introduzem um conjunto de situações que podem acontecer em qualquer edifício. São exemplos:

- Discrepâncias entre o consumo de energia simulado e o consumo real, com uma diferença que pode alcançar os 60%. Como causa provável tem-se a não consideração das atividades realizadas e da taxa de ocupação do edifício escolar alvo (Brás, et al., 2015).
- Nos espaços escolares grande parte da energia é consumida pelos equipamentos de climatização, podendo atingir cerca de 80% do valor total de energia consumida (Brás et al., 2015; Desideri et al., 2002).
- Apenas a substituição de caldeiras com mais de 10 a 15 anos por outras mais eficientes pode diminuir 15% do consumo de energia (O & Sarto, 2014; Rospi et al., 2015).
- Análises a diferentes edifícios com tipologia de escritório revelam que não existe uma correlação direta entre o clima e o tipo de medidas implementadas (Santiago et al., 2016).
- Os potenciais de poupança associados a cada medida implementada não são cumulativos, muitas das vezes a soma das partes é superior ao total, pelo que se deve procurar identificar as combinações que resultem num efeito sinérgico (Chidiac et al., 2011).
- Intervenções que não exigiram interferências na envolvente dos edifícios (opaca e envidraçada) ou no sistema de climatização, ainda assim podem conduzir a potenciais de poupança de 16% (Universidade na Coreia do Sul). No caso português, resultaram na melhoria de um edifício histórico da classe C para B (Hee & Ku, 2014; Nunes et al, 2013).
- É apontado que a reabilitação da envolvente e dos sistemas de climatização poderá conduzir a potenciais de poupança até 60% (Fiaschi et al, 2012; Ma et al, 2012; Chow et al, 2013; Reiss, 2014; Cruz et al, 2016).
- Ao nível da envolvente opaca exterior, intervenções em que se adicione uma maior espessura de material isolante geram potenciais de poupança mais elevados (Baran et al., 2016). Deve-se ter como foco: (i) reduzir a transmissão de calor entre o meio exterior e o meio interior; (ii) reduzir as infiltrações e as perdas por ventilação; (iii) aumentar ou reduzir os ganhos solares (Campus, 2014). Neste último caso, tal poderá

passar por aumentar a área de envidraçados, de acordo com a orientação do edifício (Duran et al., 2015);

- Intervenções em edifícios históricos poderão estar limitadas, uma vez que exigem preservação dos elementos arquitetónicos, pelo que não é possível aplicar medidas que impliquem alterações nas fachadas ou nos envidraçados (Semprini et al., 2016). É também possível que o objetivo da reabilitação seja transformar a tipologia do edifício (Zhou et al., 2016);
- De modo a assegurar as condições de conforto e de qualidade do ar nos edifícios, um estudo anterior mostra que o período de retorno simples da reabilitação de um hospital pode variar entre 16 e 22 anos, com reduções no consumo de energia primária anual entre 16% e 50%, dependendo do tipo de sistema de climatização instalado (Ascione et al., 2013).
- Pelo facto de os sistemas de climatização serem responsáveis por grande parte da energia consumida nos estabelecimentos de saúde, caso existam bastantes limitações financeiras, a instalação de válvulas termostáticas (em todos os dispositivos de climatização) e a instalação de válvulas de 3 vias (para controlar a temperatura da água em função da temperatura exterior) poderão ser duas das medidas com maior impacto nos potenciais de poupança e com menores períodos de retorno (Buonomano et al., 2014).

Ao nível das medidas implementadas, é possível distinguir três cenários distintos (Aste, et al., 2016; O & Sarto, 2014):

- (i) Mínimo investimento possível: inclui manutenção nos sistemas de climatização, substituição das caldeiras; dos equipamentos eletrónicos e das lâmpadas por outras mais eficientes;
- (ii) Melhoria da eficiência energética para cumprir a regulamentação em vigor: inclui melhoria no isolamento das paredes, no isolamento da cobertura e substituição dos vãos envidraçados, além de todas as medidas do cenário anterior.
- (iii) Melhoria da eficiência energética (otimização): à semelhança do caso anterior, inclui a reabilitação do edifício, procurando-se atingir as condições dos edifícios NZEB ou das casas passivas.

A análise realizada revelou que é possível atingir potenciais de poupança que rondam os 80% (Aste, et al., 2016); com reduções no consumo de eletricidade que podem atingir os 90% (Ardente et al., 2011) e reduções na energia térmica para aquecimento e arrefecimento que rondam os 50% (Baker, 2009). Estes valores variam de caso para caso e estão fortemente relacionados com as medidas que foram implementadas e as condições e características dos edifícios.

Quando se aborda o tema eficiência energética em edifícios, grande parte das medidas propostas ou implementadas focam-se na envolvente exterior, nomeadamente, nos vãos envidraçados, com impactos diretos nos ganhos ou perdas solares; nos sistemas de climatização, nomeadamente, na sua manutenção ou substituição por mais eficientes. Por outro lado, apesar

de não ser tão frequente, identificam-se medidas e soluções passivas, tais como a instalação de sistemas de sombreamento e de sistemas de arrefecimento passivo (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Medidas de eficiência energética implementadas.

Tipologia de medidas			Subst. sist. climatização	Válvulas termostáticas	Manutenção eq. climatização	Subst. dos vãos envidraçados	Isolamento das paredes	Isolamento do pavimento	Isolamento da cobertura	Técnicas contr. passivas	Sistemas de gestão energia	P. coletores ou fotovoltaicos	Substituição da iluminação
Autor	Edifícios ¹	País ²											
Brás et al., 2015	En.	PT	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
Aste et al., 2016	En; AE	IT	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-
Desideri et al., 2002	En.	IT	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-
Hee & Ku, 2014	En.	KS	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X
Fiaschi et al., 2012	En.	IT	-	-	X	X	X	X	X	-	-	X	-
Ma et al., 2012	En; AE; H;	AUS;CA	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-
Baker, 2009	En; AE;	FR; GR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
O & Sarto, 2014	En.	IT	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Rospi et al., 2015	En.	IT	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
Baran et al., 2016	En.	RO	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
Chidiac et al., 2011	AE	CA	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X
Nunes et al., 2013	AE	PT	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X
Campus, 2014	AE	TR	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
Chow et al., 2013	AE	CH	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
Cruz et al., 2016	AE	US	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	X
Santiago et al., 2016	AE	US	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	X
Chidiac et al., 2011b	AE	CA	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X
Duran et al., 2015	AE	UK	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X
Zhou et al., 2016	AE	CH	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
Ardente et al., 2011	AE	EU	X	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X
Semprini et al., 2016	En	IT	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Santoli et al., 2014	En	IT	X	X	-	X	X	-	X	-	-	-	-
Reiss, 2014	En	DE	X	-	-	X	X	-	-	X	-	X	-
Gaglia et al., 2007	En; AE; H;	GR	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X
Buonomano et al., 2014	H	IT	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-
Ascione et al, 2013	H	IT	X	-	-	X	X	-	X	X	-	-	-

¹ Tipologia de edifícios: En: Ensino; AE: Administrativos e escritórios; H: Estabelecimentos de saúde;
² Países: AUS: Austrália; CA: Canadá; CH: China; DE: Alemanha; EU: Europa (vários países); FR: França; GR: Grécia; IT: Itália; KS: Coreia do Sul; PT: Portugal; RO: Roménia; TR: Turquia; UK: Reino Unido; US: Estados Unidos;

Todas estas medidas foram aplicadas e simuladas em edifícios em localizações distintas, pelo que se torna essencial esclarecer o peso que o clima e o rácio $\frac{A}{V}$ pode ter nas simulações efetuadas.

Clima

Apenas na Europa é possível identificar oito climas distintos: ártico, boreal, atlântico, alpes, mediterrâneo, continental, anatoliano e estepes, sendo possível observar que, Portugal, é abrangido, quer pelo clima Atlântico, quer pelo clima Mediterrâneo (Figura 2.8). Uma análise mais aprofundada permite distinguir, ao nível Nacional, nove microclimas (Figura 2.9).

A carga térmica dos edifícios é influenciada pelo clima, as propriedades das soluções construtivas e ainda pela temperatura que se quer assegurar no interior dos edifícios. No que diz respeito ao clima, são frequentemente utilizados dois indicadores. Eles são: graus-dia de aquecimento (HDD) e graus-dia de arrefecimento (CDD).

Recorrendo a estes indicadores, Moreci et al. (2016) menciona que, no que diz respeito ao consumo de eletricidade pelos eletrodomésticos e outros dispositivos eletrónicos que não sirvam para climatização, não são verificadas diferenças significativas nos consumos de energia entre os vários países europeus, uma vez que a potência associada a estes mantém-se independentemente da localização geográfica. Os aparelhos de ar condicionado, ventilação e de refrigeração, por outro lado, revelam que as diferenças nos consumos poderão ter uma relação com os CDD (Moreci et al., 2016).

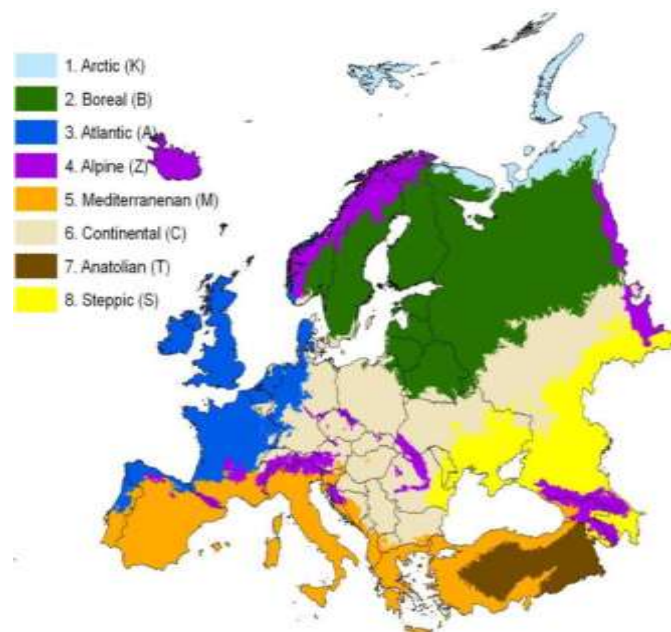


Figura 2.8. Climas europeus (Moreci et al., 2016).

De se notar que Portugal é dos países com a potência solar mais elevada, característica fortemente valorizada no mercado da energia solar (Tabela 2.3). Quanto às outras duas características, nomeadamente, os HDD, estes podem variar bastante, atingindo valores superiores a 2 mil em algumas regiões do país (Alto Trás os Montes).

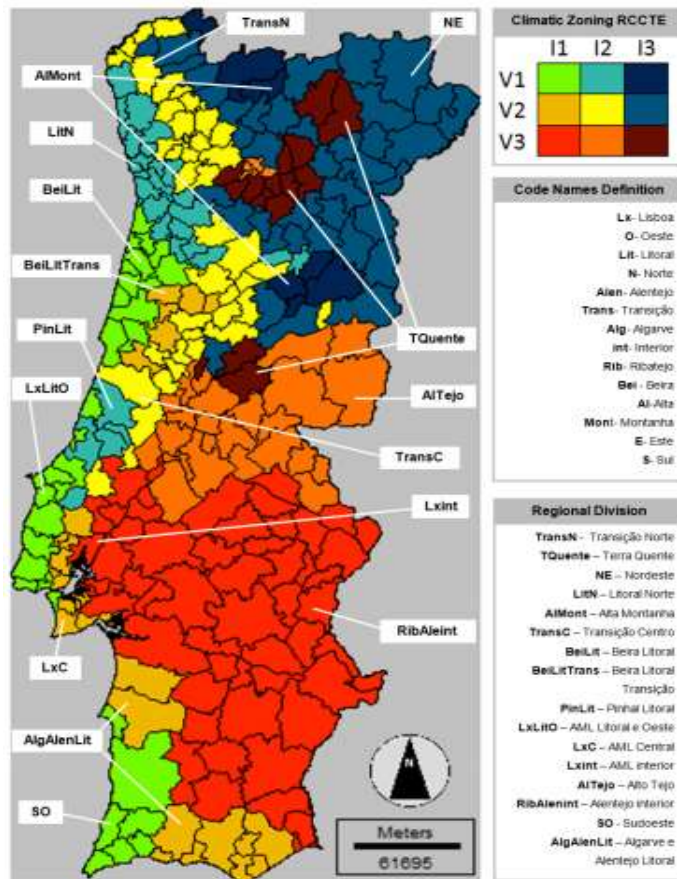


Figura 2.9. Zonas climáticas em Portugal (Lopes & Melo, 2011).

Tabela 2.3. Graus dias e potência solar em países europeus (Adaptado de Moreci et al., 2016).

País	HDD	CDD	kW/(m ² .ano)
Finlândia	5 078	27	869
Suécia	4 735	33	876
Dinamarca	3 482	32	976
Alemanha	3 095	91	1 000
Reino Unido	2 669	42	949
Bélgica	2 619	110	923
França	2 265	202	1 278
Itália	1 442	561	1 424
Espanha	1 161	748	1 588
Grécia	1 155	958	1 460
Portugal	886	325	1 570

Influência da arquitetura dos edifícios com tipologia de ensino no consumo de energia

O setor de ensino encontra-se dividido por ciclos de ensino e por áreas de estudo. Neste âmbito, Thewes et al. (2014) analisou o consumo da energia de 52 escolas em Luxemburgo, as quais eram agrupadas, de acordo com o ciclo de ensino, em escolas pré-primárias, escolas primárias, escolas secundárias e ginásios (Figura 2.10). Além desta divisão, ele efetuou uma segunda análise que considerava não o ciclo de ensino, mas sim os requisitos de construção dos diferentes edifícios, se seguiam os valores de referência de construção dos edifícios passivos, dos edifícios NZEB ou os valores da regulamentação em vigor (Figura 2.10).

Apesar de se partir da hipótese que o consumo médio de energia era influenciado pelo quociente da área útil sobre o volume (A/V), a primeira análise mostrou que não existe uma correlação direta entre a área dos edifícios escolares e as suas necessidades energéticas. Quer as escolas pré-primárias e primárias com uma área útil inferior a $10 \times 10^3 \text{ m}^2$, quer as escolas secundárias com uma área útil superior a $10 \times 10^3 \text{ m}^2$, revelaram ter um consumo médio de energia primária semelhante, mostrando que outras características construtivas como a existência de isolamento ou a área total de envidraçados são mais importantes do que a relação A/V (Thewes et al., 2014).

Apresentados estes factos e tendo em conta que, num período de 75 anos, 97,6% da energia total consumida é realizada durante a fase operacional do edifício (Ardente et al., 2011), torna-se assim essencial compreender como todas estas variáveis se podem conjugar com o objetivo de melhorar desempenho energético dos edifícios.

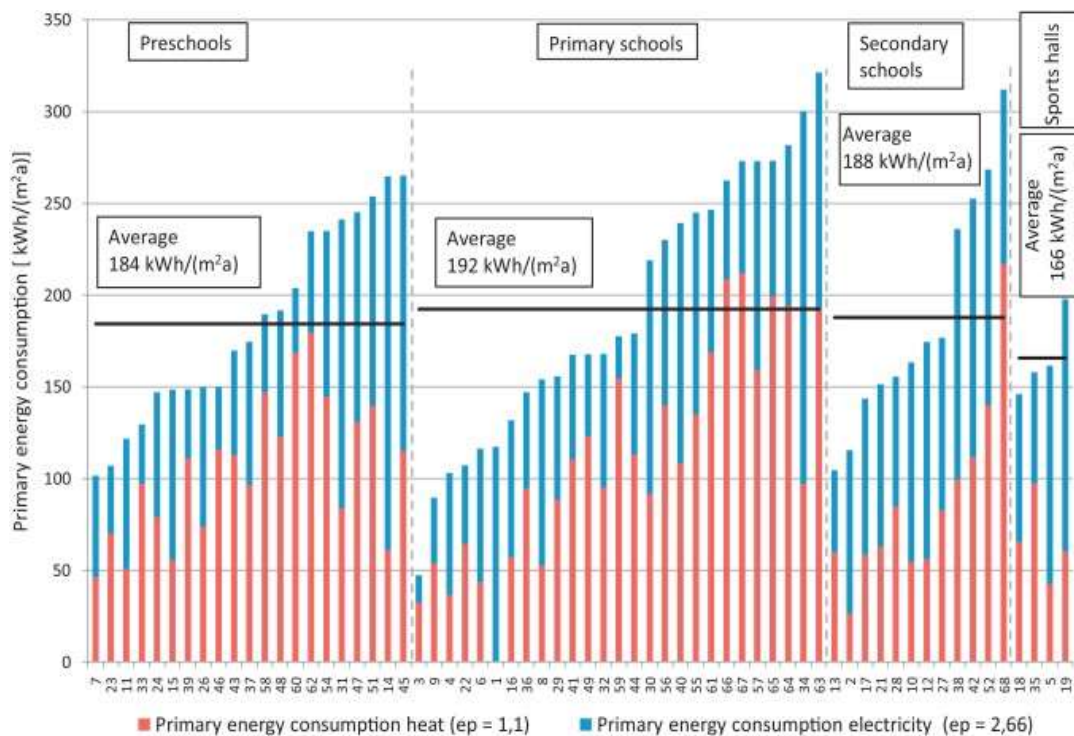


Figura 2.10. Consumo de energia média em edifícios escolares, em Luxemburgo (Thewes et al., 2014).

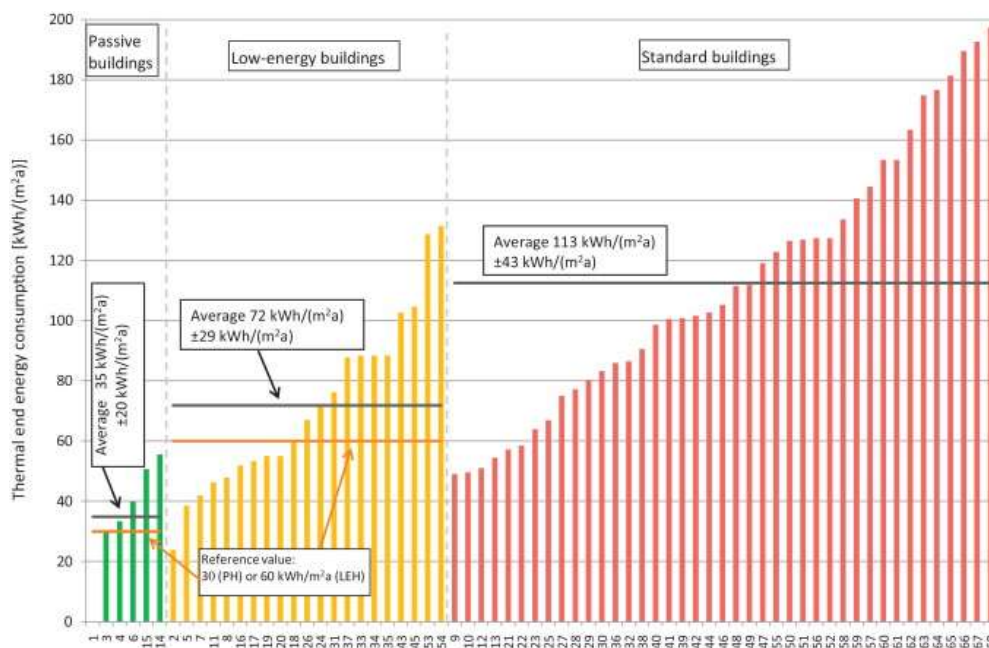


Figura 2.11. Consumo de energia em edifícios escolares com diversos tipos de construção, em Luxemburgo (Thewes et al., 2014).

2.2.3. Tipologia de medidas

Âmbito

Os casos de estudo descritos acima implementaram, com o objetivo de melhorar o desempenho energético dos edifícios, um vasto conjunto de medidas (Tabela 2.1), as quais podem ser separadas por diferentes classes: (i) envolvente do edifício; (ii) componentes mecânicos, nomeadamente, sistemas e equipamentos de climatização e AQS (aquecimento de águas sanitárias); (iii) fontes de energia renováveis; (iv) sistemas de controlo da iluminação e de gestão de energia (Ruparathna et al., 2016).

Ruparathna et al. (2016) revê as diversas tecnologias que podem ser utilizadas na reabilitação de edifícios, associando a estas o potencial de poupança que lhes está subjacente assim como as vantagens, as desvantagens e os desafios que lhes estão associados (Ruparathna et al., 2016). Deve-se, no entanto, ter em conta que além das tecnologias utilizadas, quando se aborda o assunto eficiência energética em edifícios outros fatores podem contribuir para a melhoria desta, são eles a gestão da energia, os hábitos de ocupação e os requisitos operacionais (Gaglia et al., 2007).

Serve esta secção para perceber que medidas podem ser implementadas e quais as suas características.

Envolvente do edifício: Isolamento das paredes exteriores

Em Portugal, se o edifício foi construído antes de 1990, é possível que não possua qualquer tipo de isolamento térmico. Caso seja esse o caso, é provável que as paredes tenham desenvolvido patologias, tais como: focos de condensação, fungos e bolores; além disso, devido

à baixa qualidade associada às propriedades térmicas dos materiais, os ganhos e perdas através destes deverão ser bastante elevadas (ADENE et al., 2016). Dependendo da zona climática do país e do ano de construção do edifício, com o objetivo de cumprir os requisitos previstos na legislação, também a espessura de isolamento irá variar.

A ADENE aponta como os principais benefícios da instalação de isolamento nos edifícios a melhoria no conforto térmico, a minimização de patologias e salubridade no interior da habitação, a redução do valor da fatura de energia e um maior isolamento acústico (ADENE et al., 2016).

Estes benefícios podem ser atingidos de duas maneiras distintas (Figura 2.12): através da adição de isolamento pelo exterior ou de isolamento pelo interior. Apesar do primeiro – isolamento exterior – se apresentar como a solução mais adequada, pois tal permite que eventuais pontes térmicas sejam corrigidas. Caso haja restrições nos limites exteriores do edifício, poder-se-á ter que optar pelo isolamento interior. Deve-se, no entanto, ter em consideração que a área útil do pavimento e a capacidade da parede em armazenar calor, inércia térmica, será diminuída, tornando a temperatura interior mais variável, em função das flutuações térmicas no exterior (ADENE et al., 2016).

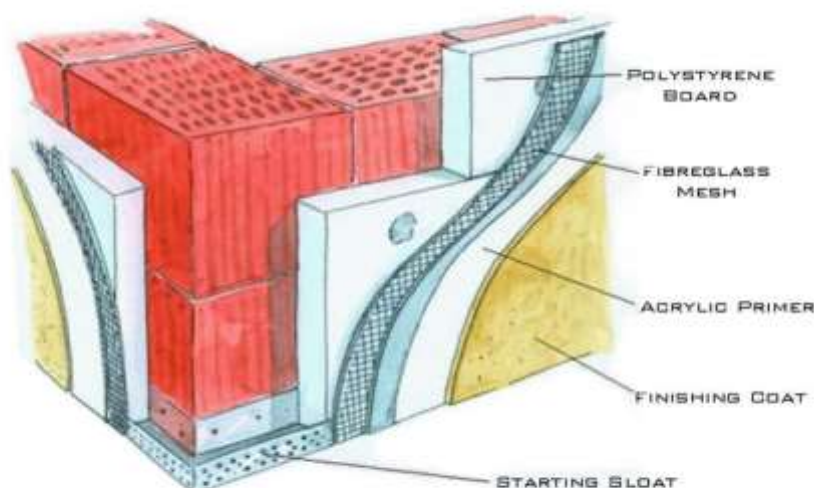


Figura 2.12. Aplicação de isolamento exterior nas paredes.

Envoltente do edifício: isolamento da cobertura exterior

À semelhança do caso anterior, pelo fato do primeiro regulamento térmico dos edifícios apenas ter sido publicado em 1990, é provável que grande parte dos edifícios construídos antes desta data não possuam qualquer tipo de isolamento na cobertura. Assim sendo, existe a possibilidade que estes apresentem características como elevados ganhos ou perdas de calor, a observação de infiltrações e o desenvolvimento de focos de condensação, fungos e bolores na cobertura (ADENE et al., 2016a).

Podem-se aplicar diferentes soluções para resolver este problema (Figura 2.13), as quais permitem que se melhore o conforto térmico do edifício, a minimização de patologias com potenciais riscos para a saúde dos ocupantes, a redução da fatura de energia e o aumento da durabilidade do edifício (ADENE et al., 2016a).



Figura 2.13. Tipos de aplicação da cobertura (ADENE et al., 2016).

Envoltente do edifício: Substituição das janelas

A ADENE revela que em Portugal entre 72% e 75% das janelas são de vidros simples, sem corte térmico, classificadas maioritariamente com classe F (ADENE et al., 2016c). São sinais da pouca eficiência deste tipo de equipamentos a observação de fenómenos físicos tais como a condensação nos vidros, caso a diferença de temperaturas entre o interior e o exterior seja demasiado elevada; problemas de vedação na junção dos vãos envidraçados com as paredes e a passagem de ar descontrolado por entre os dois meios. Assim sendo, a substituição dos vãos envidraçados por outros mais eficientes poderá ser uma das medidas a considerar para melhorar o desempenho energético dos edifícios.

Em termos de soluções técnicas, existem alguns aspetos a considerar na tomada de decisão. São eles o material do caixilho, a orientação e a área dos vãos envidraçados, a contribuição destes para ventilação, o número de vidros e a espessura da caixa de ar entre eles e, por fim, a acústica (Figura 2.14).

Quando se aborda este tipo de tecnologia, faz também sentido abordar a influência que o sol pode ter no desempenho energético do edifício. Deste modo, os envidraçados deverão estar virados a Sul, privilegiando-se os ganhos solares no Inverno para aquecimento do espaço interior. No Verão, caso os ganhos de calor sejam demasiado elevados, faz sentido abordar a possibilidade de instalar dispositivos de sombreamento, que podem evitar de 62% a 96% dos ganhos de calor, dependendo se a proteção solar é interior ou exterior, respetivamente.

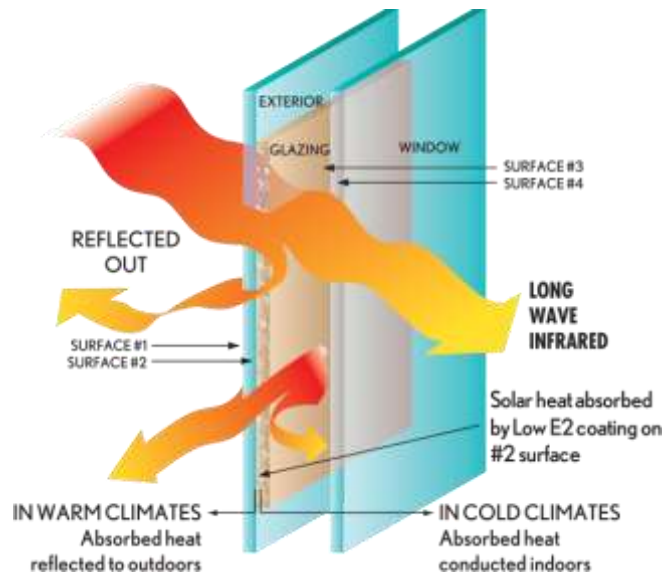


Figura 2.14. Fenómenos de transmissão de calor numa janela com vidros duplos (MFB, 2017).

De todas as proteções existentes, a ADENE (ADENE et al, 2016b) apresenta as persianas ou estores, portadas exteriores e portadas interiores. Atualmente, as mais utilizadas são as duas primeiras, sendo as portadas interiores mais comuns apenas em edifícios antigos.

Além de reduzir os ganhos solares no Verão, outras vantagens associadas a estas tecnologias são a possibilidade de controlar a quantidade de iluminação natural, o ruído, o encadeamento e a temperatura (numa escala que pode ir de 1°C a 10.0°C) (ADENE et al, 2016b).

Componentes mecânicos - sistemas de aquecimento/ arrefecimento, ventilação e ar condicionado

Na Europa, os sistemas de aquecimento/ arrefecimento, ventilação e ar condicionado são responsáveis por cerca de 40% do consumo de energia dos edifícios de serviço, pelo que é essencial conhecer que tipo de sistemas existem e quais as suas aplicabilidades.

Classificam-se os sistemas de climatização como centralizados ou descentralizados, dependendo dos equipamentos que são usados e do número de espaços totais que estão a ser climatizados.

Os sistemas centralizados podem ser sistemas de climatização AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) ou sistemas de climatização com convetores de calor (laterais ou de piso radiante). A conceção deste tipo de soluções está fortemente relacionada com a arquitetura dos edifícios, que são, por norma, edifícios de serviços ou industriais de média ou de grande dimensão.

Um sistema de climatização de AVAC contém, tal como o nome indica, as três funções principais para proporcionar conforto térmico e garantir a qualidade do ar interior. O projeto destes sistemas pressupõe o cumprimento de alguns requisitos mínimos, sendo exemplo, a velocidade com que o ar é insuflado para o espaço a climatizar. Na sua projeção as soluções apresentadas recorrem a vários equipamentos; são exemplo:

- Unidade de tratamento de ar ou de ar novo (UTA ou UTAN, respetivamente) é um sistema composto por vários módulos com diferentes funções, são exemplo; módulo de pré filtração; módulo de desumidificação do ar; módulo de arrefecimento; módulo de aquecimento; módulo de pré-aquecimento, módulo com ventilador e módulo com recuperação de calor (e.g. roda térmica); a presença ou ausência destes módulos está condicionada pelas necessidades energéticas do edifício;
- Conduitas de extração e de insuflação: elas conduzem o ar para o exterior e o interior do edifício, respetivamente. A estas podem estar associados filtros, dispositivos de acesso às conduitas para manutenção e equipamentos terminais (grelhas e plenos de insuflação);
- Caldeiras, chillers e bombas de calor; são utilizados, quer para aquecimento do ar, que para AQS. A água aquecida é transportada por intermédio de tubagens alterando a temperatura do ar.

O sistema centralizado com convetores laterais ou piso radiante apresentam-se como uma alternativa aos sistemas AVAC. Através de um circuito com água aquecida, transferem o calor para as superfícies em que estão ao contacto (pavimento ou paredes), o qual é propagado por convecção para todo o espaço a climatizar. Uma vez que se visa a distribuição homogénea do calor no espaço, o piso radiante revela-se mais eficiente do que os convetores laterais.

A estes sistemas estão associados diversos equipamentos, nomeadamente para aquecimento e armazenamento da água quente. São exemplo as bombas de calor, as tubagens, os reservatórios de água e as caldeiras. É frequente encontrar coletores solares acoplados a estes sistemas, o que diminui a necessidade de usar combustíveis para AQS.

Os sistemas descentralizados são uma das outras alternativas existentes. Eles podem ser constituídos por diversos dispositivos, entre os quais ares condicionados portáteis, *mono-split* ou *multi-split* (Tabela 2.4). Existem ainda outros equipamentos que podem ser adquiridos para climatizar os edifícios, como: radiadores elétricos, caldeiras (gás, biomassa, gasolina) e salamandras.

Tabela 2.4. Equipamentos de ar condicionado para sistemas descentralizados (Adaptado de (ADENE et al, 2016a).

Sistema	Características
Portátil	Todos os componentes estão concentrados numa única unidade. A deslocação do aparelho é fácil e não requer instalação, é apenas necessário que exista um tubo que ligue a unidade ao exterior do edifício. A eficiência associada a este tipo de equipamentos é, por norma, bastante baixa.
Mono-split	Liga uma unidade no exterior a uma única unidade no interior do edifício. Por norma são sistemas numa única divisão, sendo mais eficiente que os sistemas de ar condicionado portáteis.
Multi-split	Surge como uma evolução do mono-split, possibilitando ligar uma unidade exterior a várias unidades interiores. Tem como vantagem permitir o controlo dos <i>set-points</i> de temperatura, no entanto, como desvantagem não permite a ocorrência de ciclos de aquecimento/ arrefecimento simultâneos.

Deve-se ter em conta que os hábitos comportamentais e a taxa de ocupação do edifício têm uma forte influência na energia consumida. No entanto, em termos de simulação e legislação, mostra-se que a relação entre os comportamentos dos utilizadores e a taxa de ventilação ainda não se encontra bem definida, com os decretos-lei a indicarem valores de referência que podem não corresponder à realidade. Estudos anteriores mostram que, cerca de 70% dos ocupantes de uma habitação não usam quaisquer tipos de sistemas mecânicos (Figura 2.15), sendo a principal razão para tal, em quase 60%, o aumento da fatura de eletricidade devido ao uso dos sistemas para aquecimento (Chenari et al., 2016).

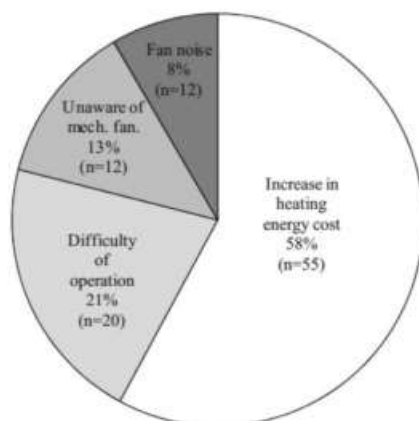


Figura 2.15. Razões porque não se usam os sistemas de climatização instalados (Chenari et al., 2016).

Quando se projetam e instalam sistemas de climatização procura-se: (i) providenciar ar fresco aos ocupantes do edifício; (ii) diluir a concentração dos poluentes para níveis aceitáveis; (iii) influenciar positivamente o conforto térmico, ao aquecer ou arrefecer os edifícios.

O não cumprimento destas condições, nomeadamente, o dimensionamento indevido dos sistemas, poderá levar ao surgimento de patologias como fungos e microrganismos, como a bactéria *Legionella*, que colocam em causa a saúde dos ocupantes. Para evitar isto, também a existência de manutenções periódicas é importante, assim como a regulação da temperatura, da humidade, da velocidade do ar e do seu caudal, aspetos que são muitas vezes negligenciados (Figura 2.16).

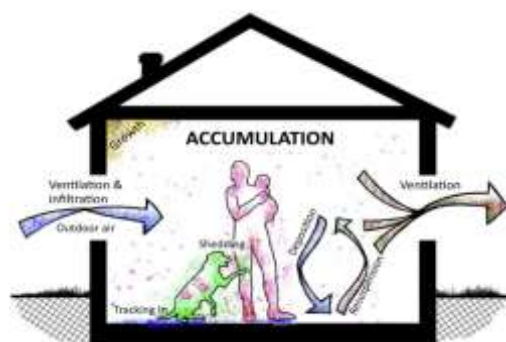


Figura 2.16. Processos físicos de contaminação dos edifícios por bactérias (Peccia & Kwan, 2016).

Mostra-se que, ao garantir-se uma temperatura interior de cerca de 22°C, evita-se a ocorrência de inúmeras complicações ao nível da saúde e, conseqüentemente, no desempenho dos trabalhadores (Tabela 2.5).

Tabela 2.5. Potenciais de poupança a nível de saúde associados a um sistema de climatização devidamente dimensionado (Chenari et al., 2016).

Fonte do aumento da produtividade	Benefícios anuais na saúde	Potenciais de poupança anuais ¹
Redução de doenças respiratórias	Evitou-se entre 16 a 37 milhões de casos com gripe comum ou <i>influenza</i> .	G\$6 - G\$14
Redução de alergias e da asma	Diminuição dos sintomas entre 10% e 30% no total de 53 milhões de pessoas que sofriam alergia e 16 milhões que sofriam asma	G\$2 - G\$4
Redução de sintomas de SBS (Síndrome dos edifícios doentes)	Redução entre 20% a 50% dos trabalhadores que sofriam SBS, frequentemente no local de trabalho.	G\$10 - G\$30
Melhoria do desempenho térmico e mudanças na iluminação	Não aplicável.	G\$20 - G\$160

¹G\$ = 10⁹ \$

Sistemas de energias renováveis – tecnologia solar fotovoltaica

Devido à sua localização geográfica, Portugal é dos países da Europa com maior potencial para a instalação de sistemas alimentados por energia solar, com o país a dispor de um número médio anual de horas de Sol que pode variar entre 2 200 e 3 000.

Um exemplo são os painéis fotovoltaicos. Cada painel é constituído por materiais semicondutores que, ao serem incididos pela radiação solar, geram um fluxo de eletricidade, transformando a energia solar em energia elétrica. Esta característica torna possível produzir e consumir energia localmente. No caso de a produção ser excessiva, é possível exportar o excedente para a rede ou um conjunto de baterias. Apesar dos benefícios apresentados, estes sistemas têm ainda a desvantagem de não funcionar durante as horas sem radiação solar, o que obriga o consumidor a recorrer às fontes de energia tradicionais. Além disso, a eficiência associada a estes sistemas não é muito elevada, rondando os 15% (ADENE et al, 2016f).

Sistemas de energias renováveis – tecnologia solar térmica

Os sistemas solares térmicos recorrem ao uso da energia solar para produzir energia térmica. Para tal, no exterior do edifício existe um campo solar, constituído por um ou vários coletores solares térmicos. Através da circulação de um fluido térmico, entre os coletores e o depósito de acumulação, transfere-se o calor para a água do depósito, que permite várias utilizações de AQS, como por exemplo, banhos, máquinas de lavar loiça ou roupa.

Apesar dos benefícios que um sistema destes proporciona, o tempo de retorno do investimento varia entre de 10 e 12 anos, com uma vida útil na ordem dos 20 anos. A sua eficiência pode variar, dependendo da área total do campo solar, da sua orientação, inclinação e da existência de obstruções e sombreamentos (ADENE et al, 2016g).

Sistemas de gestão de energia, internet of things e gamification

Os sistemas de gestão de energia recorrem a *smart metering*, definido como a monitorização contínua do consumo de energia de modo a fornecer ao utilizador um melhor conhecimento sobre os seus consumos de energia, consciencializando-o. Na UE estima-se que hajam investimentos para o desenvolvimento deste tipo de equipamentos na ordem dos 51 000 M€, com benefícios financeiros que vão de 14 000 M€ a 67 000 M€. Existem, no entanto, algumas questões por solucionar, nomeadamente, o modo como os dados são tratados, armazenados e como se garante a privacidade e confidencialidade dos mesmos (Shrouf et al, 2015).

Associado aos sistemas de gestão de energia, tem surgido o conceito de *internet of things*: “um mundo em que, quer as pessoas, quer os objetos, estão ligados permanentemente”. Um sistema de gestão de energia que englobe este conceito, é um sistema baseado em sensores e aplicativos que se encontram ligados à internet. Dotados de uma espécie de inteligência, eles permitem a gestão da energia nos edifícios ao temporizar-se tarefas para o funcionamento de determinados dispositivos, tais como equipamentos de climatização e eletrodomésticos (Shrouf et al, 2015).

Recentemente, começou-se a inserir *gamification* nos sistemas de gestão de energia. Este conceito é definido como a aplicação de técnicas e elementos de jogo num contexto real ou de negócio com o objetivo de o tornar mais estimulante, procurando melhorar a motivação dos utilizadores para executar uma determinada tarefa ou para incentivar à adoção de determinados comportamentos (Johnson et al, 2017).

Em 2008, a Universidade de Washington lançou o jogo denominado *fold.it*, focado na combinação de proteínas. Em 2011, em apenas 10 dias, o conjunto de combinações geradas pelos jogadores permitiu decifrar a estrutura de uma proteína retroviral relacionada com o vírus SIDA, um problema que persistia há mais de 10 anos e que os computadores não conseguiam solucionar (WU, 2008).

No contexto do presente estudo, a empresa *opower* (posteriormente adquirida pela *oracle*) desenvolveu soluções para empresas de fornecimento de energia que permitiam ao cliente conhecer que dispositivos eletrónicos eram responsáveis pelo consumo de energia. Para tal, a *opower* criou uma plataforma que comparava os usos de energia dos diferentes utilizadores, revelando quem era mais eficiente, quer na habitação onde vivia, quer ao nível do bairro (rua). A utilização deste conceito fez aqui uso, quer de *drivers* motivacionais positivos, que faziam com que os moradores quisessem melhorar os seus hábitos, quer de *drivers* motivacionais negativos, pois ninguém queria ser visto como o pior.

Vine et al. (2016) defendem que o uso de competições em matéria de energia pode levar a enormes poupanças. Além disso, ao utilizar-se estes sistemas, não se trata apenas de competir, mas também de (i) incentivar e envolver o público; (ii) educar ao dar feedback e ao fazer sugestões sobre comportamentos a adotar; (iii) motivar ao fornecer um objetivo a atingir (podendo ser atribuído um prémio ou não); e (iv) de levar à ação, incentivando novos hábitos e comportamentos (Vine & Jones, 2016).

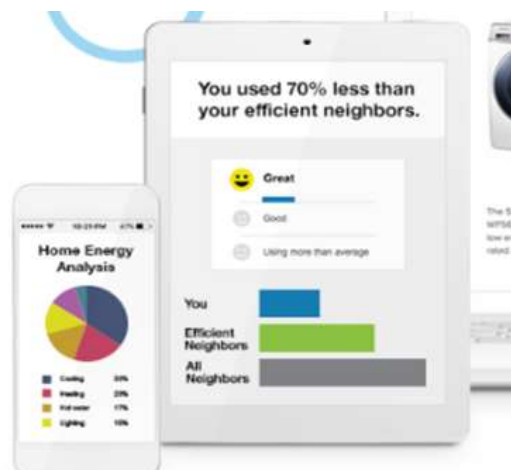


Figura 2.17. Interface do software de gestão de energia da empresa *opower*.

2.2.4. Barreiras e limitações à eficiência energética

Trabalhos e investigações anteriores (Tabela 2.6) identificaram vários fatores (assinalados com “X”) como aqueles que influenciam a implementação de medidas de eficiências energética em edifícios ou mesma a sua reabilitação:

Tabela 2.6. Natureza das barreiras identificadas.

Natureza	Annunziata et al. (2014)	Bertone et al. (2016)	Gupta et al., (2017)	Jagarajan et al. (2017)	Wang et al, (2016)
Financeira	-	X	X	X	X
Mercado	-	-	X	-	-
Educacional	X	X	X	X	X
Governamental	-	X	X	X	X
Organizacional e social	X	-	X	X	-
Tecnológica	-	-	X	X	X

A barreira de natureza financeira está relacionada com (Gupta et al. 2017; Wang et al., 2016) :

- Escassez de mecanismos financeiros;
- Insuficiência de estudos que relacionem os custos reais com os custos percebíveis, resultando muitas vezes em projeções erradas;
- Inconsistência entre os custos iniciais e a longo prazo;
- Falta de planeamento financeiro;

A escassez de mecanismos financeiros deve-se à dificuldade em aceder a capital ou a fundos e apoios para financiar projetos de reabilitação. Por outro lado, existe ainda alguma incerteza sobre os custos reais dos projetos, sendo necessário que sejam realizados mais estudos que recorram a outros indicadores ainda pouco explorados, tais como o custo do ciclo de vida dos edifícios. O terceiro ponto está relacionado com facto de não haver resultados suficientemente consistentes entre os custos do projeto e os benefícios a longo prazo, fazendo com que

exista um risco financeiro associado aos projetos de eficiência energética. Deteta-se também que existe falta de planeamento e de priorização nesta matéria, uma vez que, além de se criar os programas, é também importante garantir o seu financiamento e funcionamento num horizonte mais longo.

A barreira de natureza de mercado está relacionada com (Gupta et al. 2017):

- Competividade nos preços com produtos menos eficientes;
- Desconhecimento da oferta e da procura do mercado;
- Processo de inserção dos produtos no mercado demasiado demoroso;
- Falta de interesse do consumidor nos produtos mais eficientes;

Produtos eficientes são muitas vezes sinónimo de preços de investimento mais elevados, levando a que se opte por adquirir antes um produto menos eficiente, com um preço mais baixo ou semelhante que, no entanto, não reflete os impactos ambientais originados pelo seu uso. Esta barreira, de competitividade de preços entre produtos, é uma consequência do desconhecimento do mercado que desvaloriza o custo real da energia, o que acaba por se refletir nos preços dos produtos, com efeitos negativos nos preços dos produtos “verdes” e mais eficientes.

A barreira de natureza educacional está relacionada com (Gupta et al. 2017):

- Escassez de programas educacionais em eficiência energética;
- Profissionais inexperientes ou pouco qualificados;
- Falta de informação sobre produtos eficientes;

A escassez de programas educacionais em eficiência energética está relacionada com o reconhecimento sobre a importância deste assunto nos dias atuais. Neste caso, a falta deste leva a que não existam programas educacionais suficientes em que sejam abordados temas tais como: políticas energéticas, medidas de eficiência energética, custos e benefícios das medidas e consciencialização para o uso da energia.

A existência de profissionais inexperientes ou pouco qualificados surge como outra barreira, uma vez que, além de não possuírem experiência suficiente, também não existem em quantidade suficiente para satisfazer a procura atual (Wang et al., 2016). Verifica-se também que as suas competências poderão não estar diretamente vocacionadas para a temática construções sustentáveis (Jagarajan et al., 2017), pelo que existe a necessidade de certificar adequadamente, não apenas os edifícios, mas também os peritos responsáveis pelos projetos (Bertone et al., 2016).

A barreira de natureza governamental está relacionada com (Wang et al., 2016; Gupta et al. 2017):

- Falta de motivação financeira;
- Descoordenação entre os vários departamentos e instituições;
- Legislação pobre e falha na integração da mesma com os planos de ações em eficiência energética;
- Falta de priorização dos programas de eficiência energética;
- Escassez de monitorização e avaliação dos programas existentes;

A falta de motivação financeira está relacionada com a escassez de incentivos e a distribuição desapropriada destes pelos vários setores. Face aos problemas ambientais de que se tem conhecimento, é necessário que sejam implementadas políticas e regulações nacionais que direcionem os países num futuro mais sustentável. A não concretização destes aspetos, associado à não quantificação de objetivos a atingir geram uma outra barreira, derivada da inconsistência existente entre os requisitos regulamentados e o futuro sustentável que se pretende alcançar.

Esta incapacidade do Governo em tomar uma posição quanto à direção a seguir, associado à falta de priorização dos programas de eficiência energética, resulta numa outra barreira, sendo necessárias mais políticas de suporte aos projetos de eficiência energética. Estas deverão ser objetivas, concisas e visualizar um horizonte temporal mais longo que garanta a avaliação e a monitorização das políticas e programas em vigor.

A barreira de natureza organizacional e social está relacionada com (Gupta et al. 2017):

- Falta de autoridade na tomada de decisão;
- Visão em eficiência energética pouco clara e definida;
- Inércia no processo de desenvolvimento dos projetos;

A primeira barreira está relacionada com o facto de os gestores de energia estarem dependentes de terceiros para tomar as decisões; tal pode acontecer, caso os edifícios sejam arrendados, estando a decisão dependente do proprietário, que poderá não ter muito interesse em comprometer-se com a reabilitação das instalações ou a aquisição de equipamentos de elevada eficiência (Wang et al., 2016); caso as instituições possuam uma dimensão ou estrutura hierárquica bastante vasta, tal pode resultar em processos de comunicação entre os colaboradores e os quadros superiores bastante demorosos. Nesta barreira salienta-se a importância da qualidade da comunicação entre proprietários e arrendatários ou gestor de energia e dirigente. A não resolução desta impede que se chegue a um consenso entre ambas as partes.

Com este fator está relacionada uma segunda barreira; uma vez que a qualidade da comunicação influencia também a partilha de conhecimento e, conseqüentemente, a visão da instituição sobre a temática, perceptível pela não previsão da função de gestor de energia, pela insuficiência de tempo para este se dedicar à temática e por não existir qualquer plano de ação e de sensibilização que envolva todos os colaboradores.

A inércia nos processos de desenvolvimento está relacionada com a dificuldade associada à tomada da decisão, uma vez que se pretende que os projetos, procurações e cooperações sejam efetuadas rapidamente, o que ao não acontecer, resulta no desvio do foco para outros projetos.

A barreira de natureza tecnológica está relacionada com (Gupta et al. 2017):

- Incompatibilidade tecnológica;
- Risco tecnológico;
- Materiais ainda não disponíveis;

A incompatibilidade tecnológica está associada à inadequação da tecnologia para o fim em que foi implementada, o que resulta em performances ineficientes, prejudicando o desempenho energético do edifício. Conseqüentemente, é criado um impasse junto dos consumidores,

refletido na tomada de decisão: deve-se ou não usar a tecnologia em projetos futuros? É exemplo, edifícios que após terem sido reabilitados, acabaram por consumir mais energia do que aquela que era suposta, tendo tal acontecido devido ao mal desempenho das tecnologias e dos sistemas que tinham sido instalados (Jagarajan et al., 2017). Também a escassez de dados sobre os comportamentos e hábitos dos consumidores pode estar na origem deste problema, uma vez que existem casos em que as simulações de energia apresentam valores bastante discrepantes dos valores reais (Bertone et al., 2016).

O facto de muitos materiais serem bastante recentes, leva a que a informação sobre os seus benefícios e malefícios seja igualmente escassa, sendo necessário que sejam efetuados mais estudos a ser disponibilizados no mercado (Wang et al., 2016).

Ao longo deste capítulo caracterizou-se os edifícios da Administração Pública, definiu-se o conceito de eficiência energética, estudaram-se casos de estudo, que medidas costumam ser implementadas e que barreiras existem. Dito isto, torna-se agora essencial que se compreenda como estes aspetos são tratados na legislação e na regulamentação portuguesa, visando-se perceber o que está contemplado por esta e onde estão as lacunas.

2.3. Políticas para a eficiência energética nos edifícios

2.3.1. Diretivas europeias

Apesar de existirem políticas de eficiência energética anteriores a 1997, no Protocolo de Quioto ficou clara a urgência em reduzir as emissões de gases de efeito de estufa para a atmosfera. Com o intuito de cumprir os compromissos assumidos, em 2002 surgiu a Diretiva 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho. Esta referia-se à eficiência energética em edifícios, obrigando os estados membros a implementar um sistema de certificação energética para informar os cidadãos sobre a qualidade das instalações, aquando da sua construção, venda ou arrendamento. Neste documento era ainda explicitada uma metodologia que permitia o cálculo do desempenho energético, com a definição de requisitos mínimos de construção para edifícios novos e para edifícios sujeitos a grandes renovações.

Em 2006, a Diretiva 2002/91/CE foi transposta para a ordem jurídica nacional através do Decreto-Lei n.º 78/2006, fazendo com que se reformulasse o RCCTE (Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios), diferenciável da versão anterior de 1990, por dar ênfase aos sistemas de climatização, até então ignorados, com os requisitos mínimos mencionados no RSECE (Regulação dos sistemas energéticos de climatização dos edifícios).

Quatro anos mais tarde, o Parlamento Europeu e do Conselho aprovou a Diretiva 2010/31/EU, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 118/2013. Com esta alteração, também o RCCTE e o RSECE sofreram alterações, sendo substituídos pelo REH (Regulamento dos edifícios de habitação) e pelo RECS (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços) (Europeu, 2010).

Em 2012 foi publicada a Diretiva 2012/25/EU (Europeu, 2012). Ela procurava reforçar a legislação e medidas de incentivo à reabilitação de edifícios. No Artigo 5.º, é destacado que os edifícios públicos devem servir como exemplo, sendo papel do Estado assegurar que a cada

ano, a partir de 1 de janeiro de 2014, os edifícios detidos e ocupados pelas respetivas administrações centrais são renovados a uma taxa de 3% da área útil total construída. Ainda nesta Diretiva, retificou-se o limite da área útil a partir do qual os edifícios passariam a ser certificados, de 500 m² para 250 m².

2.3.2. Regulamentação e certificação de edifícios em Portugal

A regulamentação para edifícios inclui os requisitos legais e obrigatórios para o projeto de edifícios e a sua regulação térmica. As especificações nestes referem-se às propriedades térmicas da envolvente, do isolamento térmico, dos sistemas de climatização, ar condicionado, potência elétrica, energia renovável e a manutenção do edifício. (Allouhi et al., 2015).

Em Portugal esta informação consta em diversos documentos resultantes da transposição das Diretivas para o Direito Nacional (Tabela 2.7). A adaptação da legislação gerou a oportunidade de alinhar os requisitos nacionais com as imposições nas diversas diretivas, abrangendo alterações a vários níveis, onde se incluí a separação do REH (Regulamento dos edifícios de habitação) do RECS (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços).

Tabela 2.7. Descrição dos documentos gerados a partir da transposição das Diretivas Europeias (Adaptado de ITeCons, 2013).

Documento	Descrição
Decreto-Lei n.º 118/2013	Documento que visa promover a melhoria do desempenho energético dos edifícios através do sistema de certificação energética. Estabelece o âmbito do sistema de certificação e o grupo alvo;
Portaria N.º 349-B/2013 de 29 de novembro	Metodologia para determinar a classe de desempenho energético dos certificados e requisitos mínimos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e sujeitos a grande intervenção.
Despacho (Extrato) N.º 15793-I/2013	Metodologia de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento/ arrefecimento, para produção de águas quentes sanitárias e para as necessidades anuais globais de energia primária.
Despacho (Extrato) N.º 15793-K/2013	Parâmetros térmicos e valores construtivos de referência: coeficientes de transmissão térmica, fatores de ganhos e de obstrução solares e fração envidraçada;
Despacho (Extrato) N.º 15793-F/2013	Zonas climáticas e parâmetros climáticos para as várias zonas de Portugal;
Despacho (Extrato) N.º 15793-H/2013	Regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis: solares térmicos e fotovoltaicos, eólicos, biomassa, geotérmica, mini-hídrica e aerotérmica e geotérmica.
Despacho (Extrato) N.º 15793-D/2013	Fatores de conversão entre energia útil e energia primária;
Despacho (Extrato) N.º 15793-E/2013	Regras de simplificação a utilizar nos edifícios, nomeadamente, a nível da envolvente, dos parâmetros térmicos, da ventilação, da eficiência dos sistemas técnicos e da contribuição de sistemas solares térmicos.

Com estas modificações foram introduzidos requisitos de eficiência energética para os principais sistemas técnicos dos edifícios, onde se contam os sistemas de climatização, de AQS, de iluminação, de aproveitamento de energias renováveis e os sistemas de gestão de energia.

2.3.3. Certificação de edifícios

Os certificados e classes energéticas, embora possam seguir a metodologia e os requisitos mínimos dos regulamentos, a sua função é de servir como indicadores de eficiência energética.

Em Portugal adotou-se o SCE como metodologia de cálculo, o qual visa: (i) através de um sistema de classificação em classes, fornecer informação ao consumidor final que reflita o desempenho energético do edifício; (ii) apresentar um conjunto de medidas que promovam a melhoria da eficiência energética e do conforto do edifício; (iii) classificar e identificar os componentes e sistemas técnicos do edifício, assim como o desempenho energético associado a estes (ADENE, 2016b).

Estes objetivos são concretizados através da emissão de um CE, o qual indica, numa escala de A+ a F, a classe energética do edifício, onde A+ é a mais eficiente e F a menos eficiente. Dependendo do tipo de fração ou de edifício a validade dos certificados varia. Caso se trate de um edifício de habitação ou de pequeno comércio e serviços a validade é de 10 anos, por outro lado, caso de trate de um edifício de grande comércio e serviços a validade é de 6 ou de 8 anos, dependendo se o certificado foi emitido antes ou depois de 30 de abril de 2015, respetivamente (DECO, 2016).

Dependendo da fase em que a obra ou intervenção se encontra, é possível fazer a distinção entre 3 documentos distintos: o pré-certificado energético (PCE), o certificado energético (CE) e a declaração de conformidade regular (DCR).

O PCE é obrigatoriamente emitido no decurso do procedimento de controlo prévio da respetiva operação urbanística de todos os edifícios ou frações novas ou sujeitas a intervenção, sendo transformado em certificado assim que a obra se conclui (ITeCons, 2016). A DCR é emitida após a verificação do projeto do edifício ou da fração autónoma e tem em conta apenas os dados fornecidos nesta fase, sendo válida apenas para edifícios novos. O certificado é semelhante à DCR, principalmente caso não haja intervenções significativas no edifício após a emissão desta.

Atualmente o SCE obriga que todos os edifícios que obedeçam às seguintes condições sejam certificados: (i) sejam edifícios novos; (ii) sejam edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções (na envolvente ou nas instalações técnicas) com um custo superior a 25% do valor do edifício; (iii) sejam edifícios de uma entidade pública com área interior útil de 1000 m², ou 500 m² (centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas); (iv) sejam edifícios de uma entidade pública com área útil interior de 500 m² (retificado para 250 m² em 2015) e frequentemente visitados pelo público; (v) todos os edifícios aquando da celebração de contratos de venda e de alocação (incluindo arrendamento) (ADENE, 2016b);

2.3.4. Incentivos económicos

A legislação que retrata os incentivos económicos procura motivar os ocupantes e os proprietários dos edifícios a renovar ou a restaurar as suas habitações, visando-se aumentar a eficiência energética destas. Como tal, esta categoria da legislação engloba isenções e reduções de taxas, subsídios, patrocínios e empréstimos subsidiados (Allouhi et al., 2015).

Neste âmbito, é relevante abordar o PNAEE (Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética), criado após a publicação da Diretiva 2006/32/CE, na qual se determinou que os Estados Membros deveriam atingir uma meta nacional de economia de energia em cerca de 9%, que deveria ser conseguida através da promoção de serviços energéticos e da adoção de medidas de eficiência energética.

À semelhança dos outros Estados Membros, Portugal comprometeu-se até 2020 em: (i) reduzir as emissões de gases de efeito de estufa em 20%; (ii) reduzir o consumo de energia em 20% à custa da eficiência energética e; (iii) aumentar em 20% a proporção em fontes renováveis, existindo ainda o objetivo específico de reduzir o consumo da energia primária em 30% na Administração Pública (PNAEE, 2016).

O PNAEE, válido no período de 2016 a 2020, abrange 6 áreas distintas: transportes, residencial e serviços, indústria, Estado, comportamentos e agricultura. Ele é executado essencialmente através de medidas regulatórias, mecanismos de diferenciação fiscal e de apoios financeiros provenientes de fundos.

As medidas regulatórias incluem a imposição de penalizações sobre equipamentos ineficientes, requisitos mínimos de desempenho energético, a obrigatoriedade de um sistema de classificação energético e a realização de auditorias.

Os mecanismos de diferenciação fiscal, por sua vez, incluem a discriminação positiva no Imposto único de circulação (IUC), no Imposto sobre veículos (ISV) e no Imposto sobre produtos petrolíferos (ISP).

Os fundos e programas de eficiência energética são destinados ao apoio financeiro de projetos de eficiência energética, contam-se o FEE (Fundo de eficiência energética), o PPEC (Plano de promoção da eficiência no consumo de energia elétrica), O FPC (Fundo português de carbono) e o Portugal 2020, juntamente com outros instrumentos comunitários. Pelo destaque que têm, é relevante abordar o FEE e o Portugal 2020.

Fundo de Eficiência Energética

O FEE (Fundo de Eficiência Energética) encontra-se alinhado com a política de desenvolvimento económico, social e territorial a promover de 2014 a 2020, tendo como objetivo auxiliar o país a atingir a meta nacional estabelecida de 25% de redução no consumo de energia até 2020.

Embora o FEE possa apoiar projetos não contemplados no PNAEE, a sua finalidade é de apoiar os programas e medidas previstas no PNAEE, nomeadamente, projetos de cariz tecnológico ou de ação transversal indutora de eficiência energética (área comportamental, fiscalização, incentivos e financiamento).

Desde 2012 que foram publicados vários avisos, com o objetivo de financiar projetos que promovam a eficiência energética. São exemplos relevantes:

- a) Aviso 01: Solar + Janelas, Residencial 2012
- b) Aviso 05, Certificação Energética, Estado 2012
- c) Aviso 09: Auditoria Elevadores, Serviços 2015
- d) Aviso 10: Isolamentos Térmicos, Residencial 2015
- e) Aviso 12: Solar Térmico, Serviços 2015

- f) Aviso 18: Energia Reativa, Estado 2015
- g) Aviso 19: Eficiência Energética, Indústria 2015
- h) Aviso 20: Edifícios eficientes, 2016
- i) Aviso 21: Administração Pública, Estado 2016

Portugal 2020

O Portugal 2020 resulta de uma parceria entre Portugal e a União Europeia onde se define a programação e os objetivos para a política de desenvolvimento nacional económico, social e territorial entre 2014 e 2020. Com uma lotação de 25 mil milhões de euros, destaca-se, em matéria de eficiência energética, o domínio da “Sustentabilidade e eficiência no uso de recursos”.

O programa Portugal 2020 possui 16 programas operacionais (PO), os quais incluem:

- 4 PO temáticos no continente;
- 5 PO Regionais no continente;
- 2 PO Regionais nas Regiões Autónomas;
- 3 PO de Desenvolvimento Rural;
- PO de Assistência Técnica
- PO Mar 2020

Destes programas, é relevante estudar o PO Temático PO SEUR (Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos), uma vez que ele constitui um dos mecanismos existentes que procura incentivar à eficiência energética. Assim sendo, este programa assenta em três pilares estratégicos, usados para construir os 3 eixos de investimento do programa:

- Eixo I: apoiar a transição para uma economia com baixas emissões de carbono em todos os setores;
- Eixo II: promover a adaptação às alterações climáticas e a prevenção de riscos;
- Eixo III: proteger o ambiente e promover a eficiência de recursos;

Para efeitos de dissertação, num momento em que o país está fortemente empenhado em incentivar a economia verde e a estimular os setores públicos e privados a agir e a adotar comportamentos mais eficientes, interessa apenas analisar o primeiro eixo, pois é aquele que se foca em energias renováveis e na eficiência energética nas habitações e nas infraestruturas da Administração Pública Central. Deste modo, no âmbito do EIXO I, já vários avisos foram publicados, destacando-se o “*POSEUR-03-2016-65: Aviso-concurso para aumento da eficiência energética nas infraestruturas públicas no Âmbito da Administração Central do Estado*”.

Este aviso prevê a existência de 3 categorias de intervenções possíveis de acordo com os seus objetivos, são elas: (i) o aumento da eficiência energética dos edifícios e equipamentos públicos da administração central, (ii) a promoção de energias renováveis nos edifícios e equipamentos para autoconsumo que façam parte de soluções integradas e (iii) a execução de auditorias, estudos e diagnósticos que permitam observar o desenvolvimento e melhoria da eficiência energética do edifício (POSEUR, 2016).

Na primeira categoria incluem-se as intervenções na envolvente, quer opaca, quer envidraçada dos edifícios. É também aqui abrangido intervenções que tenham de ser efetuadas aos

sistemas técnicos, por exemplo, substituição do sistema de iluminação, incorporação de micro-geração e instalação de sistemas que permitam a gestão de consumos da energia.

A segunda categoria, por sua vez, diz respeito à instalação, quer de painéis solares térmicos para aquecimento de água sanitária e climatização, quer de sistemas de produção de energia a partir de fontes renováveis para autoconsumo.

2.3.4. O caso particular do setor público

Com o fim de alcançar a meta nacional dos 30% de redução de energia no sector Estado, foi publicado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011, de 12 de janeiro, o programa Eco.AP. Neste delineou-se o objetivo de reduzir os consumos de energia e as emissões de gases com efeito de estufa nos serviços e organismos do Estado, contribuindo-se assim para um maior estímulo da economia e para a concretização do PNAEE e do PNAER (Plano Nacional de Ação em Energias Renováveis).

Criou-se um procedimento de contratação pública para agilizar a celebração de contractos de gestão de eficiência energética com as ESE (empresas de serviços energéticos). No Despacho Normativo.º 15/2012 estabeleceu-se um conjunto de requisitos diferenciados, quer técnicos, quer financeiros, visando-se garantir a qualidade dos serviços prestados. No que diz respeito às entidades públicas, através da Portaria n.º 60/2013, foi disponibilizado, quer ao sector público, quer ao sector privado, um caderno de encargos tipo a ser utilizado na celebração de contratos de gestão de eficiência energética.

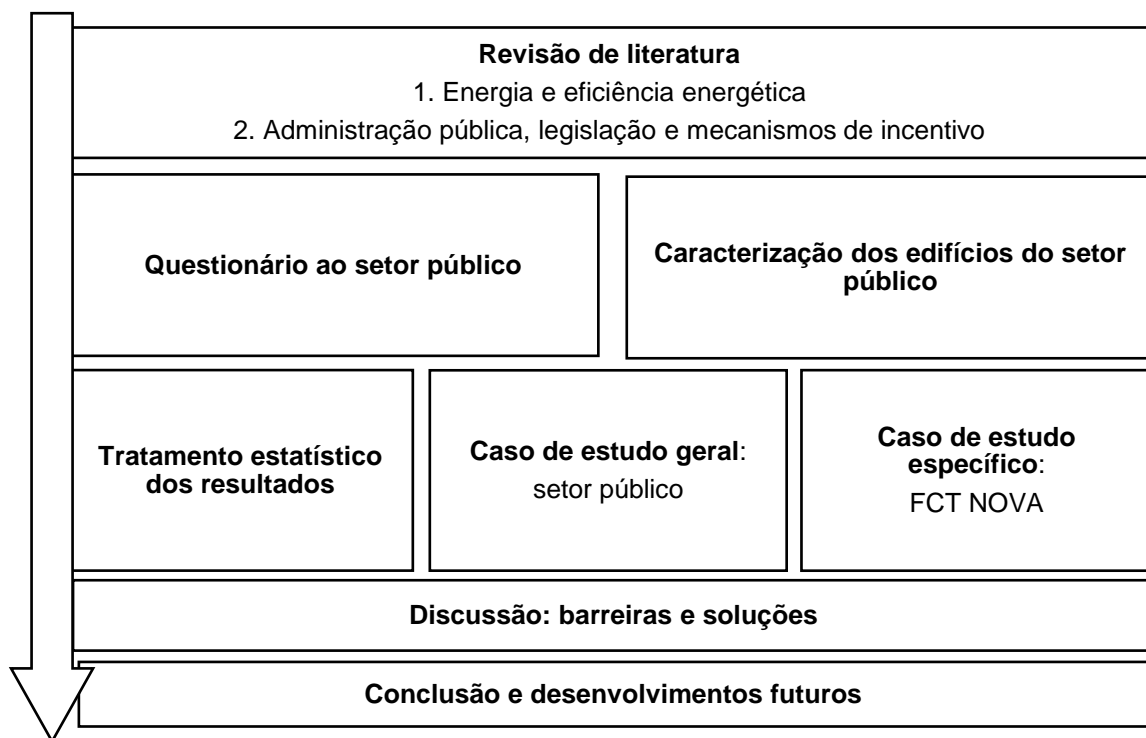
Ainda no âmbito deste programa, segundo a RCM n.º 2/2011, todos os serviços e organismos de administração pública, direta e indireta do Estado, assim como as empresas públicas, as universidades, as fundações públicas, as associações públicas ou privadas com capital maioritariamente público, devem designar um gestor local de energia, sendo este responsável pela dinamização e verificação das medidas para a melhoria da eficiência energética.

Uma das medidas aplicadas foi a criação do “Barómetro Eco.AP” com o objetivo de caracterizar, comparar e a divulgar publicamente o desempenho energético dos serviços, permitindo assim que se caracterizem os consumos de energia e que se identifiquem as boas práticas em eficiência energética.

3. Metodologia

3.1. Abordagem geral

Tabela 3.1 Síntese do trabalho realizado.



3.2. Organização do setor público português

Antes de se proceder com a recolha de dados, foi necessário compreender o que era o setor e como este se encontrava organizado (Tabela 3.2). Dito isto, entende-se por setor público todas as entidades controladas pelo poder político, quer a Administrações Pública (subdivididas em Central, Regional, Local e Segurança Social), quer o setor empresarial, constituído por empresas públicas, municipais e sociedades anónimas. Estes dois setores são distinguidos pela sua lógica de funcionamento. Enquanto o setor empresarial segue uma lógica de mercado, o contrário acontece com o setor administrações públicas (Pereira, 2012).

Esta divisão está diretamente relacionada com a estrutura do poder político em Portugal, com 3 níveis de governo: da República, da Madeira e dos Açores; com orçamentos próprios aprovados nas respetivas assembleias representativas. Enquanto a Administração Central recebe fundos comunitários e grande parte das receitas fiscais, por outro lado, a Administração Regional e Local recebe subvenções comunitárias, parcelas do Orçamento do Estado e receitas geradas pelas próprias (Pereira, 2012).

A nível administrativo, os diversos ministérios que constituem o Estado encontram-se descentralizados, de acordo com a NUTS II (Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos), pela região do Norte, Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve. Estes são dotados de autonomia administrativa para tomar decisões definitivas no que diz respeito ao orçamento que dispõem. São exemplos, as Direções Regionais da Educação, parte integrante do Ministério da Educação (Pereira, 2012).

Tabela 3.2. Entidades constituintes do setor público português.

Setor	Subsetor	Exemplo
Central	Estado	Ministérios; direções gerais;
	Serviços e fundos autónomos	Administração Regional de Saúde; Autoridade Nacional de Proteção Civil; Centro Hospitalar de Setúbal; Instituto Português de Acreditação; Universidade Nova de Lisboa
	Instituições sem fim lucrativo	Centro de Formação Profissional da Reparação Automóvel; Fundação da Juventude
Regional e Local	Governo Regional dos Açores/ Madeira	Direção Regional do Desporto; Escola Básica Integrada de Ginetes; Inspeção Regional do Ambiente
	Serviços e fundos autónomos dos Açores/ Madeira	Centro de Oncologia dos Açores; Instituto da Alimentação e Mercados Agrícolas; Unidade de Saúde da Ilha do Pico
	Municípios e Freguesias	Munício de Almada; Freguesia de Silvalde; União das freguesias de Beduído e Veiros;
	Serviços e fundos autónomos	Associação de Freguesias do Município de Mafra; Comunidade Intermunicipal do Algarve;
	Instituições sem fim lucrativo	Agência Municipal de Energia de Almada; ARRIBATEJO – Agência de Desenvolvimento Local

Os Fundos e Serviços Autónomos, da Administração Central, surgem com um outro grau de autonomia, possuindo personalidade jurídica. Quer isto dizer que, têm a capacidade de adquirir e gerir património próprio, além de possuírem uma tesouraria própria, que lhes confere a possibilidade de executar transições de saldos de um ano para o outro e de recorrerem a crédito.

São exemplos deste tipo de instituições, estabelecimentos de Ensino Superior Público, Centros Hospitalares, Agências, Institutos e Laboratórios Nacionais (Pereira, 2012).

As administrações regionais e locais incluem um outro nível de administração governamental, com as respetivas assembleias, regionais ou municipais, e as Juntas de Freguesia. As entidades aqui abrangidas possuem autonomia política e detêm independência orçamental, com orçamentos elaborados e aprovados por eles próprios, sendo detentoras de poder tributário próprio que, no caso dos municípios, lhes confere a possibilidade de criar impostos. O papel das administrações centrais é apenas de fiscalizar, assegurando que as leis estão a ser aplicadas (Pereira, 2012).

3.3. Questionário

3.3.1. Âmbito

O questionário (Apêndice II) teve como objetivo servir de instrumento de estudo para recolher dados que permitissem detetar onde se encontram as barreiras à eficiência energética. Dividido em duas partes distintas, a primeira procurava recolher dados sobre a instituição e averiguar como o conhecimento era gerido na entidade; a segunda parte dirigia-se aos edifícios que eram detidos pela mesma, procurando identificar que tipo de deficiências em eficiência energética existiam, se já tinha sido alvo de processos de auditoria energética e quais as razões porque ainda não se tinham corrigido as deficiências detetadas.

O público alvo para este questionário foi selecionado a partir da *Lista de entidades do setor institucional administração pública 2016* (INE, 2016), no entanto, pelo facto de o presente estudo focar-se no sector público, limitado aos orçamentos governamentais e ao dinheiro público, decidiu-se excluir empresas públicas, uma vez que elas geram e gerem o seu próprio orçamento autonomamente.

Devido à elevada quantidade de instituições a contactar, num total de cerca de 4 800, determinou-se que o questionário seria entregue por via e-mail. Com o fim de melhorar a amostra recolhida, o primeiro e-mail foi procedido de outros dois, para esclarecer e relembrar as instituições alvo do preenchimento do questionário. A adoção deste método para a entrega do questionário tem, no entanto, algumas desvantagens que deverão ser mencionadas (Deming, 2010):

- Falha em definir o universo (N) com precisão;
- Demasiadas instruções e objetivos pouco claros;
- Ausência de respostas por parte dos inquiridos;
- Respostas fora do prazo de abertura do questionário;
- Erros nas respostas, voluntários e involuntários;
- Erros no processamento dos dados;
- Erros na interpretação e na compreensão dos dados;

3.3.2. Determinação da amostra

A determinação do tamanho da amostra é o primeiro passo a considerar quando se pretende recolher dados com questionários. No presente estudo recorreu-se à metodologia utilizada por Liang et al. (2012).

No seu trabalho, Liang et al. (2012) estuda como a teoria da amostragem pode ser utilizada para prever o consumo de energia nos edifícios. Ele menciona que é impensável analisar cada edifício individualmente numa dada área, defendendo que se pode identificar os edifícios de acordo com as suas tipologias e, usando a teoria da amostragem, calcula-se o número de respostas que são necessárias de obter para cada tipologia (Equação 1).

Antes de se prosseguir, com o fim de se compreender melhor a importância da determinação da amostra, é essencial esclarecer o significado de alguns outros conceitos utilizados neste cálculo (Siegel, 1988):

- População (N), também designada como dimensão da população, consiste no número de observações do fenómeno em estudo. Dependendo da sua dimensão, esta pode ser considerada finita ou infinita.
- Amostra (n), consiste em um conjunto de observações de uma determinada população. Ela é calculada, muitas das vezes, por ser impossível observar a população inteira, sendo mais simples e menos demorado observar apenas alguns elementos aleatórios, cujas características são intrínsecas a toda a população. Dependendo da dimensão do universo, finito ou infinito, esta pode ser calculada através da equação 1 e da equação 2, respetivamente, em que t representa o valor associado ao intervalo de confiança, e corresponde ao erro amostral e p corresponde à proporção da população.
- Intervalo de confiança (t), indica o grau de confiança com que uma determinada característica (ou variável) é abrangida pela amostra. Quanto mais elevado este for, maior é a confiança de que a amostra contém a variável em estudo; por outro lado, quanto menor ele for, menos informação se tem acerca do verdadeiro valor da variável.
- Erro amostral ou precisão (e), valor percentual que indica o quanto os resultados se desviam dos valores padrões. Quanto menor este for, maior é a precisão.

$$n = \frac{N \times t^2 \times p(1 - p)}{(N - 1) \times e^2 + t^2 \times p(1 - p)} \quad \text{Equação 1}$$

$$n = \frac{t^2 \times p(1 - p)}{e^2} \quad \text{Equação 2}$$

Mostra-se que, o número de observações de uma amostra tende para um valor constante com o aumento da dimensão da população (Figura 3.1.).

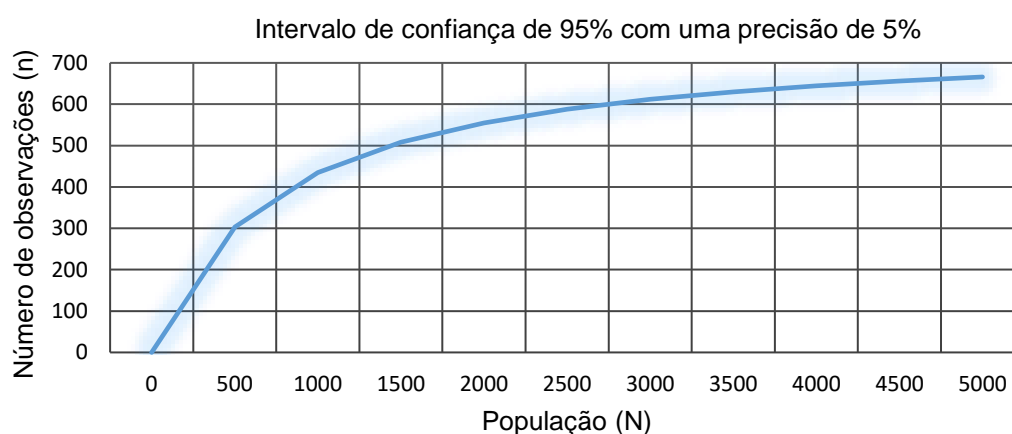


Figura 3.1. Relação entre o número de observações de uma amostra (n) e a dimensão da população (N).

3.3.3. Conteúdo do questionário

As respostas ao questionário procuraram responder a várias variáveis (Tabela 3.3). Para o processamento dos dados recorreu-se a tabelas de frequências que, posteriormente, foram convertidas em gráficos. No entanto, devido a quantidade de informação, mostrou-se relevante utilizar outras técnicas de estatística que exigiram a utilização do SPSS (*Software Package for Social Sciences*).

Tabela 3.3. Variáveis identificadas no questionário.

#	Variáveis da instituição	Âmbito
A1	Denominação da instituição	Identificar o setor público da instituição.
A6	Gestor de energia (GE)	Compreender como a função GE se encontra regulada e qual as qualificações do mesmo.
A7	Qualificações do GE	
A8	Número de edifícios	Perceber como o número de edifícios de cada instituição pode ser relacionado com a existência da função de GE.
A9	Comunicação com os colaboradores	Compreender como a comunicação com os colaboradores se processa e que impactos esta pode ter na gestão e transmissão do conhecimento em eficiência energética.
A10	Barreiras à implementação de medidas	Identificar as dificuldades sentidas à implementação de medidas de eficiência energética e quais os mecanismos económicos mais apropriados para as ultrapassar.
A11	Mecanismos financeiros	
A12	Conhecimento de apoios	Compreender se as barreiras se devem à falta de apoios ou à falta de interesse por parte das instituições em procurar estes.

Tabela 3.4 (continuação). Variáveis identificadas no questionário.

#	Variáveis dos edifícios	Âmbito
B1	Designação do edifício	Identificar o edifício.
B2	Número de colaboradores	Identificar qual a taxa de ocupação do edifício.
B3	Número médio de utentes (e doentes internados)	
B4	Área útil	Perceber se o edifício está elegível para certificação.
B5	Tipologia do edifício	Identificar o fim a que edifício se destina e quando foi construído.
B6	Período de construção	
B7	Existência de certificado energético (CE)	Compreender qual o processo de certificação em que o edifício se encontra e, no caso de já ter sido emitido CE, quando a emissão ocorreu.
B8	Data de emissão do CE	
B9	Existência de auditorias energéticas	Perceber se estão a ser executadas auditorias energéticas e quando estas ocorreram.
B10	Data da última auditoria	
B11	Deficiência energéticas	Identificar que deficiências os edifícios sofrem.
B12	Equipamentos de climatização	Identificar os equipamentos de climatização que existem.
B13	Medidas implementadas	Identificar medidas que tenham sido implementadas.
B14	Temperatura do termóstato no Verão	Entender como os colaboradores calibram os equipamentos de climatização.
B15	Temperatura do termóstato no Inverno	

3.4. Análise e discussão dos resultados

3.4.1. Eficiência energética nos edifícios públicos (capítulo 4)

Caracterização dos edifícios do setor público e apresentação dos resultados do questionário

No capítulo 4 identificaram-se os edifícios do setor público e o universo amostral, tal foi realizado ao cruzar-se e tratar-se a informação de vários documentos, entre os quais:

1. *Lista de entidades do setor institucional administração pública 2016* (INE, 2016);
2. Relatórios do Sistema de Informação de Imóveis do Estado (entre 2009 e 2016), de acesso público no portal da Direção Geral do Tesouro e das Finanças (DGTF);
3. Tratamento estatístico do número de edifícios públicos certificados, após a emissão do Decreto-Lei 118/2013, fornecidos pela ADENE (Agência Nacional de Energia);

Os resultados apresentados basearam-se nas respostas ao questionário, que são divulgados sobre a forma de gráficos de barras emparelhadas, aos quais está anexada a respetiva tabela de respostas, em valores absolutos, às diferentes questões.

Posteriormente, para validar a análise efetuada e agrupar os edifícios de acordo com as suas deficiências energéticas foram utilizadas duas técnicas: a análise de fatores e a análise por clusters.

Análise de fatores

Uma das técnicas utilizadas através do SPSS foi a análise de fatores (AF), que exigiu a conversão prévia das respostas ao questionário para um formato que fosse aceite pelo software.

A AF é uma técnica de análise multivariada utilizada no estudo de amostras. Pressupõe-se que as respostas obtidas e as diversas variáveis podem estar correlacionadas entre si. Assim,

a utilização desta técnica resulta na escrita de um conjunto de fatores (X_i) como combinação linear das variáveis existentes (Y_j), com $i < j$ (Dancey, 2006).

Neste estudo, porque os dados da amostra são qualitativos e difíceis de processar, converteram-se as variáveis iniciais em novas variáveis binárias, em que “0” representa a ausência da característica e “1” a presença da mesma. Este procedimento fez com que a variável “deficiências em eficiência energética” tivesse de ser desdobrada em 10 novas variáveis binárias. Dito isto, a utilização da AF permitiu reduzir o número de variáveis sem que houvesse uma perda significativa de informação.

Para efeitos de análise, utilizou-se a AF através da análise de componentes principais (ACP), a qual pressupõe a execução dos seguintes 3 passos (Moreira, 2007):

- i. Validação do modelo;
- ii. Extração das componentes principais;
- iii. Rotação dos fatores;

Apesar destes passos poderem ser executados automaticamente pelo software SPSS é, no entanto, essencial perceber como ocorre a validação do modelo.

O primeiro passo consiste no cálculo da matriz das correlações, com o objetivo de se verificar a correlação entre as várias variáveis (Y_j). Num segundo passo ocorre a avaliação do modelo de acordo com a medida de adequação Kayser-Meyer-Olkin (KMO), uma medida de homogeneidade das variáveis (Tabela 3.4), que compara as correlações simples com as correlações parciais observadas (Maroco, 2007). Por último, executa-se também o teste da esfericidade de Bartlett, que testa a hipótese de a matriz das correlações ser a matriz identidade (Moreira, 2007). Para rejeição desta hipótese, o valor resultante deverá ser inferior a 0.001 (Maroco, 2007).

Tabela 3.4. Avaliação dos valores de KMO (Maroco, 2007)

Valor de KMO	Recomendação relativamente à AF
]0.9 – 1.0]	Excelente
]0.8 – 0.9]	Boa
]0.7 – 0.8]	Média
]0.6 – 0.7]	Medíocre
]0.5 – 0.6]	Mau, mas ainda aceitável
≤ 0.5	Inaceitável

Se as condições mencionadas se referem à adequabilidade do modelo, existem ainda outras que devem ser obedecidas, ou não fará sentido aplicar a ACP, são elas (Moreira, 2007):

1. Existências de uma amostra suficientemente elevada;
 - a. $n \geq 50$, para $j=5$;
 - b. $n \geq 10 \times j$, se $5 \leq j \leq 15$;
 - c. $n \geq 5 \times j$, se $j \geq 15$;
2. Variáveis quantitativas;
3. Existência de correlação entre as variáveis;

Análise por clusters

À semelhança de Pan et al. (2016), recorreu-se à técnica *clustering* para analisar a amostra. No seu trabalho, ele analisa um conjunto de 600 edifícios com condições próximas ou que fossem NZEB. Utilizando a técnica *2stepcluster* ele identifica diferentes grupos de edifícios e que variáveis têm maior influência nesta divisão. Feito isto, em cada *cluster* ele escolhe um edifício NZEB representativo e examina estratégias que podem ser utilizadas para alcançar o desempenho energético característico destes edifícios (Pan et al. 2016).

Nesta dissertação a técnica *2stepcluster* é utilizado como continuidade da AF, tendo como agrupar os edifícios de acordo com as suas deficiências energéticas. Esta técnica é um método hierárquico, quer isto dizer que, recorrendo a um processo iterativo, agrega os diferentes casos individuais de acordo com a sua proximidade, recorrendo para tal a dois critérios: o *log-likelihood distance* e o BIC (Critério de informação de *Bayesian*).

O critério *log-likelihood distance* é uma técnica que mede a distância entre os diferentes casos, baseando-se na dispersão (variância) existente entre os mesmos. Esta é procedida por um processo iterativo que aglomera os vários *clusters* que se vão formando. No decorrer deste processo, utiliza-se o BIC, que avalia cada combinação realizada, para determinar o número ótimo de *clusters*. Enquanto os valores apresentados por este critério forem baixos, significa que o número de clusters existentes é bom (Bacher, 2004; Malang, 2011).

Antes de se analisar esta técnica deve-se garantir que (Pan et al., 2016):

1. Não existe nenhuma variável dominante, isto é, com respostas demasiado homogêneas;
2. Não são incluídas variáveis sem valores, sendo aconselhável que haja um processo de refinamento dos dados antes de se prosseguir com a execução da técnica;
3. Utilizar o coeficiente de silhuetas para controlar a qualidade do cluster, devendo os valores de ser superiores a 0,2.

3.4.2. Caso de estudo: FCT NOVA

O caso de estudo foi construído tendo como base dissertações de mestrado anteriores, os consumos de eletricidade da faculdade e os resultados das auditorias de energia efetuadas aos edifícios I, II e Departamental.

Após se ter identificado as barreiras do caso de estudo geral (setor público), confrontou-se a Divisão de Apoio Técnico da FCT NOVA com estas, sendo pedido que identificassem as que eram um impedimento à implementação de medidas de eficiência energética na faculdade.

3.4.3. Discussão

Na discussão comparou-se as características das diversas instituições do setor público, com o objetivo de se perceber que semelhanças e diferenças existiam entre os diversos segmentos do setor público. De seguida, analisaram-se as várias características, visando-se perce-

ber como estas poderiam estar relacionadas com as barreiras mencionadas na revisão de literatura. A classificação destas e as soluções propostas foram realizadas tendo como base trabalhos anteriormente efetuados nesta temática.

4. Eficiência energética nos edifícios

4.1. Caracterização dos edifícios do setor público

Na revisão de literatura observou-se que existe uma forte necessidade em diminuir e tornar mais eficiente o consumo de energia, nomeadamente, no setor dos edifícios que são responsáveis por consumir, em Portugal, 30% do total de energia e 60% do total da eletricidade produzida (DGEG, fide PORDATA, 2016a).

Nos últimos anos, novos modelos de edifícios surgiram, caracterizados por emitirem menores quantidades dióxido de carbono para a atmosfera e por possuírem uma elevada eficiência. São exemplo as casas passivas ou os edifícios NZEB (edifícios com necessidades energéticas nulas). Associado a isto, o facto de atualmente existir um rácio de habitações por família de 1,44 faz com que se seja pertinente repensar qual deverá ser a estratégia futura para reduzir a energia neste setor: reabilitar ou construir mais edifícios para substituir os atuais?

No âmbito desta dissertação, trata-se a reabilitação de edifícios como uma das áreas que poderá ter grande impacto na estratégia a seguir. Isto porque, o parque edificado português é composto atualmente por cerca de 3 milhões e quinhentos edifícios, dos quais, 70% foram construídos antes de 1991 (Tabela 4.1), altura em que não existia qualquer tipo de regulamentação ou requisitos mínimos de construção a seguir.

Tabela 4.1. Número de edifícios construídos por época de construção (Adaptado de PORDATA, 2016b).

Época de construção	Número de edifícios	% cumulativa
Antes de 1919	206 343	6
1919 - 1945	305 696	15
1946-1960	387 340	25
1961-1970	408 831	37
1971-1980	588 858	54
1981-1990	578 845	70
1991-2000	558 471	86
2001-2011	510 005	100
Total	3 544 389	100

A ADENE (Agência Nacional de Energia) aponta que pelo menos 1 milhão destes edifícios apresentam necessidades de reparação, o que se traduz em 180 milhões de m² de paredes (isolamento), 24 milhões m² de janelas e 125 milhões de m² de coberturas (ADENE, 2016a).

Para efeitos de dissertação, interessa analisar os edifícios do setor público do Estado. Os dados revelam que grande parte dos edifícios se encontram concentrados em zonas urbanas e são, em 48% dos casos, edifícios de serviços (Tabela 4.2). De se notar que, são estes 18 mil edifícios, 0,5% do stock edificado nacional, que foram responsáveis por 5% do consumo de eletricidade, em Portugal, no ano de 2013 (Figura 4.1).

Tabela 4.2. Tipologia dos imóveis do Estado (DGTF, 2016a).

Tipo de imóvel	Número de edifícios	%
Edifício/prédio para serviços	8 577	48
Andar/apartamento	1 322	7
Moradia/casa	1 441	8
Loja	154	1
Armazém	134	1
Outros	745	4
n.d.	5 531	31
Total	17 904	100

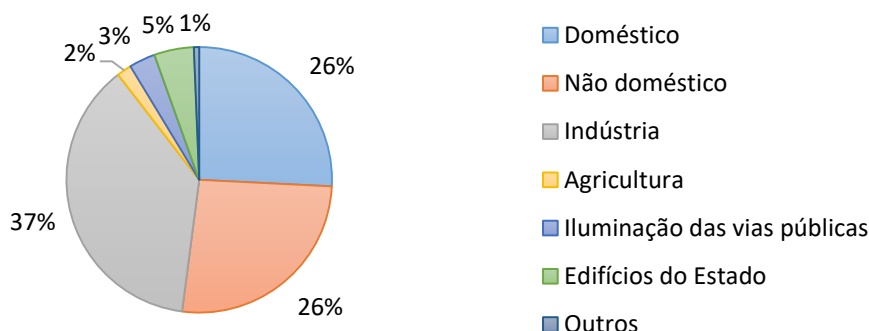


Figura 4.1. Consumo de eletricidade em Portugal, por setor de atividade, no ano de 2013 (DGEG, fide PORDATA, 2016a).

Pelo facto de só em 2012 se ter finalizado o primeiro recenseamento aos imóveis do Estado, existem edifícios que ainda não foram caracterizados, os quais estão representados, na Tabela 4.2, por “n.d.”.

Espera-se que o número de edifícios públicos seja superior a 18 mil, uma vez que, prevê-se que existam mais edifícios na Administração Local (constituída por cerca de 3 mil instituições) do que aqueles que foram registados até à data (1 529 edifícios) (Tabela 4.3) (DGTF, 2016b).

Dos edifícios cedidos gratuitamente pelos ministérios a outras instituições públicas, a lista é liderada pelo Ministério da Defesa Nacional (com 89% da área bruta cedida), sendo seguido pelo Ministério da Educação (com 5% da área bruta cedida) (DGTF, 2016a).

Tabela 4.3. Imóveis por setor (DGTF, 2016b).

Setor	Número de edifícios	%
Administração Central	12 216	68
Administração Regional	17	0
Administração Local	1 529	9
Mista (compropriedade)	297	2
Entidades privadas	1 982	11
n.d.	1 846	10
Total	17 904	100

A AECOPS (Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas) estima que o setor não residencial público possua uma área útil de cerca de 57 milhões de m², com um potencial de reabilitação que pode ascender os 6 mil milhões de euros (AECOPS, 2009).

Dos edifícios públicos existentes, apenas 451 estão certificados (Tabela 4.4), havendo apenas 22 com a emissão de pré-certificado. De acordo com a ADENE, dos certificados energéticos emitidos, mais de 50% deles foram classificados nas classes C, D, E ou F, remetendo para o facto de poder existir espaço para melhoria, caso se opte por implementar medidas de eficiência energética. Deve-se ter em conta que, os dados da Tabela 4.4 apenas contabilizam os certificados emitidos a partir de dezembro de 2013, com a publicação do Decreto Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, que veio alterar o método de cálculo das necessidades energéticas dos edifícios.

Tabela 4.4. Certificados energéticos emitidos desde dezembro 2013 (Adaptado de ADENE, 2017a).

Tipologia	CE	Pré CE	Novo
Centros hospitalares sem internamento	21	0	0
Centros hospitalares com internamento	7	0	1
Ensino básico (2.º e 3.º ciclo)	18	5	4
Ensino Secundário	10	2	1
Ensino Superior	15	2	2
Escritórios	303	8	18
Tribunais, ministérios e câmaras	25	5	1
Total	402	22	27

4.2. Características da amostra

Antes de se proceder à análise dos resultados, é importante perceber qual o rigor destes e o seu grau de aplicabilidade. Dependendo do setor, o *intervalo de confiança* da amostra, com uma precisão de 5%, pode variar significativamente, sendo possível encontrar duas situações distintas:

Na primeira situação incluem-se todas as instituições com um intervalo de confiança inferior a 80%: as câmaras municipais e as comunidades intermunicipais (CM), a Administração Central e a Administração Regional (ACR), as escolas básicas e/ou secundárias (EBS) e o ensino superior (ESI). O número de respostas obtidas por estas instituições não foi suficientemente

elevado, razão pelo qual é desapropriado conjecturar os resultados para o contexto nacional. Apesar disso, estes dados são úteis para validar da existência e a possibilidade de ocorrência de determinadas ocorrências.

Na segunda situação incluem-se todas as instituições com um *intervalo de confiança* superior a 80%, nomeadamente, as Juntas de Freguesia (JF), com um *intervalo de confiança* próximo de 90%, o qual é tido como um valor de referência no tratamento estatístico de dados (SEMATECH, 2012). Assim, pode-se afirmar que as conclusões são válidas para a maioria das JF.

Na Tabela 4.5 podem-se consultar os dados estatísticos referentes à amostra recolhida: O universo de cada setor (N), o número de respostas ideal para se obtivesse esse *intervalo de confiança* (n_{ideal}), o número de respostas obtidas (n_{real}) e o *intervalo de confiança* (IC) da amostra.

É relevante mencionar que o setor público, no seu total, possui um IC de 92%, com uma precisão de 5%. Quer isto dizer que, existe uma forte possibilidade de as características estudadas serem encontradas em grande parte dos edifícios (92 em cada 100).

Tabela 4.5. Dados estatísticos do universo e da amostra recolhida.

Designação	População (N)		Amostra (n_{ideal})	Respostas (n_{real})	IC (%)
	Alvo	Contactada			
Juntas de Freguesia	3 092	2 917	235	213	88
Municípios	391	359	58	28	72
Administração Central	75	62	14	4	59
Administração Regional	104	88	19	10	74
Agrupamentos de escolas	881	872	138	27	50
Ensino Superior	206	200	36	5	42
Centros hospitalares	20	20	4	6	97
Total	4 769	4 518	256	293	92

A análise da Tabela 4.5 deverá ter em consideração:

- A ausência de instituições públicas na *Lista de entidades do setor institucional administração pública 2016* (INE, 2016), pelo que poderá haver casos que não foram contabilizados;
- A existência de JF com contactos incorretos e sem informação online, pelo que não foram contactadas. Sabe-se que estas existem por serem mencionadas na Carta Administrativa Oficial de Portugal 2016 (DGT, 2016).
- Os municípios incluem, quer as câmaras municipais, quer as comunidades intermunicipais;
- O ensino superior apenas abrange as instituições públicas. Excluem-se as instituições privadas (DGEEC, 2017);
- O universo de escolas corresponde ao número de agrupamentos;
- O universo de hospitais corresponde ao número de centros hospitalares (SNS, 2017). Neste caso em específico, as respostas apresentadas podem incidir apenas num dos hospitais do centro hospitalar.

A Administração Pública é constituída por instituições bastante distintas, pelo que se analisou individualmente cada setor (Central, Regional e Local) e cada subsetor de acordo com o seu poder executivo.

Para efeitos de tratamento de dados, tendo em consideração as tipologias de edifícios indicadas em Decreto-Lei, foi realizado o seguinte arrumo:

A Administração Local foi segmentada como: (i) Juntas de freguesia não elegíveis para emissão de CE (JF1); (ii) Juntas de Freguesia elegíveis para emissão de CE (JF2); (iii) câmaras municipais e comunidades intermunicipais (CM);

1. Juntas de Freguesia (JF1): constituem todas as instituições que se encontram numa das seguintes situações: não são proprietárias de nenhum edifício; encontram-se parcialmente hospedadas num edifício da câmara; os edifícios que referiram no questionário não totalizam uma área útil superior a 250 m²;
2. Juntas de Freguesia (JF2): constituem todas as instituições que possuem pelo menos um edifício que totaliza uma área útil superior a 250 m², o qual é, por essa razão, elegível para um processo de auditoria que poderá ser seguido pela posterior emissão do CE.
3. Câmaras municipais e comunidades intermunicipais: A par das freguesias, constituem todas as instituições cujos edifícios são elegíveis para emissão de CE.;

Quanto à ACR, devido ao limitado número de respostas, uniram-se estes dois setores, uma vez que, os edifícios possuíam a mesma tipologia: de escritórios.

As EBS retratam as instituições constituídas por edifícios com tipologia de ensino. Traçou-se estas como pertencentes a um segmento distinto, uma vez que, as suas características (taxa de ocupação e tipologia) são significativamente distintas das dos segmentos anteriores;

Às instituições de ensino superior juntaram-se os institutos e laboratórios de investigação da ACR. Os edifícios retratados neste grupo, embora possam ter uma componente de ensino, focam-se também em investigação científica.

Os centros hospitalares constituem um outro segmento. Neste incluem-se os edifícios com tipologia de saúde com e sem internamento.

4.3. Resultados do questionário

4.3.1. Caracterização das instituições

A6. Responsável pela gestão da energia

A Figura 4.2 revela como a função de gestor de energia encontra-se distribuída nos vários segmentos do setor público, sendo possível distinguir duas situações predominantes.

A primeira situação, partilhada pelas JF e pelas EBS, é caracterizada por não prever a existência da função de gestor de energia, em valores que superam os 70% do número total de respostas.

A segunda situação, partilhada pelas CM, pelo ESI e pelos Hospitais, é caracterizada por as instituições possuírem um colaborador permanente responsável pela manutenção e gestão da energia dos edifícios, em valores que superam os 70% do número total de respostas.

Apesar de ser possível identificar estas duas situações, em cada uma delas, é possível encontrar outras variantes que merecem ser mencionadas.

À exceção dos hospitais, em todos os segmentos existem instituições que não preveem a existência de um responsável pela gestão da energia nos edifícios.

Quer nas JF, quer nas ACR, existem casos em que a manutenção e gestão da energia dos edifícios é responsabilidade de uma entidade terceira (proprietária dos edifícios). Nas JF é comum as entidades proprietárias serem as respetivas CM. Por outro lado, nas ACR, as entidades proprietárias dos edifícios das direções gerais ou regionais são os respetivos ministérios.

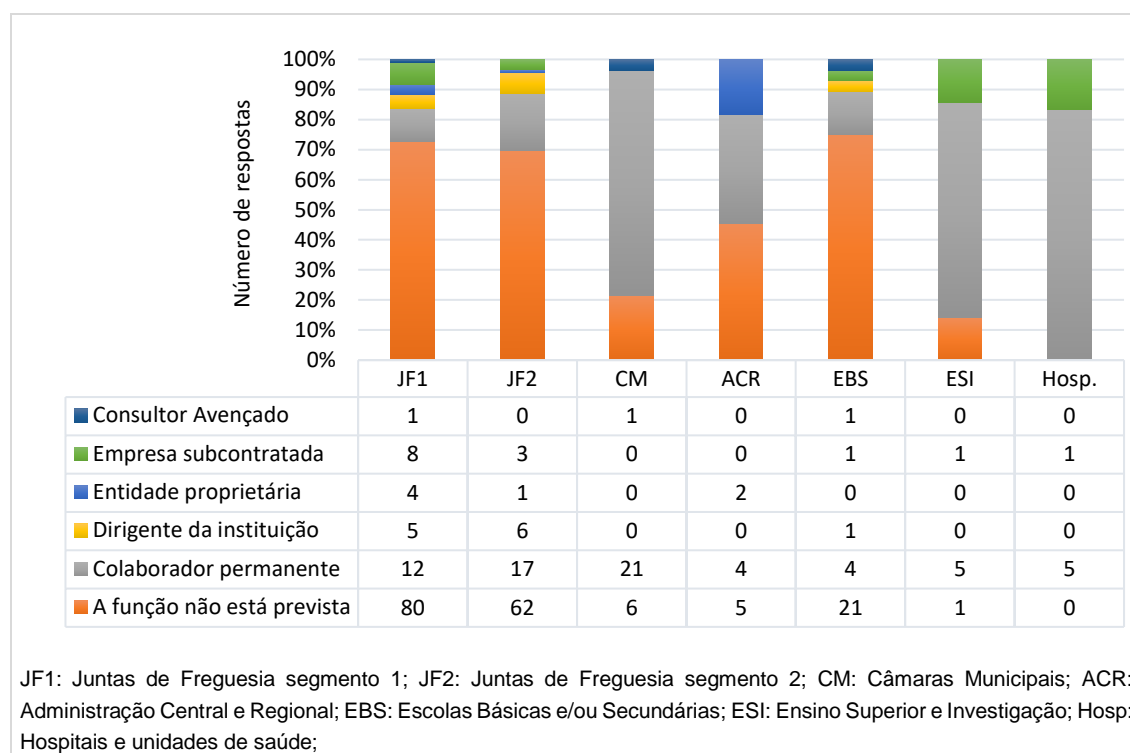


Figura 4.2. Responsável pela gestão da energia nos edifícios do setor público.

A7. Qualificações do responsável pela gestão da energia

Uma vez identificado como a função de gestor de energia pode variar nos diversos setores, é relevante perceber qual o grau de qualificações que existe no exercício da mesma atividade. Tal é demonstrado na Figura 4.3 que exhibe, em cada setor, as qualificações do responsável pela gestão da energia.

À semelhança da questão A6, é novamente possível distinguir duas situações predominantes.

A primeira situação, partilhada pelas JF, é caracterizada por o responsável pela manutenção e gestão da energia não possuir qualquer formação, em valores que alcançam 70% do total de respostas. Possivelmente, também nesta situação, poderão ser incluídas as EBS e o ESI. No entanto, tal não é efetuado devido ao número limitado de respostas em cada um destes segmentos.

A segunda situação, partilhada pelas CM e pelos Hospitais, é caracterizada por o responsável pela manutenção e gestão da energia possuir formação superior na área.

Existem outras situações que devem ser mencionadas.

À exceção da ACR e dos Hospitais, todos os segmentos do setor público têm instituições em que o responsável pela gestão da energia não possui competências. A análise das respostas ao questionário permitiu averiguar que, no setor local, algumas das vezes, é o dirigente da instituição (presidente das JF) o responsável pela sugestão e implementação de medidas.

Na opção “Outro” referiu-se o facto de os edifícios serem propriedade de outra entidade, pelo que a manutenção e gestão da energia destes era da sua responsabilidade (também mencionado na questão B6).

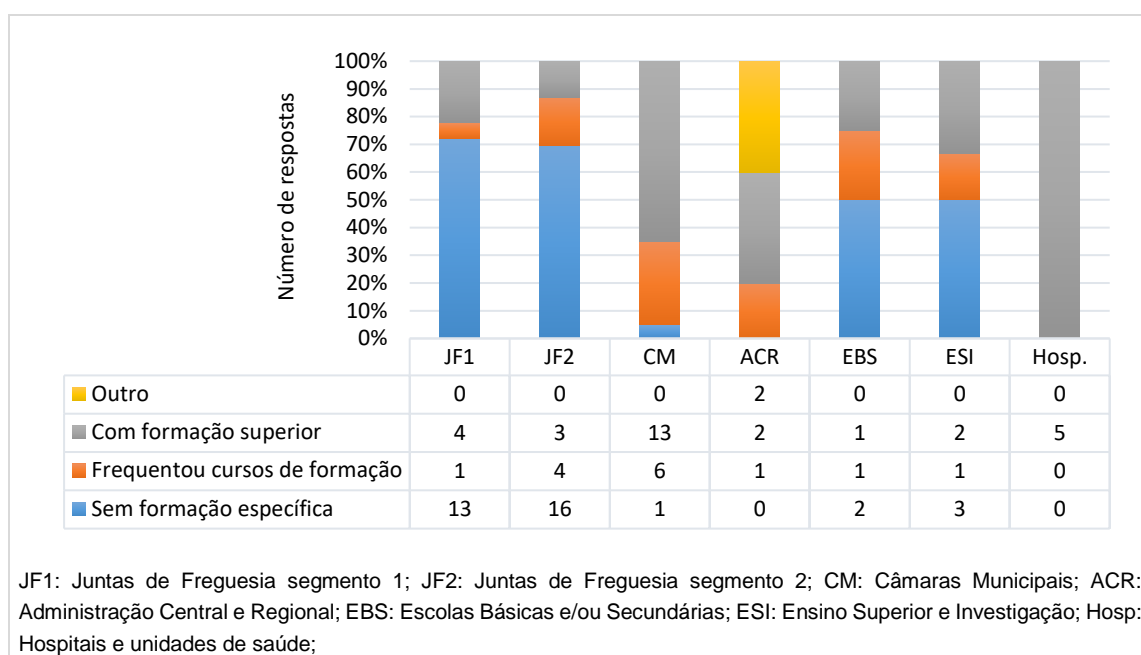


Figura 4.3. Qualificações do responsável pela gestão da energia nos edifícios do setor público.

A8. Número de edifícios por instituição

Apesar das instituições só terem registado alguns dos edifícios que detinham aquando o preenchimento do questionário, procurou-se descobrir qual o número real de edifícios pelos quais estas eram responsáveis.

Os resultados, na Figura 4.4, mostram que, à exceção das CM, o número de edifícios detidos pelas restantes instituições varia entre 1 e 49. Ao nível do município, este intervalo aumenta, sendo possível encontrar CM responsáveis por cerca de 500 edifícios, tal como se verificou nas respostas ao questionário.

Estes valores demonstram que é necessário continuar com o processo de recenseamento dos edifícios públicos. Isto acontece porque, no início deste capítulo mencionou-se (Tabela 4.3), a partir dos relatórios produzidos pela DGTF, que o número de edifícios detidos pela

Administração Local era de 1 529 (DGTF, 2016b), no entanto, apesar da amostra recolhida apenas cobrir parcialmente este setor, o número de edifícios referidos cobriu um total de 2 069. Como causa para esta inconsistência de resultados atribui-se o facto de: (i) ainda existirem edifícios por recensear e; (ii) existir a possibilidade de haver edifícios controlados por órgãos da Administração Local, mas que pertencem ao setor da Administração Central.

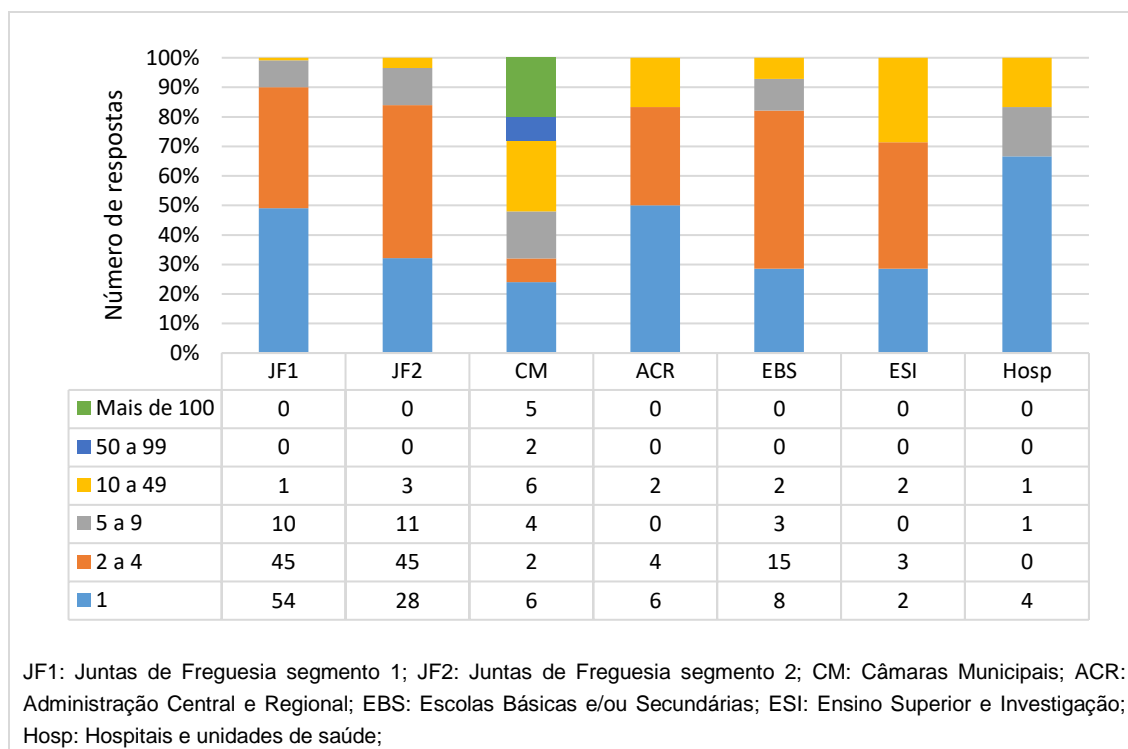


Figura 4.4. Número de edifícios detidos pelas instituições do setor público.

A9. Comunicação para a eficiência energética

A Figura 4.5 expõe como a comunicação com os colaboradores, no âmbito da temática eficiência energética, se desenrola após a implementação de medidas. De se notar que, enquanto nas questões anteriores era possível identificar situações predominantes, tal não acontece nesta questão, com cada segmento a apresentar várias características distintas.

As JF comportam-se de modo bastante semelhante, revelando a existência de alguma inércia na implementação de medidas de eficiência energética. Nas JF1, mais de metade dos casos (55%), responderam que nunca se implementaram medidas de eficiência energética e, embora nas JF2 a situação seja um pouco melhor (apenas 37% dos casos), ainda assim a inexistência de qualquer tipo de ação continua a predominar sobre as outras opções. De se notar que, nas JF2 surge a realização de ações de formação (4% dos casos), algo inexistente nas JF1.

Nas CM a situação revela-se um pouco distinta das JF, sendo o comportamento mais comum pedir sugestões aos colaboradores/utentes para melhorar a eficiência energética do edifício, o qual é seguido pelo envio de e-mails aos colaboradores a informar das alterações que ocorreram e que modificações comportamentais devem ocorrer.

Na ACR e nas EBS a situação volta a ser semelhante à das JF2, ao não terem sido implementadas qualquer tipo de medidas. No entanto, distingue-se destas por haver um incremento no número de vezes que se envia e-mails aos colaboradores a informar das alterações ocorridas.

No ESI e nos Hospitais, quer o envio de e-mails, quer a ocorrência de ações de formação são comuns. Estes segmentos destacam-se por não haver nenhuma situação, mencionada nas respostas, em que apenas fosse necessário avisar o responsável da instituição das alterações ocorridas.

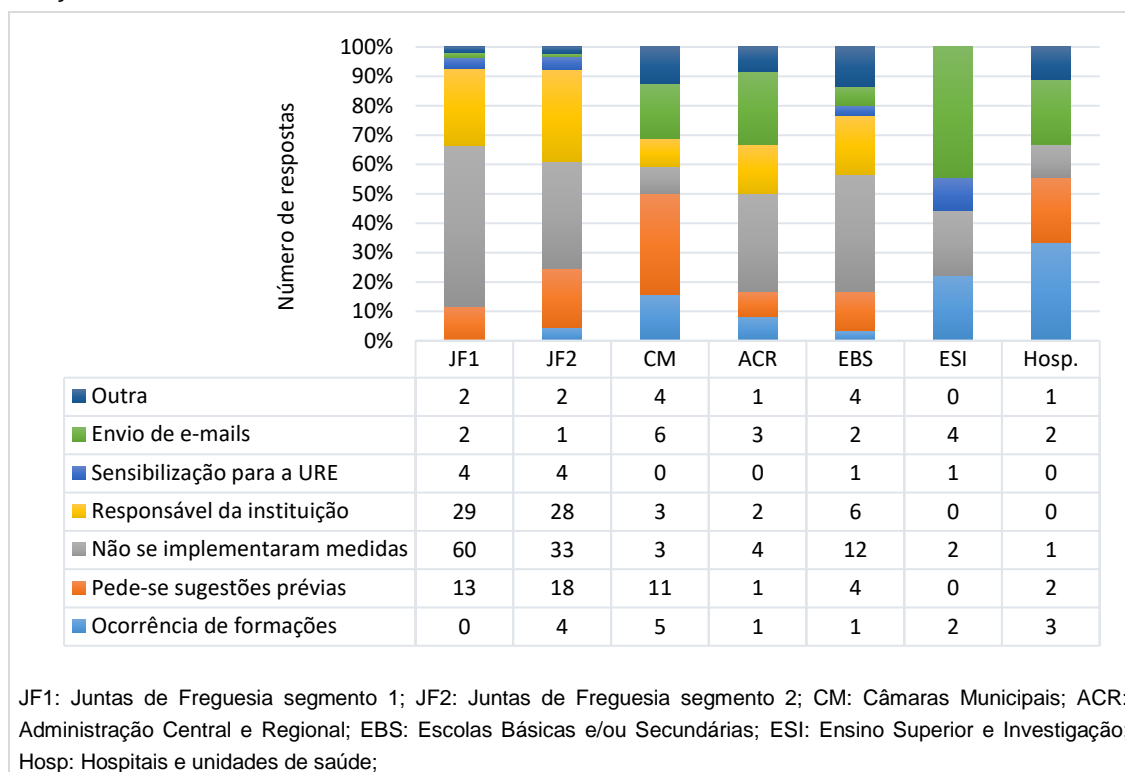


Figura 4.5. Comunicação para a eficiência energética nas instituições do setor público.

A10. Barreiras à implementação de medidas de eficiência energética

As respostas dos inquiridos à questão “quais as barreiras existentes à implementação de medidas de eficiência energética” são apresentadas na Figura 4.6.

Independentemente do poder executivo das instituições, as razões que estas identificaram como um impedimento à eficiência energética são homogéneas entre os diversos segmentos, apresentando-se a insuficiência de verbas de financiamento como a principal barreira, seguida da inexistência de verbas nas rubricas apropriadas e, por último, o facto de os benefícios serem apenas a longo prazo.

Nas JF detetou-se que as respostas fornecidas na opção “Outra” eram bastante semelhantes, como tal considerou-se uma nova opção no tratamento estatístico: “Não é relevante”. Esta opção reflete os casos em que: (i) não foram detetadas quaisquer deficiências energéticas nos edifícios; (ii) nunca houve implementação de medidas de eficiência energética; (iii) os edifícios são propriedade de terceiros, nomeadamente das câmaras municipais ou dos ministérios;

Nas EBS, na opção “Outro”, foi mencionado o facto de o orçamento disponibilizado anualmente à escola, ser bastante limitado, não sendo suficiente para suprimir todas as necessidades, nomeadamente, a manutenção ou a implementação de medidas de eficiência energética no edifício.

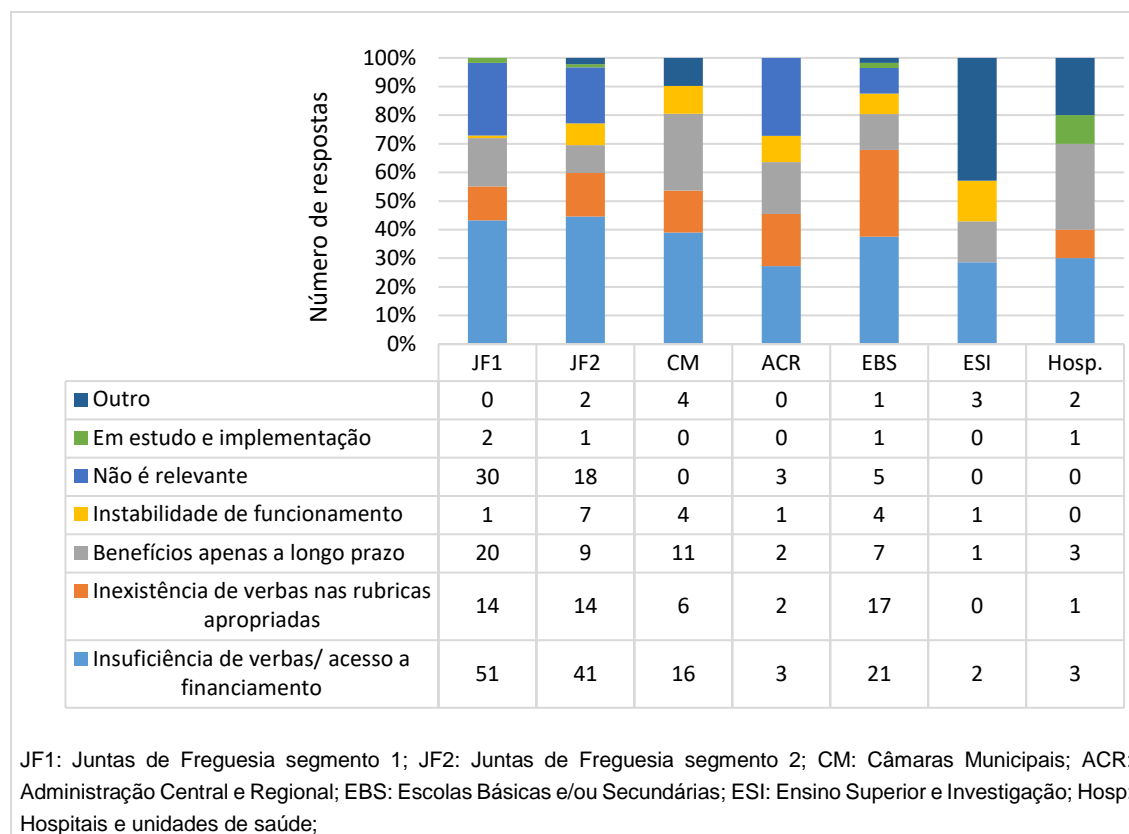


Figura 4.6. Barreiras à implementação de medidas de eficiência energética no setor público.

A11. Mecanismos de financiamento mais atrativos para as instituições

As barreiras na questão anterior incidem fortemente na falta de acesso a financiamento, razão pelo que se torna relevante perceber que tipo de mecanismos económicos são mais atrativos às instituições. Para tal, recorreu-se às respostas obtidas na questão “quais os mecanismos de financiamento mais atrativos às instituições”, cujos resultados são revelados na Figura 4.7.

Tal como aconteceu com a questão anterior, as respostas são bastante homogéneas entre os vários setores, com o mecanismo financeiro mais atrativo a ser os subsídios a fundo perdido, em detrimento das restantes opções.

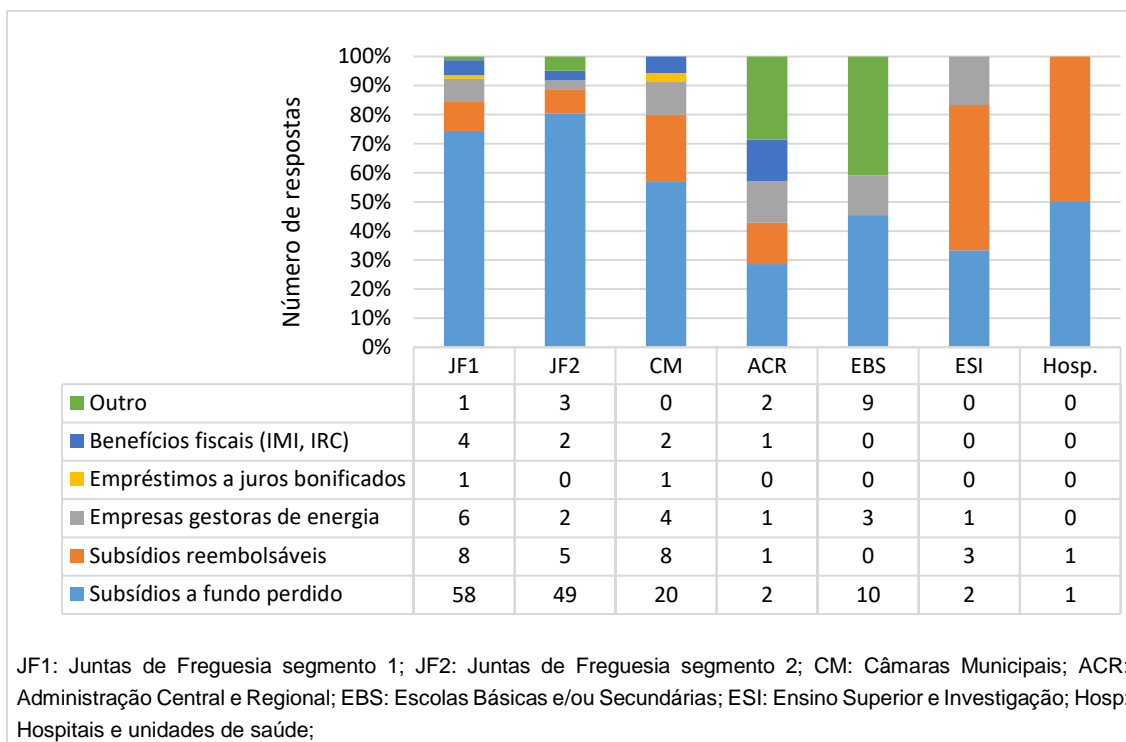


Figura 4.7. Mecanismos financeiros mais atrativos às instituições do setor público.

A12. Conhecimento de apoios e incentivos para a eficiência energética

No âmbito do tema “responsável pela função de gestão de energia” torna-se relevante abordar se as instituições conhecem programas de apoio e de incentivo que as auxiliem na implementação de medidas de eficiência energética. Assim sendo, observam-se as seguintes situações (Figura 4.8).

As respostas ao segmento JF mostram que é comum haver conhecimento sobre programas de apoio e de incentivo à eficiência energética, no entanto, na resposta “Outro” (Apêndice V), houve instituições a responderem que nunca ouviram falar de tais apoios, com algumas delas a mencionarem que, embora conheçam apoios, nunca ouviram falar destes para este nível de poder executivo.

Quer as CM, quer os Hospitais, possuem resultados bastante similares, mostrando que os colaboradores se informaram sobre o assunto. Em contraste, as EBS revelaram que nunca ouviram falar sobre quaisquer programas de apoio ou incentivo.

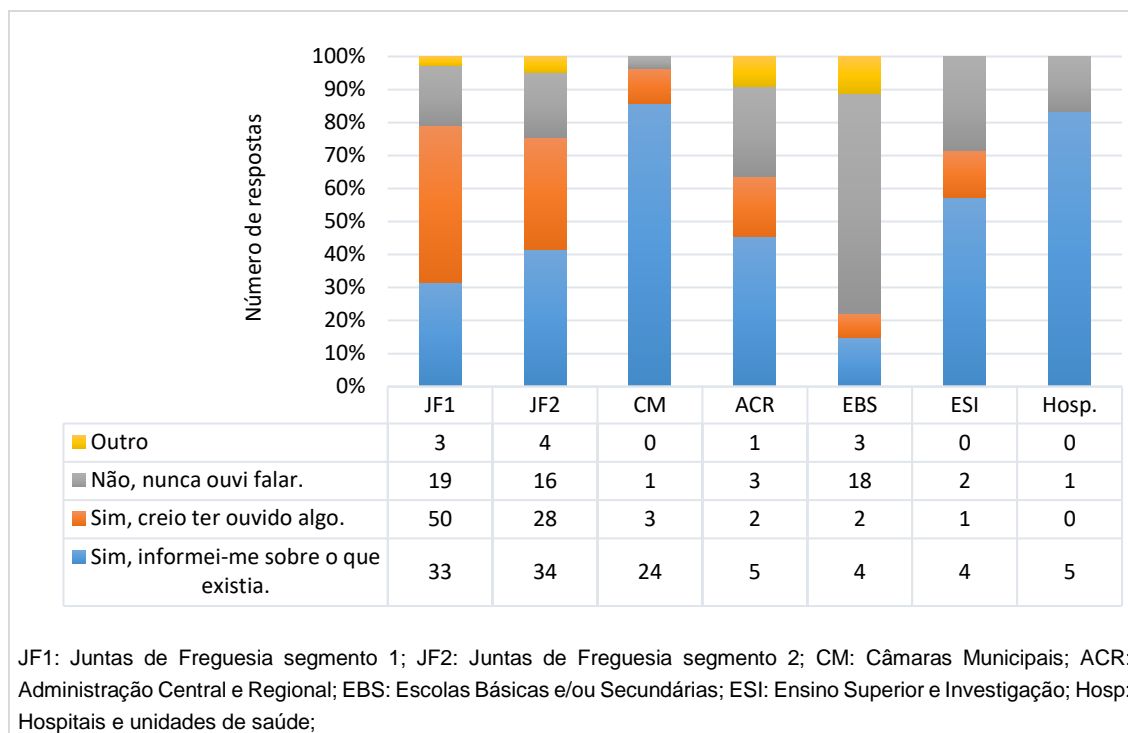


Figura 4.8. Conhecimento de apoios e incentivos para a eficiência energética pelas instituições do setor público.

4.3.2. Caracterização dos edifícios

Âmbito

Na análise desta secção deve-se ter em consideração que (i) muitas das instituições são detentoras de mais do que um edifício; (ii) em grande parte dos casos, cada instituição apenas registou um dos edifícios; (iii) o universo total (N), utilizado no cálculo do *intervalo de confiança* (IC), incide no número de instituições e não no número total de edifícios públicos que estas detêm.

Por haver segmentos com uma amostra bastante reduzida, não é possível tirar conclusões que abranjam todo o parque edificado público, no entanto, ainda assim, os dados obtidos são úteis para validar a existência de determinadas características. No apêndice IX é possível encontrar o controlo efetuado do número de respostas das perguntas B1 a B4.

B1. Designação da instituição

A Figura 4.9 indica o número de edifícios que foram contabilizados para efeitos de estudo e aqueles que foram excluídos da amostra. Como critério de inclusão considerou-se a finalidade dos edifícios: (i) escritórios; (ii) câmaras, ministérios e tribunais; (iii) ensino (EBS); (iv) ensino superior e; (v) saúde com/sem internamento. Foram excluídos os edifícios com as seguintes tipologias: (i) bibliotecas; (ii) clubes desportivos com/sem piscina; (iii) ensino (escolas primárias); (iv) armazéns;

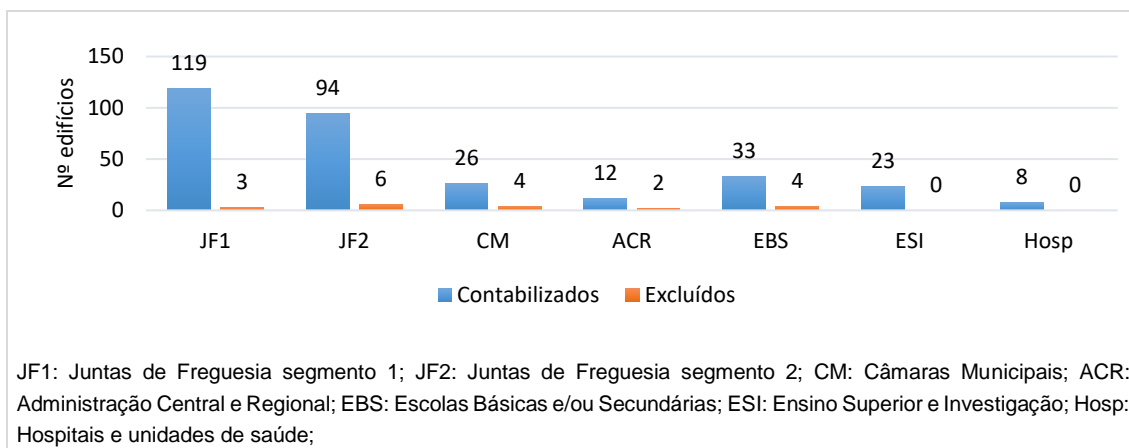


Figura 4.9. Número de edifícios do setor público português contabilizados e excluídos na amostra recolhida.

B2. Número de colaboradores por período de oito horas

A Figura 4.10. Número de edifícios do setor público português por classes de colaboradores. mostra como o número de colaboradores varia nos vários segmentos do setor público. Observa-se que, do setor local para o central e o regional, existe um incremento bastante significativo no número de colaboradores por edifício.

Nas JF existem casos em que não existe nenhum colaborador. Tal acontece porque o número de habitantes não é o suficientemente elevado, fazendo com que não seja necessário a existência um colaborador permanente que esteja disponível para o atendimento ao público.

Nas EBS, no ESI e nos Hospitais o número de colaboradores é extremamente elevado, com números que podem alcançar os dois mil.

Alguns destes resultados não estão em concordância com os dados fornecidos pela Direção Geral da Administração e do Emprego Público (DGAEP), que revela que o número médio de trabalhadores no setor local, regional e central é, respetivamente, 17,6, 334,0 e 860,4. Dito isto, esperava-se que o número de colaboradores na ACR, mencionados em amostra, tivesse sido superior.

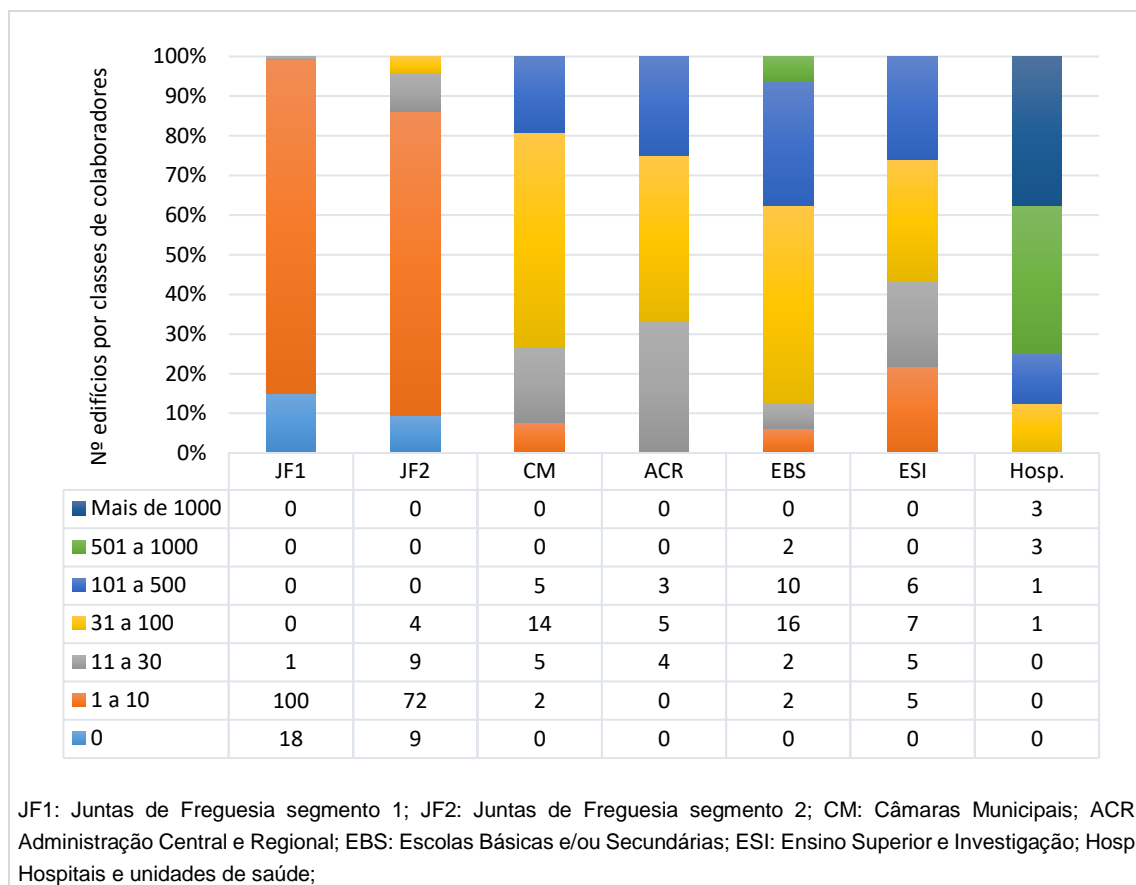


Figura 4.10. Número de edifícios do setor público português por classes de colaboradores.

B3. Número de utentes diários

A mesma análise que se efetuou ao número de colaboradores, realizou-se também ao número de utentes diários em cada edifício.

À semelhança da questão B2, o número de utentes aumenta do setor local para o regional e para o central.

De se notar que existem situações em que não existem utentes. Tal acontece porque: (i) as JF não estão abertas para atendimento ao público todos os dias; (ii) há JF que apenas funcionam sazonalmente, quando os emigrantes regressam ao país;

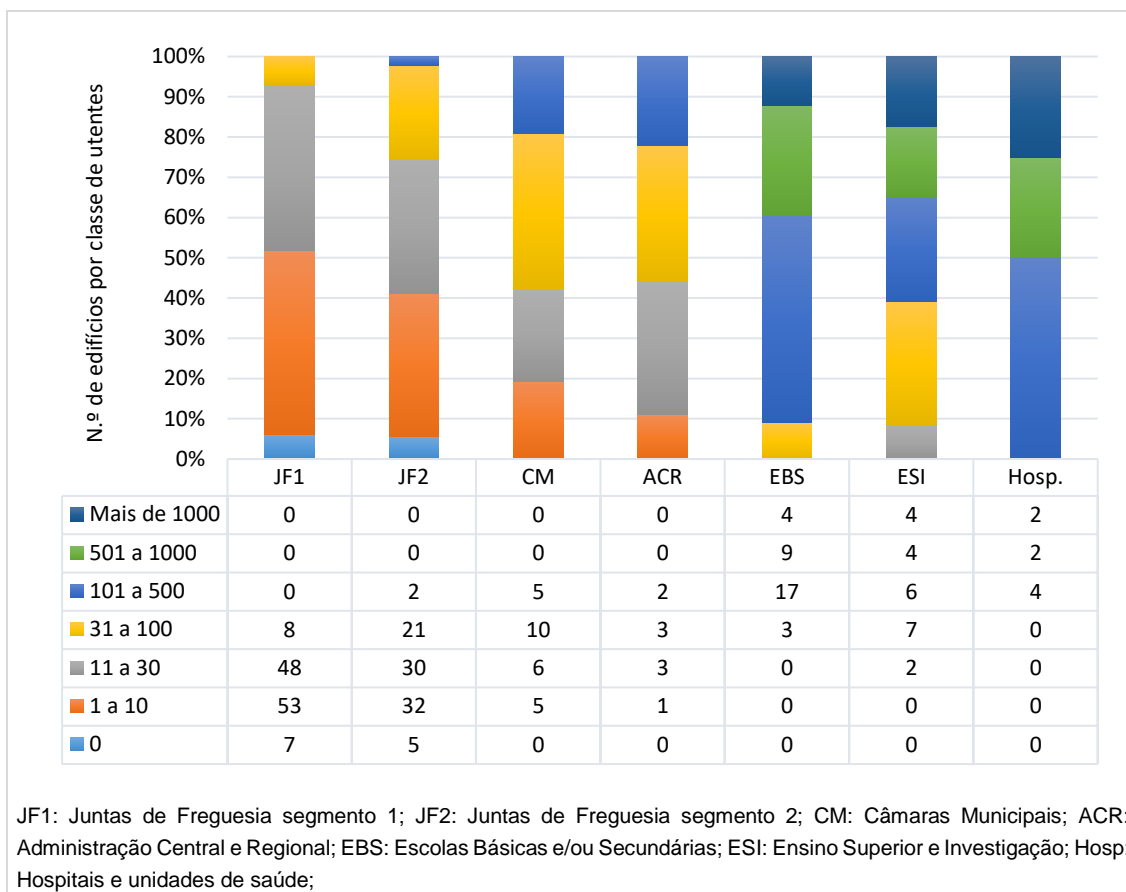


Figura 4.11. Número de edifícios do setor público português por classes de utentes.

B4. Área útil média (m^2)

A análise da Figura 4.12 mostra que os edifícios do setor público podem possuir áreas bastante distintas. Salientam-se os edifícios do EBS, do ESI e dos Hospitais, caracterizados por possuírem áreas significativamente elevadas, com a resposta mais predominante a ser “Superior a 5 mil m^2 ”.

Todos os edifícios das JF2, das CM e das ACR estão elegíveis para certificação, ao possuírem áreas superiores a 250 m^2 . De se notar que, dentro do mesmo segmento, podem existir edifícios com áreas bastante distintas, é um exemplo as CM, que possuem edifícios entre 250 m^2 e com mais de 5 mil m^2 .

Note-se que, a comparação da Figura 4.11 e da Figura 4.12, mostra variações semelhantes, sugerindo uma relação entre o número de utentes e a área dos edifícios.

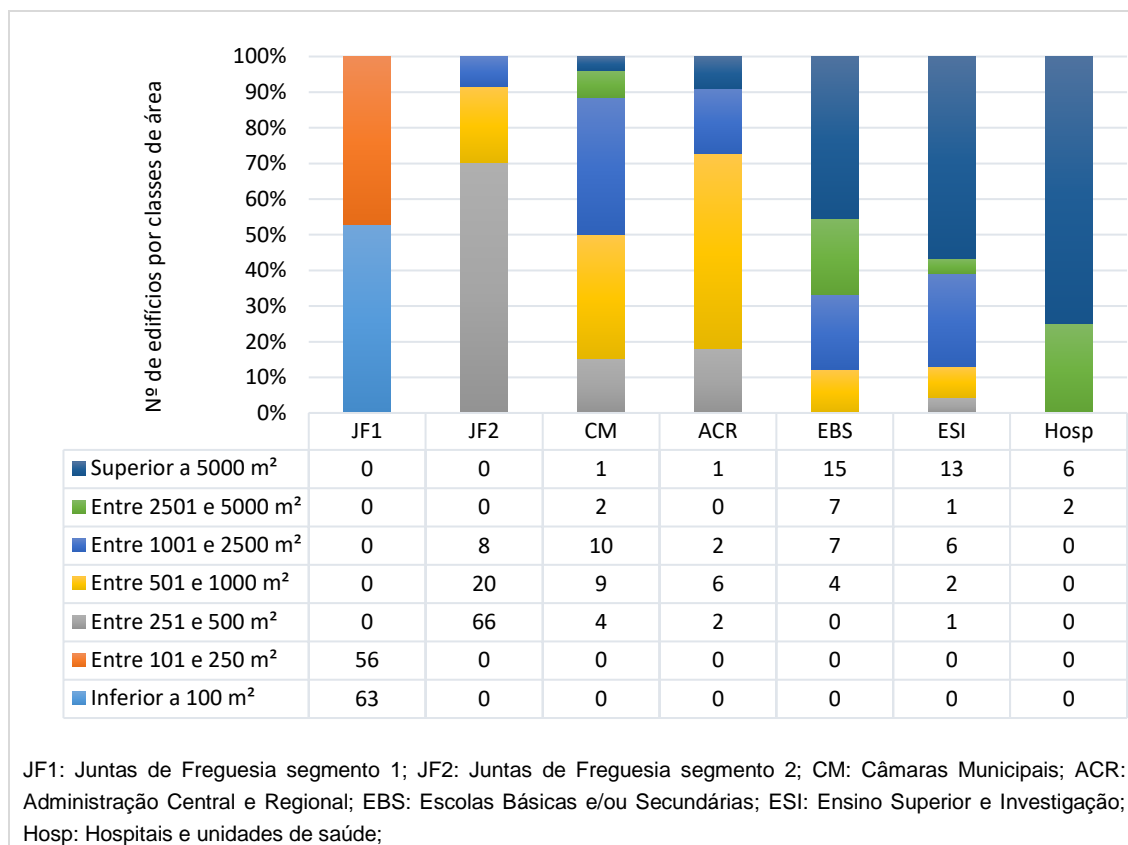


Figura 4.12. Número de edifícios do setor público português por classes de área.

B5. Tipologia dos edifícios

A Figura 4.13 indica quais as tipologias dos edifícios da amostra. É relevante mencionar que o número total de respostas, em cada segmento, poderá ser superior ao número de edifícios registados. Isto acontece por haver respostas a indicarem mais do que uma tipologia para o mesmo edifício. É exemplo, além de o edifício possuir tipologia de escritórios/ serviços, ele ser também um edifício histórico.

É relevante identificar os segmentos com características dominantes. As respostas obtidas revelam que, tal como era esperado, as EBS, o ESI e os Hospitais são edifícios com uma tipologia própria (destinados ao fim da instituição).

Quanto às seguintes características, é pertinente referir-se que existem instituições que apenas ocupam parcialmente os edifícios onde estão localizadas. Esta situação verifica-se ao nível das JF e da ACR. Como causa atribui-se o facto de o mesmo edifício ser ocupado por mais do que uma instituição.

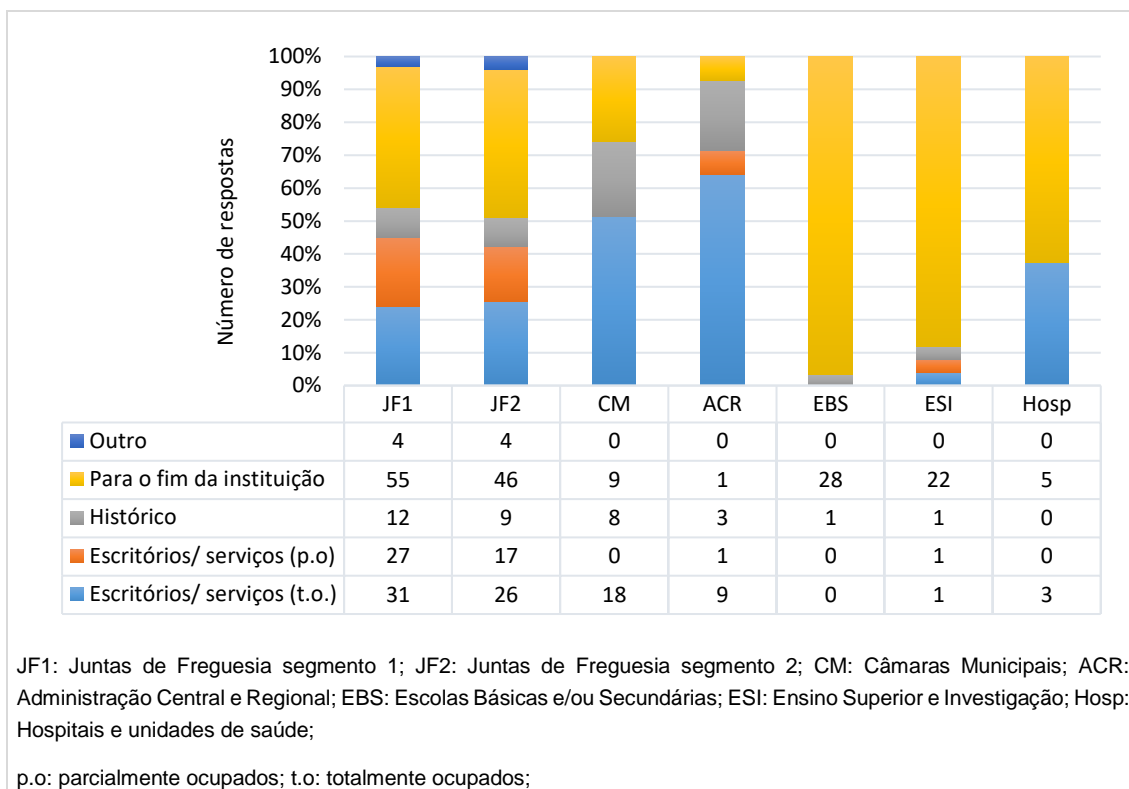


Figura 4.13. Tipologia dos edifícios do setor público em Portugal.

B6. Período de construção

A amostra de edifícios recolhida (Figura 4.14) revela que, independentemente do segmento, entre 50% a 70% dos edifícios foram construídos antes de 1990, um período marcado pela ausência de legislação e requisitos que abrangiam as soluções construtivas a seguir.

Na revisão de literatura (Tabela 4.1) mencionou-se que 70% do edificado nacional português foi construído antes de 1990. No entanto, na amostra recolhida, apenas as CM atingiram esse valor, sendo neste segmento onde se encontram os edifícios mais antigos do setor público português.

À semelhança das CM, esperava-se que a ACR apresentasse resultados semelhantes, uma vez que, muitas das instituições públicas, como ministérios e direções gerais, se encontram localizadas em edifícios históricos. No entanto, devido ao número limitado de respostas, não foi possível tirar conclusões para este setor.

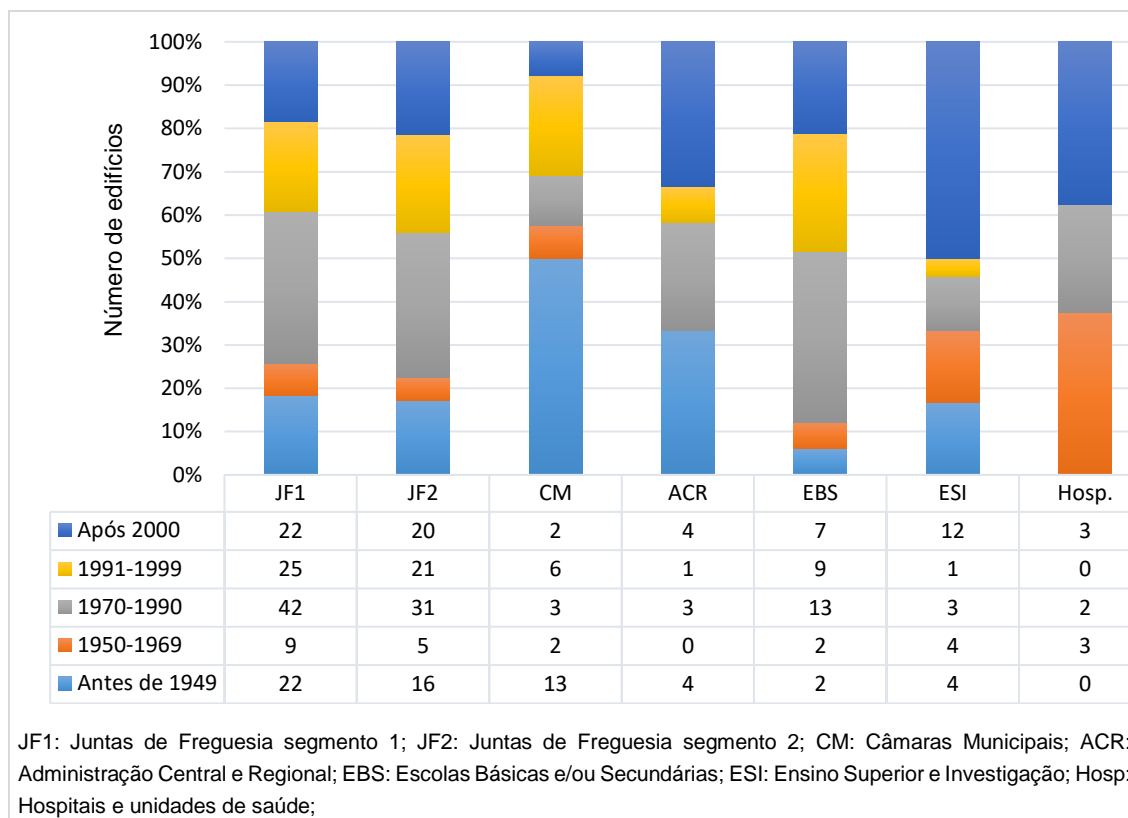


Figura 4.14. Período de construção do parque edificado do setor público em Portugal.

B7. Certificados energéticos

À semelhança do que se observou no início deste capítulo (Tabela 4.4), a Figura 4.15 mostra que o número de certificados energéticos emitidos é bastante reduzido. De se notar que existem diferenças entre os vários setores, o que permite criar duas situações distintas.

A primeira situação, constituída pelas JF e pelas EBS, é caracterizada por não se considerar a certificação dos edifícios relevante (“nunca é preciso”).

A segunda situação, constituída pelas CM, ESI e pelos Hospitais, apesar de não ter instituições com muitos edifícios certificados, mencionou-se que o processo de certificação está em fase de realização.

É pertinente observar que, à exceção do ESI, nos restantes segmentos, em intervalos que variaram entre os 10% e os 30% do total de respostas, houve instituições a responderem que os edifícios não possuíam certificados energéticos, pois estes não eram aplicáveis.

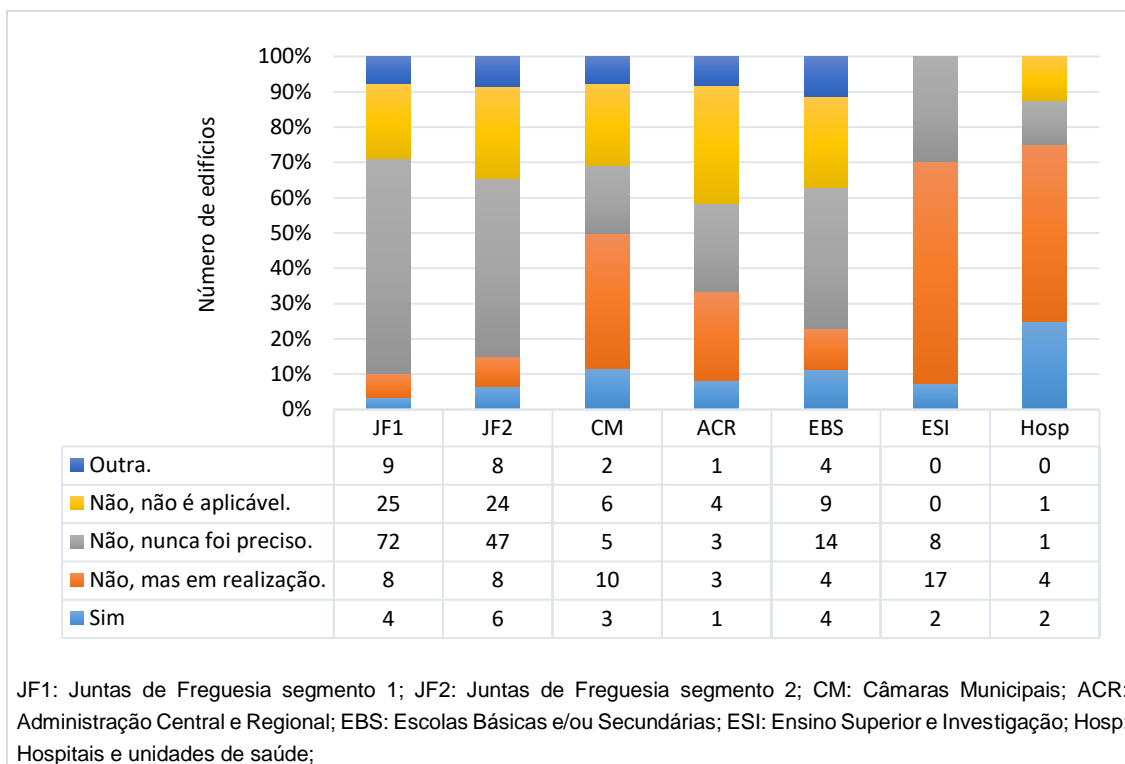


Figura 4.15. Estado do processo de certificação energética dos edifícios do setor público em Portugal.

B8. Data de emissão dos certificados energéticos

Além de tentar-se perceber se os edifícios possuem certificado energético ou não, é também relevante conhecer a data de emissões destes, uma vez que, (i) a metodologia para cálculo das necessidades de energéticas dos edifícios e os requisitos mínimos em Decreto-Lei têm vindo a sofrer alterações; (ii) os certificados energéticos têm um prazo de validade, devendo ser renovados;

A Tabela 4.6 mostra que existem CE que foram emitidos antes de 2012, ou seja, a sua emissão foi realizada antes da publicação, no Decreto-Lei n.º 118/2013, do atual método de cálculo das necessidades energéticas dos edifícios. Dito isto, não apenas o número de certificados emitidos é bastante reduzido, mas também, aqueles que foram emitidos, precisam de ser renovados.

Tabela 4.6. Período de emissão dos certificados energéticos.

Período de emissão	JF1	JF2	CM	ACR	EBS	ESI	Hosp
Antes de 2009	3	2	0	0	0	0	0
2009 a 2012	1	0	1	0	1	0	0
Após 2012	0	4	2	1	0	2	2
Total	4	6	3	1	1	2	2

B9. Auditorias energéticas

Observou-se que todos os segmentos do setor público, à exceção das JF1, possuem edifícios com uma área útil superior a 250 m², estando por isso aptos para serem certificados. Assim, é relevante perceber se os edifícios já sofreram alguma auditoria energética. Os resultados são divulgados abaixo (Figura 4.16), sendo possível encontrar três situações distintas.

A primeira situação, partilhada pelas JF, CM, ACR e EBS, ao nunca se terem efetuado auditorias energéticas. No entanto, enquanto nas JF tal acontece principalmente por não se considerar este procedimento relevante, os restantes segmentos apontam outras razões para tal, nomeadamente, a escassez de recursos financeiros.

A segunda situação, partilhado pelas instituições do ESI, é caracterizado por nunca se ter efetuado nenhuma auditoria, no entanto, esta encontra-se prevista.

A terceira situação, partilhado pelos hospitais, é caracterizada por serem efetuadas auditorias energéticas aos edifícios.

Nas respostas à opção “Outra”, a maioria das instituições referiu que nunca tinham sido executadas auditorias (sem referir a causa) ou alegavam não conhecer se estas tinham ocorrido. Nas JF foi ainda referido que o espaço era alugado e que o edifício tinha sido reabilitado há pouco tempo. Nas EBS referiu-se desconhecerem a ocorrência desse procedimento, pois tal era responsabilidade da empresa Parque Escolar.

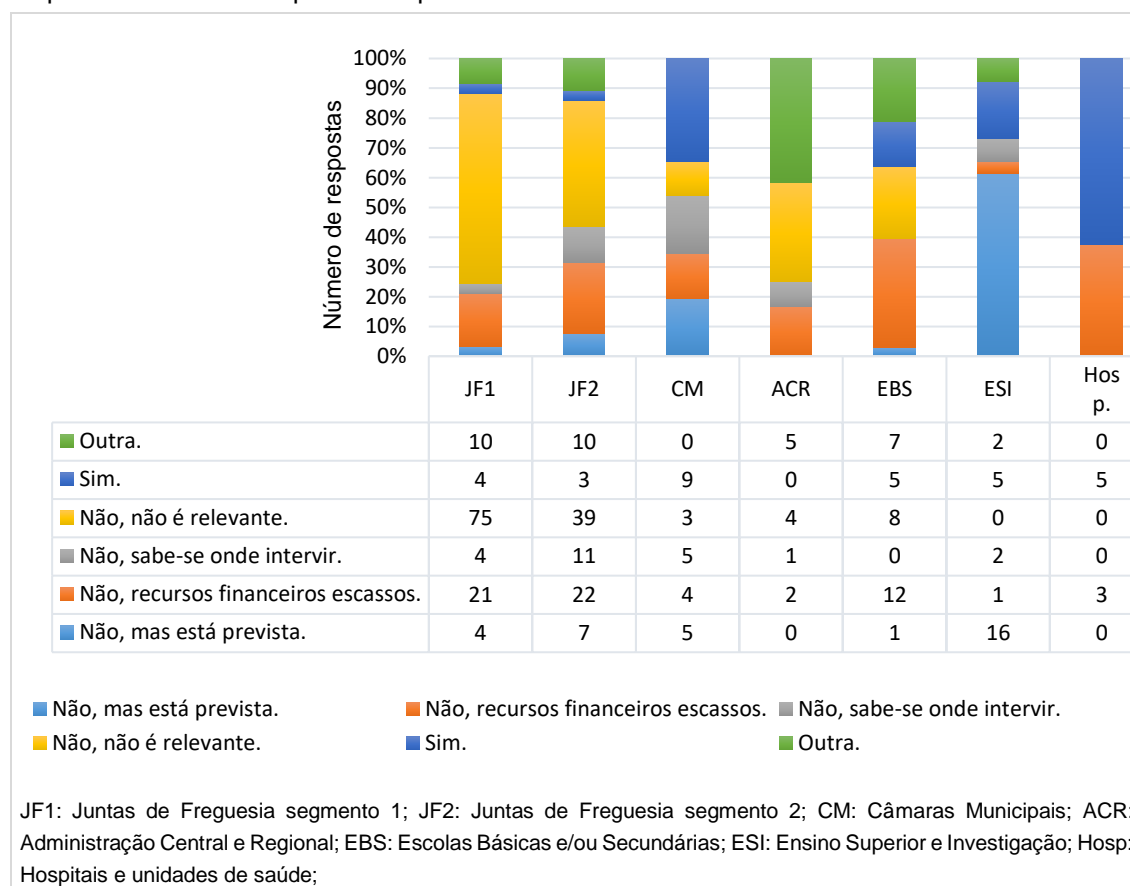


Figura 4.16. Auditorias energéticas nos edifícios do setor público em Portugal.

B10. Data da execução da última auditoria energética

Apesar de ter havido respostas, na questão anterior, que validavam a existência de auditorias energéticas, nenhuma dessas instituições mencionou quando estas tinham ocorrido. Houve apenas um Hospital que informou da existência de auditorias anuais e uma instituição da ACR que previa a realização de uma auditoria em 2019.

Tal como os certificados, também as auditorias devem ser periódicas, facto que não foi possível confirmar com a entrega deste questionário.

B11. Deficiências nos edifícios

Abordou-se que uma das barreiras à implementação de medidas de eficiência energética era a dificuldade no acesso ao financiamento, deste modo, é essencial perceber onde se encontram as deficiências energéticas, com o objetivo de se saber que tipo de medidas precisam de ser financiadas.

No tratamento estatístico dos resultados separou-se os edifícios de acordo com o seu fim, tendo-se associado estes em quatro grupos distintos:

No primeiro grupo encontram-se os edifícios com tipologia de escritórios e com tipologia de tribunais, ministérios e câmaras. Este grupo inclui os edifícios das JF, das CM e da ACR (apenas os que possuem tipologia de escritório).

Os restantes grupos obedecem à segmentação anteriormente realizada: EBS, ESI e Hospitais.

Devido ao elevado número de variáveis, de modo a facilitar a leitura e compreensão dos dados, agruparam-se as variáveis iniciais em 4 variáveis novas distintas (Tabela 4.7): (i) *deficiências na envolvente* (X_1); (ii) *conforto térmico* (X_2); (iii) *deficiências físicas* (X_3) e, por fim; (iv) *deficiências nos sistemas (climatização)*, (X_4);

Tabela 4.7. Obtenção das variáveis: deficiências detetadas (X_i), com $1 \leq i \leq 4$.

X_1 . Deficiências na envolvente:	- Ganhos/ perdas de calor demasiado elevados através: 1. Das paredes; 2. Da cobertura; 3. Dos envidraçados
X_2 . Desconforto térmico	- Invernos demasiado frios; - Verões demasiado quentes;
X_3 . Deficiências físicas:	- Humidade e bolores; - Mau isolamento acústico (vidros simples); - Correntes de ar;
X_4 . Deficiências nos sistemas (climatização)	- Sistemas mal regulados ou de difícil regulação; - Sistemas de climatização desligados devido ao elevado consumo de energia;

Os resultados (Figura 4.17) revelam que, ao contrário do que se previa e à exceção da primeira situação, não é evidente a diminuição do número de deficiências nos edifícios à medida que o período de construção destes se vai tornando mais recente. Verifica-se ainda que, por norma, a variável X_4 “Deficiências nos sistemas (climatização)” pouca influência tem no número total de deficiências por edifício.

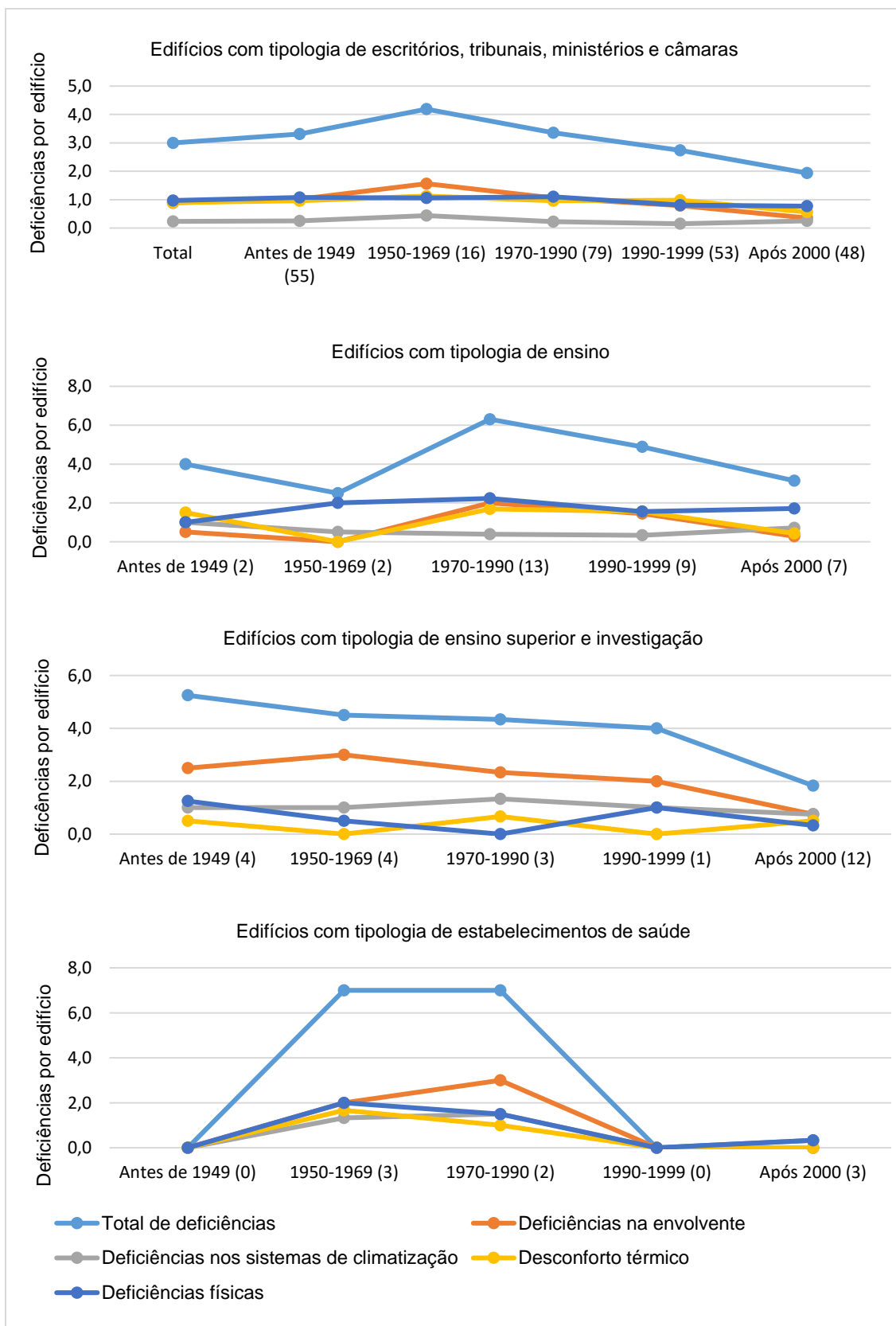


Figura 4.17. Deficiências térmicas nos edifícios em função do período de construção.

B12. Equipamentos para climatização e AQS

Observou-se que os edifícios da Administração Pública têm taxas de ocupação bastante variáveis, desde zero colaboradores (nas JF1) até mais do que 2 mil (nos Hospitais), pelo que é pertinente identificar que tipo de equipamentos de climatização são utilizados em todos os segmentos. Os resultados (Figura 4.18) permitem retirar algumas conclusões.

As JF, as CM e as ACR raramente possuem caldeiras. Estes resultados eram esperados, uma vez que, tratam-se de edifícios com tipologia de escritórios, tribunais, ministérios e câmaras, que não necessitam de equipamentos de AQS. Por outro lado, as EBS, o ESI e os Hospitais possuem este tipo de equipamentos, utilizados para AQS nos ginásios, nos bares e nas cantinas.

Nas JF e nas EBS é bastante frequente encontrar dispositivos de climatização portáteis (radiadores eléctricos). São também estes os setores onde é mais comum encontrar edifícios sem quaisquer tipos de equipamentos de climatização.

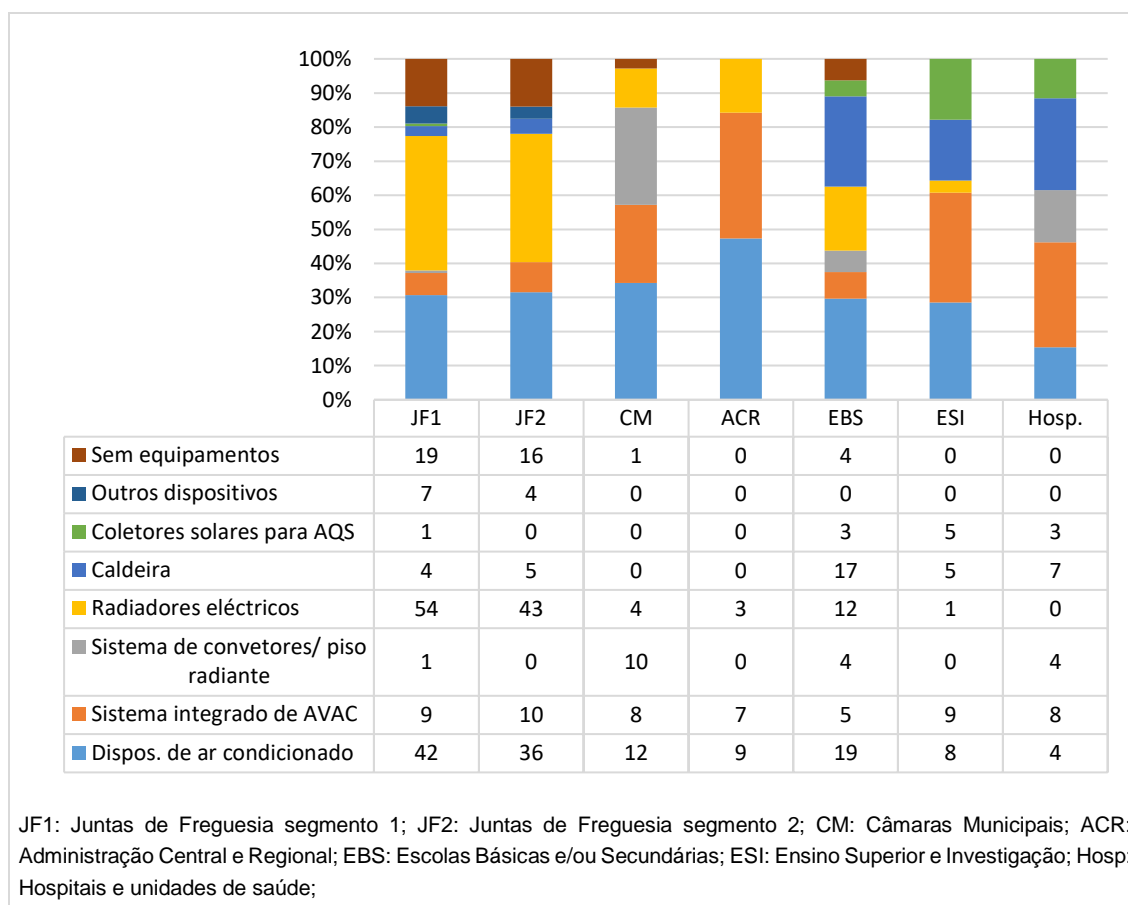


Figura 4.18. Equipamentos para climatização e AQS utilizados nos edifícios públicos.

B13. Medidas implementadas

Tal como se abordaram as deficiências que se detetam nos edifícios, é relevante perceber que tipo de medidas se têm implementado. Dito isto, o processo de análise dos dados foi análogo

ao das deficiências detetadas, agrupando-se as variáveis categóricas iniciais (Y_i) em 4 novas variáveis (Z_i).

Tabela 4.8. Obtenção das variáveis deficiências detetadas (Z_i), com $1 \leq i \leq 4$.

• Z_1 . <i>Medidas de isolamento da envolvente:</i>	- Isolamento: 1. Das paredes; 2. Da cobertura; - Substituição das janelas;
• Z_2 . <i>Medidas com baixo custo de implementação</i>	- Substituição das lâmpadas por mais eficientes; - Substituição dos equipamentos eletrónicos por mais eficientes; - Adoção de medidas de comportamento para a gestão da energia;
• Z_3 . <i>Medidas de manutenção</i>	- Manutenção dos sistemas de climatização
• Z_4 . <i>Medidas de instalação de sistemas de gestão de energia</i>	- Instalação de sistemas de gestão de energia; - Instalação de sistemas de energias renováveis

Os resultados (Figura 4.19) mostram que é difícil estabelecer uma relação entre o número de medidas implementadas com o período de construção. Observa-se, no entanto, que dependendo do setor o número de medidas implementadas por edifício varia.

Enquanto nos edifícios com tipologia de escritórios, tribunais, ministérios e câmaras o número de medidas aplicadas por edifício varia entre 1,3 e 1,8, nas restantes tipologias atingem-se picos superiores a 3 medidas aplicadas por edifício.

De notar que, em todos os casos, as medidas mais populares estão relacionadas com alterações nos comportamentos dos utilizadores ou a substituição da iluminação e dos equipamentos existentes por outros mais eficientes. Em contrapartida, medidas relacionadas com a manutenção dos sistemas de climatização e a instalação de sistemas de gestão de energia e de energia renovável para autoconsumo são as menos aplicadas.

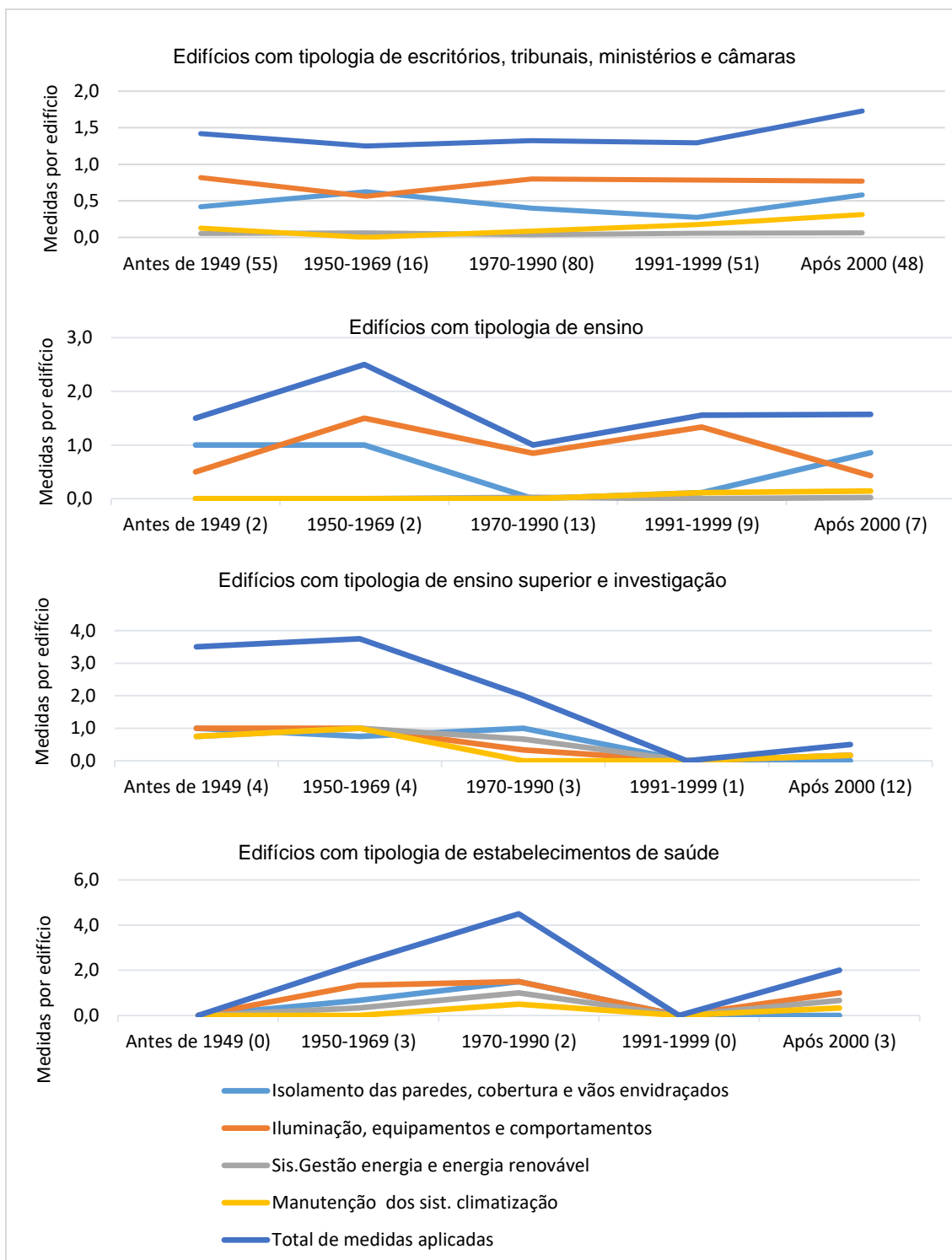


Figura 4.19. Medidas implementadas nos edifícios em função no período de construção.

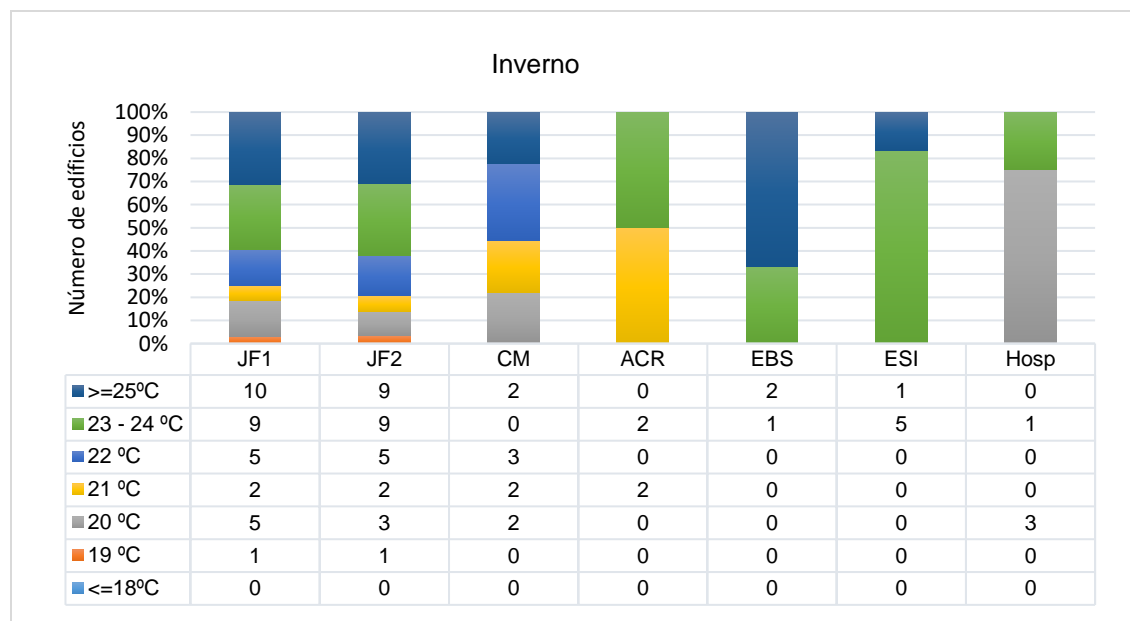
B14/B15. Temperatura regulada no termostato no Inverno/ Verão

A análise da Figura 4.20 pressupõe o conhecimento das temperaturas de projeto, para as quais os sistemas de climatização devem ser dimensionados, com o objetivo de satisfazer condições de conforto térmico ao ser humano. Dito isto, as temperaturas de projeto são no Inverno e no Verão, respetivamente, 20°C e 25°C.

À exceção dos Hospitais, concluiu-se que os equipamentos de climatização, nos restantes segmentos, encontram-se com os termostatos mal regulados, quer no Inverno, quer no Verão, com diferenças de temperatura, entre a de projeto e a que está regulada, que chegam, frequentemente, a atingir os 5°C.

A interpretação destes dados deve ter em consideração que, a temperatura que está regulada, pode não coincidir com o calor que está a ser produzido pelos equipamentos para climatizar o espaço. Assim, a má regulação desta pode dever-se, não apenas a causas humanas, mas também ao mau funcionamento dos equipamentos.

É importante referir que, embora os Hospitais referissem as temperaturas para que os termostatos se encontram regulados no Inverno, para a estação do Verão não se obteve nenhuma resposta.



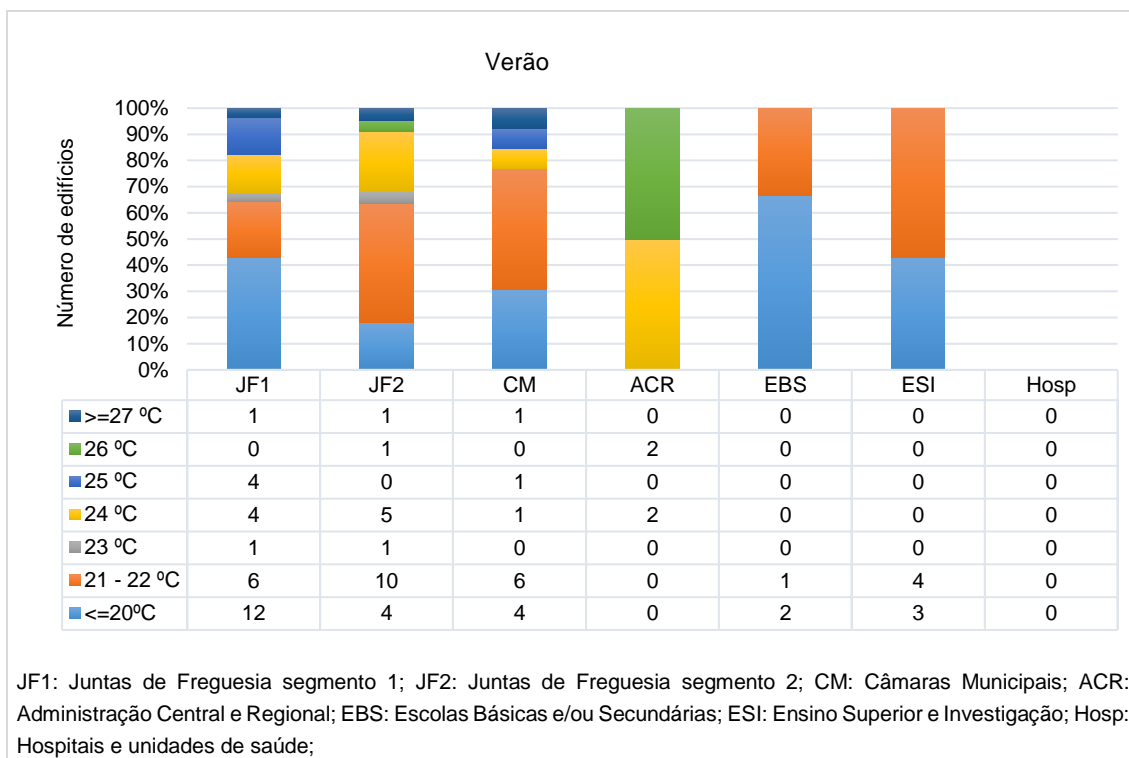


Figura 4.20. Temperatura regulada nos termóstatos dos sistemas de climatização nos edifícios do setor público em Portugal.

4.4.3. Correlações entre variáveis

Relação entre número de utentes, número de colaboradores e área dos edifícios

A Figura 4.21 mostra que não existe uma correlação direta entre o número de colaboradores e o número de utentes nos diversos edifícios das JF. Para se melhorar a correlação existente entre estas duas variáveis, recorreu-se a uma curva polinomial (3.º grau), no entanto, ainda assim, a correlação nas JF1 mostrou-se desprezável (inferior a 0,3), enquanto, nas JF2 mostrou-se fraca (entre 0,3 e 0,5).

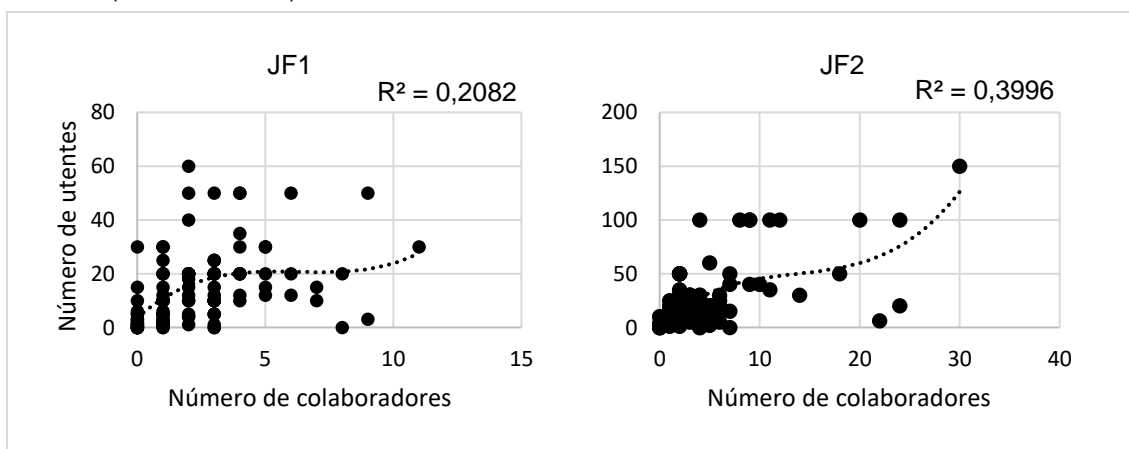


Figura 4.21. Número de utentes em função do número de colaboradores nas JF.

Repetiu-se o procedimento anterior, mas desta vez com o objetivo de se verificar a existência de uma relação entre o número de colaboradores e a área do edifício. A Figura 4.22 mostra que, à semelhança do caso anterior, não existe qualquer relação entre estas duas variáveis, sendo os coeficientes de correlação inferiores a 0,3.

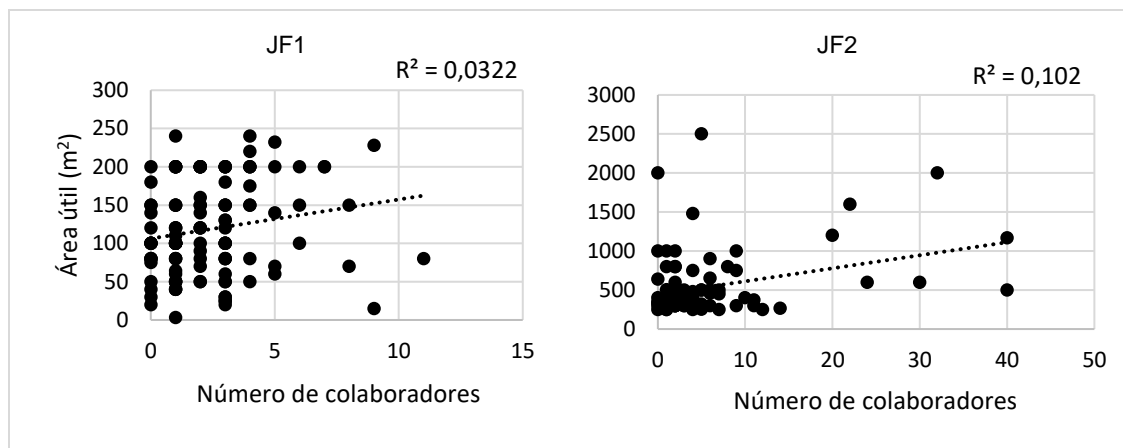


Figura 4.22. Área útil do edifício em função do número de colaboradores nas JF.

Apesar de ser relevante verificar a existência de relações entre estas 3 variáveis nos restantes setores da Administração Pública, pelo facto de a amostra recolhida não ser significativa é desapropriado fazê-lo, uma vez que os dados não são suficientemente elevados para se calcular uma correlação que seja confiável.

Relação entre o numero de deficiências e o número de medidas implementadas

Na Figura 4.17 e na Figura 4.19 verificou-se que é difícil encontrar uma relação entre as *deficiências detetadas* ou as *medidas implementadas* e o período de construção dos edifícios. Tal pode dever-se ao facto de os resultados serem apresentados em valores médios quando, na realidade, existem edifícios que possuem bastantes deficiências, enquanto outros que não possuem quaisquer deficiências. O mesmo raciocínio é análogo às medidas implementadas.

Dito isto, é relevante perceber se existe alguma relação entre as deficiências detetadas e as medidas implementadas, uma vez que, detetaram-se casos em que existiam edifícios construídos antes de 1949 sem quaisquer deficiências, que confirmaram já terem sido reabilitados. Assim, prevê-se a existência de uma correlação entre as duas variáveis, a qual é demonstrada na Tabela 4.9.

A observação da Tabela 4.9 permite fazer algumas observações, entre as quais:

Relação entre deficiências detetadas:

- O número total de deficiências está fortemente relacionado com as deficiências na envolvente, com o desconforto térmico e com as deficiências físicas. No entanto, a partir dos valores obtidos, revela-se que as deficiências que exibem uma relação mais proporcional (próxima de 1) com o número total são as que existem na envolvente.
- Existe uma forte relação entre a existência de deficiências na envolvente e o desconforto térmico;

- Existe uma forte relação negativa entre as deficiências nos sistemas de climatização e a existência de deficiências físicas.

Relação entre medidas implementadas:

- O número total de medidas está fortemente relacionado (coeficiente acima de 0,7) com a implementação de medidas de baixo custo e com a manutenção dos sistemas de climatização.

Relação entre deficiências detetadas e medidas implementadas:

- As duas variáveis apresentam correlações moderadas (coeficiente de *Pearson* entre 0,5 e 0,7) e correlações fortes (entre 0,7 e 1,0). Tal como se previa, estas correlações são sempre negativas, sugerindo que a existência de uma variável (deficiências) pressupõe a inexistência da outra (medidas).
- Ao contrário do que se esperava, a existência de deficiência no isolamento está mais associada com medidas de baixo custo ou com a manutenção do sistema de climatização do que com a implementação de medidas de isolamento da envolvente.
- Tal como o caso anterior, esperava-se que a existência de deficiências nos sistemas (climatização) estivesse mais relacionada com a implementação de medidas dos sistemas do que com a implementação de medidas de baixo custo, tal como se verifica.
- O desconforto térmico está fortemente relacionado com a implementação de medidas de isolamento da envolvente e com a manutenção dos sistemas de climatização.

Tabela 4.9. Correlações de *Pearson* entre as deficiências detetadas e as medidas implementadas nos edifícios com tipologia de escritórios, tribunais, ministérios e câmaras.

	Número de deficiências detetadas					Número de medidas implementadas			
	Total, $\sum X_i$	Envolvente, X_1	Climatização, X_4	Desconforto térmico, X_2	Físicas, X_3	Total, $\sum Z_i$	Isolamento; Z_1	Baixo custo, Z_2	Manutenção, Z_3
$\sum X_i$	1	0.959	-0.095	0.860	0.432	0.587	-0.336	-0.394	-0.794
X_1	0.959	1	0.115	0.811	0.202	0.784	-0.335	-0.631	-0.902
X_4	-0.095	0.115	1	-0.027	0.842	0.595	-0.231	-0.627	-0.137
X_2	0.860	0.811	-0.027	1	0.198	0.535	-0.747	-0.206	-0.530
X_3	0.432	0.202	-0.842	0.198	1	0.420	0.283	0.451	-0.112
$\sum Z_i$	-0.587	-0.784	-0.595	-0.535	0.420	1	0.334	0.926	0.830
Z_1	-0.336	-0.335	-0.231	-0.747	0.334	0.334	1	0,000	0.000
Z_2	-0.394	-0.631	-0.627	-0.206	0.926	0.926	0,00	1	0.808
Z_3	-0.794	-0.902	-0.137	-0.530	0.830	0.830	0,000	0.808	1

4.4. Indicadores para a reabilitação de edifícios

4.4.1. $X_{deficiências}$, relevância em efetuar auditorias energéticas

Âmbito

Ao longo deste capítulo identificaram-se as características, quer das instituições públicas, quer dos edifícios detidos por estas. Dito isto, torna-se agora importante encontrar indicadores que permitam identificar os edifícios prioritários a sofrer auditorias energéticas.

Pelo facto de tal depender fortemente do *intervalo de confiança* da amostra, que deverá ser 90%, 95% ou 99% serão utilizados apenas os edifícios do setor Administração Local.

Adequabilidade do modelo

Utilizou-se a técnica análise de fatores sobre a variável “B11. deficiências nos edifícios”. Este procedimento pressupõe o cumprimento de alguns requisitos, razão porque se efetuaram cinco ensaios (Tabela 4.10), com o objetivo de se perceber qual aquele que seria mais adequado para ser utilizado.

Apenas o primeiro ensaio não cumpre as condições, ao falhar na validação de um dos requisitos. O último ensaio, por sua vez, apesar de cumprir as condições, incluí todos os edifícios da Administração Pública, os quais podem variar significativamente, com tipologias e taxas de ocupação distintas, pelo que também se excluiu este ensaio.

Atendendo-se ao facto que o indicador se foca nas deficiências nos edifícios, as quais dependem fortemente das deficiências na envolvente e não tanto na relação A/V, escolheu-se o quarto ensaio, com os edifícios das JF e das CM (Administração Local).

Tabela 4.10. Ensaio e validação dos requisitos necessários para se gerar um modelo explicativo da administração local.

#	Modelo	n_{total}	n.º fatores	$n \geq 100$	Teste de KMO	Teste de Bartlett
1	JF1	94	4	Não verifica	0,747	Verifica
2	JF2	119	4	Verifica	0,694	Verifica
3	JF (JF1+JF2)	213	4	Verifica	0,742	Verifica
4	JF. CM	239	4	Verifica	0,727	Verifica
5	JF, CM, ACR	261	4	Verifica	0,716	Verifica

n: número de edifícios na amostra;

Procedimento para obtenção do indicador

O primeiro passo consiste em se retirar a matriz de correlações, pois é essencial que as variáveis se relacionem entre elas (Tabela 4.9).

O segundo passo consiste na extração de fatores, sendo o objetivo que, recorrendo apenas a algumas variáveis (fatores) se consiga explicar grande parte dos resultados (variância).

Com recurso ao software SPSS foram extraídos 4 fatores (Tabela 4.11) para explicar as seguintes variáveis categóricas:

- Y_1 = Correntes de ar;
- Y_2 = Humidade e bolores;
- Y_3 = Mau isolamento acústico (vidros simples);
- Y_4 = Perdas/ ganhos elevados através das janelas;
- Y_5 = Perdas/ganhos elevados através das paredes;
- Y_6 = Perdas/ganhos elevados através da cobertura;
- Y_7 = Desconforto térmico no Inverno;
- Y_8 = Desconforto térmico no Verão;
- Y_9 = Sistemas de climatização mal regulados ou de difícil regulação;

- Y_{10} = Sistemas de climatização desligados devido ao elevado consumo de eletricidade;

Tabela 4.11. Fatores extraídos e a respetiva variância.

Fator	Variância (%)	
	Variância por fator	Variância cumulativa
1	28	28
2	14	42
3	10	52
4	10	62
5	9	71
6	8	79
7	7	86
8	6	92
9	4	96
10	4	100

Observa-se que os fatores possuem diferentes pesos entre si, isto é, retêm quantidades de variância distintas. Apesar de o SPSS ter decidido o número ótimo de fatores a reter, sem que fosse necessário intervir, esta decisão pode ser realizada após consulta do *Scree Plot* (Figura 4.23). Ao se analisar este, nota-se que o declive vai-se tornando menos acentuado com o incremento do número de fatores; a ideia é que, a partir do momento em que o segmento de reta se torna horizontal, pega-se em todos os pontos anteriores, sendo esses os fatores que se pretendem reter.

No presente caso, observa-se que o segmento de reta nunca se torna horizontal, ou seja, por cada fator considerado, a variância cumulativa aumenta. Perante estas condições, deve-se ter em conta qual é o número de fatores apropriado ao modelo. Porque na análise anterior agrupou-se a variável “*B11. deficiências nos edifícios*” e as correspondentes variáveis categóricas (Y_i) em quatro novas variáveis (X_1, X_2, X_3, X_4), decidiu-se que o número de fatores a reter seria quatro, com uma retenção de 62% da variância total.

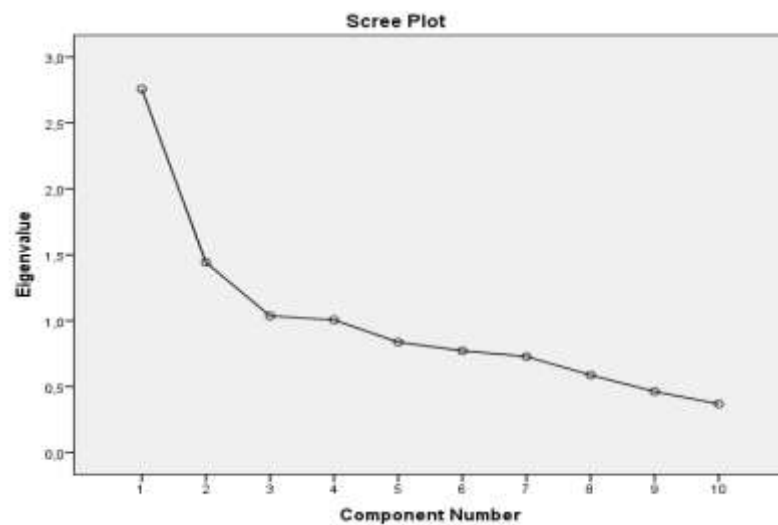


Figura 4.23. Extração do número de fatores a partir do Scree Plot fornecido pelo software SPSS.

Uma vez decidido o número apropriado de fatores obtém-se a matriz dos coeficientes das variáveis categóricas (Y_j) em função dos fatores (X_i , Tabela 4.12). Neste processo, deve-se tomar a decisão de quais os coeficientes a incluir nos fatores (X_i). Para tal, ignora-se todos os valores que estejam abaixo de um valor a ser decidido pelo investigador, o qual deverá encontrar-se entre 0,3 e 0,5 (Dancey, 2006).

Tabela 4.12. Carga das variáveis nos diferentes fatores.

Variáveis categóricas (Y_j) ¹	Fatores (X_i) ²			
	1	2	3	4
Correntes de ar (Y_1)	-0,224	-0,038	0,550	0,208
Humidade e bolores (Y_2)	0,029	-0,101	0,536	-0,238
Mau isolamento acústico (Y_3)	0,042	-0,039	0,364	0,054
Isolamento das janelas (Y_4)	0,322	-0,068	0,104	0,039
Isolamento das paredes (Y_5)	0,482	-0,010	-0,090	-0,206
Isolamento da cobertura (Y_6)	0,448	0,003	-0,160	0,032
Desconforto térmico no Inverno (Y_7)	-0,018	0,549	-0,057	-0,031
Desconforto térmico na Verão (Y_8)	-0,052	0,585	-0,095	-0,015
Sistemas de climatização mal regulado (Y_9)	0,109	-0,176	0,073	0,374
Sistemas de climatização desligados (Y_{10})	-0,125	0,072	-0,083	0,748

¹ Y_j : Variáveis categóricas da questão B_{11} ;

² X_i : Fatores gerados;

Neste caso, incluiu-se nos fatores todas as variáveis com os valores superiores a 0,3 (a negrito). Por fim, com base nas variáveis presentes em cada fator, nomearam-se estes como: deficiências na envolvente; desconforto térmico; deficiências físicas e deficiências nos sistemas de climatização, respetivamente.

Observe-se que, ao utilizar-se este método, as variáveis presentes em cada fator são as mesmas com que se tinha efetuado o agrupamento anterior (Tabela 4.7). Contudo, enquanto anteriormente tinha sido realizado uma média do número de deficiências, a utilização desta técnica distingue-se por basear-se na variância dos resultados da amostra.

Dito isto, as deficiências existentes nos edifícios do setor da Administração Local podem ser descritas pelo seguinte modelo:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 = \text{Deficiências na envolvente} \\ X_2 = \text{Deficiências associadas ao conforto térmico} \\ X_3 = \text{Deficiências físicas} \\ X_4 = \text{Deficiências nos sistemas (climatização)} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 = 0,322Y_4 + 0,482Y_5 + 0,448Y_6, [28\%] \\ X_2 = 0,549Y_7 + 0,585Y_8, [14\%] \\ X_3 = 0,550Y_1 + 0,536Y_2 + 0,364Y_3, [10\%] \\ X_4 = 0,374Y_9 + 0,748Y_{10}, [10\%] \end{array} \right.$$

O fator 1 (X_1) representa 28% da variância total, sendo composto por 3 variáveis, correlacionadas positivamente, que identificam o número de deficiências na envolvente no setor Administração Local. De notar que, as deficiências no isolamento da cobertura e das paredes têm uma carga fatorial mais elevada do que as deficiências na envolvente envidraçada.

O fator 2 (X_2) representa 14% da variância total, sendo composto por duas variáveis que exprimem a sensibilidade humana ao conforto térmico dos edifícios. De notar que, embora a carga de ambas as variáveis seja semelhante, a variável representada pelo desconforto térmico no Verão possui um peso ligeiramente superior à variável “desconforto térmico no Inverno”.

O fator 3 (X_3) representa 10% da variância total, sendo composto por 3 variáveis que identificam as deficiências físicas resultantes da falta de isolamento, entre as quais, correntes de ar, humidade e bolores e mau isolamento acústico. Considerou-se o mau isolamento acústico como uma deficiência uma vez que, este pode ser influenciado pelas características dos vãos envidraçados (se possuem vidro simples, considerado ineficiente, ou vidro duplo).

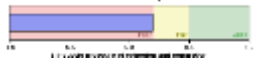
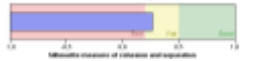

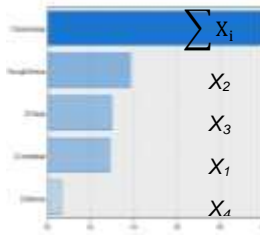
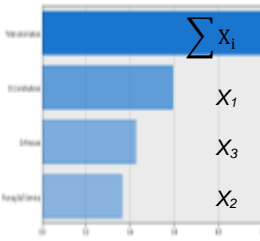
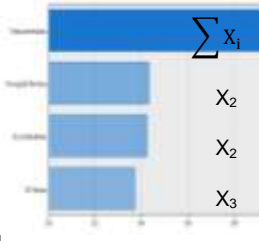
O fator 4 (X_4) representa 10% da variância total, sendo composto por 2 variáveis que refletem a existência de deficiências nos sistemas de climatização dos edifícios, nomeadamente, a regulação ou difícil regulação dos dispositivos ou, o facto de estes estarem desligados, devido ao elevado consumo de energia.

Agrupamento dos edifícios de acordo com as suas deficiências

Com o objetivo de se delinear vários intervalos de valores e lhes atribuir um significado físico, recorreu-se à técnica *2stepcluster* para agrupar os edifícios das diferentes instituições em classes. A utilização desta técnica pressupõe que o Coeficiente de Silhuetas (CS) seja superior ou igual a 0,2, de outro modo, as várias classes (*clusters*) não terão uma boa qualidade, não sendo aconselhável usar a técnica. Além deste requisito, pretende-se também que existam pelo menos três classes. Duas delas deverão representar as situações extremas: (i) sem necessidade em se efetuar uma auditoria energética; (ii) forte necessidade em se efetuar uma auditoria energética; enquanto a terceira classe deverá representar a transição de uma classe para a outra.

Com este objetivo, foram realizados três ensaios (Tabela 4.13), tendo sido escolhido o último, uma vez que era o que melhor se encaixava nos requisitos mencionados:

Tabela 4.13. Qualidade e número de variáveis das classes nos 3 ensaios efetuados.

Ensaio	1	2	3
Coeficiente de Silhuetas	0,2 	0,3 	0,2 < CS < 0,3 
N.º variáveis	5	4	4
Classes	3	2	3
Carga das variáveis			

Ensaio 1: não se optou por este, uma vez que, o CS era exatamente 0,2, além de que, uma das variáveis “Deficiências nos sistemas (climatização)” aparecia com uma importância quase nula para a formação da classe.

Ensaio 2: embora já satisfizesse o CS, apenas era constituído por duas classes, pretendendo-se que existissem pelo menos três.

Feito isto, agrupou-se os edifícios em três classes de acordo com o total de deficiências energéticas:

- (i) Classe 1: Edifícios com zero ou uma deficiência energética;
- (ii) Classe 2: Edifícios com duas a quatro deficiências energéticas;
- (iii) Classe 3: Edifícios com mais do que quatro deficiências energéticas;

Classe 1: representa 40% dos edifícios da Administração Local. Por estes não apresentarem deficiências energéticas, ou por estas quase não se detetarem, não existe a necessidade de intervir nos mesmos. Deste modo, representam uma baixa prioridade à reabilitação de edifícios, não sendo neles que se devem focar os programas e mecanismos de apoio e incentivo.

Tabela 4.14. Classificação das classes.

Classe	Total de deficiências ($X_{deficiências}$)	Desconforto térmico (X_2)	Deficiências na envolvente (X_1)	Deficiências físicas (X_3)
Número de edifícios	≤ 1 deficiência			
	2 ≤ deficiências ≤ 4			
	≥ 5 deficiências			
	0 a 10	0 a 2	0 a 3	0 a 3
Número de deficiências detetadas				

Classe 2: representa 37% dos edifícios. Nestes são detetadas entre 2 a 4 deficiências energéticas, pelo que se deverá estudar a situação com precaução, de modo perceber-se se existe a necessidade de implementar medidas de eficiência energética ou não. Embora possam vir a usufruir de programas e mecanismos de apoio e incentivo à eficiência energética, não são eles a prioridade.

Classe 3: representa 23% dos edifícios, caracterizados por possuírem um elevado número de deficiências energéticas, sendo por isso prioritário que se estude o impacto da implementação de medidas de eficiência energética nestes e que se construam programas e mecanismos de suporte a estas medidas.

Os edifícios presentes nesta classe são caracterizados por possuírem entre 5 a 10 deficiências energéticas, com predominância de pelos menos duas deficiências na envolvente e desconforto térmico, quer no Inverno, quer no Verão (Tabela 4.14).

Limitações do indicador

O índice gerado pode ser utilizado para aferir as condições dos edifícios, no entanto, este apresenta algumas limitações, entre as quais:

- Os valores das variáveis são binários, “existe/ não existe”, não sendo possível retirar grandes conclusões sobre a real degradação do edifício, uma vez que, no caso das deficiências na envolvente, tanto pode-se estar a abordar um edifício construído após 1990, como um construído antes de 1949, com características construtivas e potenciais de poupança completamente distintos.
- Os resultados da amostra são o resultado das respostas de diversas pessoas, pelo que se deve ter em consideração que a sensibilidade à percepção térmica é distinta de caso para caso.
- Apenas se consideram as deficiências energéticas dos edifícios, desprezando-se outras características, como a taxa de ocupação, pelo que a utilização deste índice deverá ser complementada com a utilização de outros indicadores.

Qualidade da ACP

O último passo consiste em utilizar um indicador que averigue a qualidade do modelo, neste caso o GFI (*Goodness fit Index*), calculável através da equação 3, em que e representa o erro, obtido na matriz das correlações residual (Apêndice VII).

$$GFI = 1 - 0,5 \times (e)^2 \quad \text{Equação 3}$$

No presente estudo, o GFI é igual a 0,996, bastante próximo de 1, indicando que o modelo é bastante bom.

4.4.2. Área por ocupante

Observou-se anteriormente que a taxa de ocupação dos edifícios pode variar bastante, pelo que é essencial perceber como esta pode influenciar a formulação de apoios e mecanismos que incentivem à eficiência energética.

Deste modo, definiu-se como indicador a área por ocupante dos vários edifícios (Tabela 4.15). Nos edifícios com tipologia de escritório e tribunais, ministérios e câmaras desprezou-se a taxa de ocupação dos utentes. Nos edifícios com grande frequência de utentes (EBS, Hospitais, repartições com atendimento ao público) teve-se em conta o número de utentes. Com base no tempo que cada colaborador e que cada utente gasta no interior do edifício, escreveram-se

as seguintes equações, onde $Oc_{edifício}$, representa o número total de ocupantes do edifício; $Colab.$, o número de colaboradores; $Est.$, o número de estudantes; $Ut.$, o número de utentes; $Ut.It$, o número de utentes internados.

JF e municípios $Oc_{edifício} = Colab.$ Equação 4

Ensino básico, 2.º ciclo $Oc_{edifício} = Colab. + \frac{5}{8} Est.$ Equação 5

Ensino básico, 3.º ciclo e secundário $Oc_{edifício} = Colab. + \frac{5,2}{8} Est.$ Equação 6

Hospitais sem internamento $Oc_{edifício} = Colab. + \frac{1}{8} Ut.$ Equação 7

Hospitais com internamento $Oc_{edifício} = Colab. + \frac{1}{8} Ut. + Ut.It$ Equação 8

Tabela 4.15. Área por ocupante dos edifícios da administração pública.

Tipologia	Designação	Decreto lei $\left(\frac{m^2}{Oc.}\right)$	Média da amostra $\left(\frac{m^2}{Oc.}\right)$	Mínimo da amostra $\left(\frac{m^2}{Oc.}\right)$	Máximo da amostra $\left(\frac{m^2}{Oc.}\right)$	Desvio padrão da amostra $\left(\frac{m^2}{Oc.}\right)$
Tribunais, ministérios e câmaras	JF1	15	69	4	232	54
	JF2		231	15	1000	220
	CM		59	2	680	129
Ensino	EBS	10	16	3	119	23
	ESI		13	4	21	6
Hospital	Hosp	20	16	10	21	4
Administração Pública	ACR	15	79	8	241	63

A Tabela 4.16 resulta da aplicação dos indicadores gerados anteriormente. A aplicação do indicador $X_{deficiências}$ permite triar os edifícios de acordo com as suas deficiências. Caso o número de edifícios seja, ainda assim, bastante elevado, pode-se recorrer a um segundo indicador que faça a triagem de acordo com a área por ocupante.

4.5. Potencial do mercado da reabilitação de edifícios

Observou-se que grande parte dos edifícios foram construídos antes de 1990 (Figura 4.14) e que estes não se encontram a sofrer auditorias energéticas (Figura 4.16), face a isto interessa quantificar os edifícios com necessidades de reparação e qual o valor associado a estas.

Dados da DGTF revelam que 23% do edificado público, no ano de 2016, localiza-se no distrito de Lisboa, sendo seguido pelo Porto (Tabela 4.16). Entende-se por edificado público todos os edifícios/prédios para serviços (47%), andares/apartamentos (7%), moradias/casas (8%), lojas (1%), armazéns (1%), outros (4%) e edifícios não definidos (33%) (DGTF, 2016a).

Os valores a negrito são o resultado de estimativas realizadas (Apêndice VIII), uma vez que os dados originais, obtidos pela Direção Geral do Tesouro e das Finanças (DGTF), apresentavam inconsistências na área bruta total dos edifícios públicos que ainda não tinham sido retificadas, entre as quais:

- No distrito de Aveiro foram apresentados 14 registos pelo Instituto da Segurança Social com uma área bruta total superior a um milhão m² por cada registo;
- No distrito de Coimbra, o Instituto Português de Sangue e de Transplantação efetuou um registo com uma área bruta total que ascendia os 1 000 milhões m², apesar de este valor ter sido retificado, ainda assim, a Universidade de Coimbra e uma escola básica e secundária foram registadas com uma área bruta total de 300 milhões m² e sete milhões m², respetivamente.
- No distrito da Guarda e no distrito de Viseu houve também uma e duas escolas básicas e secundárias, respetivamente, a serem registadas com três milhões e quinhentos m², quatro milhões m² e cinco milhões m².
- Houve também a retificação do valor da área bruta do distrito de Santarém, uma vez que esta era fortemente influenciada pelas instalações militares do Campo de Tiro de Alcochete da Força Aérea.

Dito isto, torna-se importante definir o conceito de área bruta, considerada como “...a superfície total do fogo, medida pelo perímetro exterior das paredes exteriores e eixos das paredes separadoras dos fogos, e inclui varandas privativas, locais acessórios e a quota-parte que lhe corresponda nas circulações comuns do edifício” (APEMIP, 2009).

Um estudo realizado pela AECOPS (Associação de Empresas de Construção de Obras Públicas e Serviços), avaliaram o mercado de reabilitação de edifícios não residenciais públicos, construídos antes de 2008, em 6 mil milhões de euros (apenas contabilizando-se o isolamento das paredes, da cobertura e a substituição das janelas), estimando-se que 58% dos edifícios não possuam necessidades de reparação, 38% possuam necessidade de intervenção e que 4% estejam muito degradados (AECOPS, 2009).

Em paralelo, as respostas ao questionário mostram que 40% dos edifícios têm menos do que duas deficiências (classe 1); 37% têm entre duas a quatro (classe 2) e; 23% têm mais do que quatro (classe 3). Deste modo, defende-se que tanto a classe 2, como a classe 3, têm edifícios que deverão ser alvos de uma auditoria energética, onde se visa melhorar o seu desempenho energético.

Tabela 4.16. Número de edifícios do setor público e a respetiva área bruta por distrito, em Portugal, no ano de 2016 (Adaptado de DGTF, 2016b).

Distrito	n.º edifícios	Área bruta (10⁶ m²)
Aveiro	934	11,2
Beja	572	9,1
Braga	675	2,5
Bragança	398	0,9
Castelo Branco	547	0,7
Coimbra	1 036	3,8
Évora	535	1,8
Faro	1 146	2,0
Guarda	455	0,8
Leiria	806	6,0
Lisboa	4 067	29,0
Portalegre	575	1,7
Porto	1 527	6,4
Santarém	1 010	3,7
Setúbal	966	12,5
Viana do Castelo	477	0,8
Vila Real	754	1,2
Viseu	617	2,1
Reg. Autónomas	620	7,6
n.d.	22	0,9
Total estimado	16 895	61,5

Tabela 4.17. Edifícios com necessidade de reparação em Portugal.

Fonte	Valores percentuais (%)				Estimativa do n.º de edifícios			
	<i>Sem ne- cessid.</i>	<i>Com ne- cessid.</i>	<i>Muito de- gradado</i>	<i>Total</i>	<i>Sem ne- cessid.</i>	<i>Com ne- cessid.</i>	<i>Muito de- gradado</i>	<i>Total</i>
AECOPS (2009)	58	38	4	100	10 400	6 800	700	17 900
Amostra recolhida	<i>Classe 1¹</i>	<i>Classe 2²</i>	<i>Classe 3³</i>	<i>Total</i>	<i>Classe 1¹</i>	<i>Classe 2²</i>	<i>Classe 3³</i>	<i>Total</i>
	40	37	23	100	7 200	6 600	4 100	17 900

¹Edifícios com menos do que 2 deficiências (classe 1);

²Edifícios com 2 a 4 deficiências (classe 2);

³Edifícios com mais do que 4 deficiências (classe 3);

Estes resultados eram expectáveis uma vez que, enquanto a AECOPS se refere aos edifícios com necessidades de reparação devido à sua degradação, o presente estudo é mais ambicioso, procurando perceber qual o número de edifícios em que se pode melhorar a eficiência energética.

Estima-se que o valor associado às auditorias energéticas será superior a 8 milhões e 10 milhões de euros (Tabela 4.18). Os cálculos consideraram que o valor monetário associado à execução das auditorias edifício era de €750 (área útil entre 500 m² e 5 mil m²) e €950 (área útil superior a 5 mil m²) (ADENE, 2017b), para o minorante e o majorante, respetivamente. No entanto, tendo em conta que os valores dizem respeito ao setor residencial e o número de tarefas que uma auditoria bem executada possui, conclui-se que o valor de mercado associado a estas deverá ser bastante superior.

Tabela 4.18. Número de edifícios com necessidades em efetuar auditorias energéticas, na classe 2 e na classe 3, e o valor monetário associado.

Categoria	Classe 2	Classe 3	Total
N.º edifícios	6 600	4 100	11 700
Minorante (x10 ³ €)	4 950	3 075	8 025
Majorante (x10 ³ €)	6 270	3 895	10 165

Potencial por medida

É relevante compreender como se distribui o mercado da reabilitação de acordo com as necessidades verificadas. A Tabela 4.19 mostra o número de edifícios que necessitam de intervenções nos envidraçados, paredes e na cobertura. Observe-se que é nos envidraçados que existem maiores necessidades de intervenção. Estes valores foram obtidos através dos resultados do questionário, onde 42% dos edifícios identificaram deficiências nos envidraçados, 31% nas paredes e 23% na cobertura.

Tabela 4.19. Estimativa do número de edifícios do setor público com necessidades de intervenção em Portugal.

Tipologia de intervenção	Envidraçados	Paredes	Cobertura
N.º de edifícios	7 400	5 400	4 000

Numa outra perspetiva, interessa saber como estes valores se refletem na área de materiais necessários. Esta estimativa foi realizada recorrendo às seguintes equações, onde $pé_d$ representa o pé direito médio, L o comprimento horizontal da fachada medida pelo perímetro exterior, e_i a proporção de edifícios com k ($1 \leq k \leq 7$) número de pisos.

Área de envidraçados

Equação 9

$$A_{\text{envidraçados}} = 0,15 \times A_{\text{bruta}}$$

Edifício com 4 fachadas expostas, configuração $L \times L$

Equação 10

$$\begin{cases} A_{\text{bruta}} = L \times L \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \\ A_{\text{parede}} = 4 \times pé_d \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \times L \end{cases} \xrightarrow{\text{leva a}} A_{\text{parede}} = \sum_{n^{\circ}_{\text{pisos}}=1}^{n^{\circ}_{\text{pisos}}=7} 4 \times e_i \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \times pé_d \times \sqrt{\frac{A_{\text{bruta}}}{n^{\circ}_{\text{pisos}}}}$$

Edifício com 4 fachadas expostas, configuração $L \times \frac{L}{2}$

Equação 11

$$\begin{cases} A_{\text{bruta}} = L \times \frac{L}{2} \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \\ A_{\text{parede}} = 3 \times pé_d \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \times L \end{cases} \xrightarrow{\text{leva a}} A_{\text{parede}} = \sum_{n^{\circ}_{\text{pisos}}=1}^{n^{\circ}_{\text{pisos}}=7} 3 \times e_i \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \times pé_d \times \sqrt{\frac{2 \times A_{\text{bruta}}}{n^{\circ}_{\text{pisos}}}}$$

Edifício com duas fachadas expostas, configuração $L \times L$

Equação 12

$$\begin{cases} A_{\text{bruta}} = L \times L \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \\ A_{\text{parede}} = 2 \times pé_d \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \times L \end{cases} \xrightarrow{\text{leva a}} A_{\text{parede}} = \sum_{n^{\circ}_{\text{pisos}}=1}^{n^{\circ}_{\text{pisos}}=7} 2 \times e_i \times n^{\circ}_{\text{pisos}} \times pé_d \times \sqrt{\frac{A_{\text{bruta}}}{n^{\circ}_{\text{pisos}}}}$$

Edifício com duas fachadas expostas, configuração $L \times \frac{L}{2}$

Equação 13

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{bruta} = L \times \frac{L}{2} \times n^{\circ} \text{pisos} \\ A_{parede} = 2 \times p\acute{e}_d \times n^{\circ} \text{pisos} \times L \end{array} \right. \xrightarrow{\text{leva a}} A_{parede} = \sum_{n^{\circ} \text{pisos}=1}^{n^{\circ} \text{pisos}=7} 2 \times e_i \times n^{\circ} \text{pisos} \times p\acute{e}_d \times \sqrt{\frac{2 \times A_{bruta}}{n^{\circ} \text{pisos}}}$$

Área da cobertura

Equação 14

$$A_{cobertura} = \left(\frac{A_{bruta}}{n^{\circ} \text{pisos médio}} \right)_{NUTS II}$$

Antes de se prosseguir é necessário mencionar que a escrita destas equações tem em conta que:

Usa-se como referência que a área de envidraçados deverá ser cerca de 15% da área do pavimento (DL90/40, 1990); A área das paredes foi estimada considerando que havia duas e 4 fachadas expostas, que podiam ser todas iguais ($L \times L$) ou semelhantes em pares ($L \times L/2$) (Tabela 4.21). De se mencionar que não se considerou a área de envidraçados, o que provocaria uma diminuição na área da envolvente opaca; A área coberta foi estimada tendo em conta o número médio de pisos de acordo com as zonas regionais NUTS II (INE, 2015);

A Tabela 4.21 mostra que, de acordo com o número de fachadas expostas e a configuração do edifício, a área das paredes pode variar entre cerca de 6,0 milhões m^2 e 12,8 milhões m^2 . No entanto, sabendo que 32,5% dos edifícios em Portugal são isolados, enquanto 67,5% não o são, estima-se que a área de paredes deverá ser cerca de 9,9 milhões m^2 .

Tabela 4.20. Área de envolvente exterior (paredes) com necessidade de intervenção (classe 3).

Configuração do edifício	Quatro fachadas expostas ¹		Duas fachadas expostas ²	
	$L \times L$ ³	$L \times L/2$ ⁴	$L \times L$ ³	$L \times L/2$ ⁴
Área ($\times 10^3 m^2$)	12 000	12 800	6 000	8 500

¹Edifício isolados, com as quatro fachadas expostas;

²Edifícios não isolados, com duas fachadas expostas;

³Fachadas expostas todas com o mesmo perímetro exterior;

⁴Fachadas expostas idênticas em pares;

Utilizando as equações anteriores calculou-se que são necessários cerca de $3,6 \times 10^6 m^2$ de envidraçados e de $7,7 \times 10^6 m^2$ de isolamento de cobertura (Tabela 4.21).

Tabela 4.21. Estimativa da área de componentes a intervencionar nos edifícios do setor público em Portugal (classe 3).

Tipologia de medida	Envidraçados	Paredes	Cobertura
Área a intervencionar ($10^6 m^2$)	3,8	9,9	7,7

A comparação destes dados com os da ADENE (para edifícios habitacionais) revela, respetivamente, que o quociente da área de envolvente opaca com a área de envidraçados é menor (2,60 *versus* 7,50), assim como o quociente da área de envolvente opaca (paredes) com a área de cobertura (1,29 *versus* 1,44) (Tabela 4.22). Estas diferenças podem ser explicadas pelo facto de no cálculo da área dos envidraçados ter-se considerado 0,15 como o quociente de área de envidraçados pela área de pavimento, que é o limite máximo estipulado em Decreto-Lei.

No caso das coberturas, considerou-se que estas eram terraços (horizontais), enquanto num edifício é frequente encontrar coberturas inclinadas que têm, conseqüentemente, uma superfície superior às coberturas horizontais.

Tabela 4.22. Comparação entre os coeficientes entre área de materiais necessários à reabilitação dos edifícios.

Fonte	$\frac{A_{paredes}}{A_{cobertura}}$	$\frac{A_{paredes}}{A_{envidraçados}}$
ADENE (2016a)	1,44	7,50
Resultados da amostra	1,29	2,60

Por último, tendo em conta os dados anteriores, é importante caracterizar o mercado da reabilitação de edifícios. No entanto, é de se mencionar que, dependendo da profundidade da reabilitação, também os custos vão variar. Dito isto, pode-se classificar a reabilitação de edifícios, de acordo com o seu custo face à construção de um edifício novo, em ligeira, média e profunda.

A reabilitação ligeira pressupõe que os custos não ultrapassem os 25% dos custos de construção de um edifício novo, percentagem que é alterada para o intervalo de entre 25% e 50% e para mais de 75%, para a reabilitação média e profunda, respetivamente. Esta classificação tem impactos no valor do mercado e na proporção entre os custos de mão de obra, materiais, equipamentos e de uma contante (parte não revisível da empreitada ou fornecimento da obra) (Tabela 4.23).

Tabela 4.23. Fórmulas tipo para a proporção de custos na reabilitação de edifícios (Adaptado de IMPIC, 2004).

Reabilitação	Mão de obra	Materiais	Equipamentos	Constante
Ligeira	0,45	0,38	0,07	0,10
Média	0,55	0,31	0,04	0,10
Profunda	0,60	0,23	0,03	0,10

A análise da Tabela 4.19 e da Tabela 4.20 apresenta dois valores como o total: “Total” e “Total (corrigido)”. O primeiro valor foi calculado de acordo com os dados da restante tabela, que resultam numa área bruta de 104 milhões m². O segundo valor, “Total “corrigido”, foi calculado após admitir-se que a área bruta ocupada por unidades militares foi indevidamente registada (128 milhões m² para 800 edifícios), tendo-se considerado que apenas 9,1% desta área (edifícios residenciais e operacionais) estava realmente ocupada (Ramos, 2004).

A Tabela 4.25 representa o mercado de reabilitação, caso esta se trate de uma reabilitação média. Para efeitos de cálculo, considerou-se os valores utilizados pelo AECOPS: 200€/m² de envidraçados, neste caso, janelas com corte térmico de vidro duplo; 35€/m² para o isolamento das paredes e 17,5€/m² para o isolamento da cobertura. Estes valores dizem respeito aos custos dos materiais, tendo-se recorrido à Tabela 4.18 para estipular o valor total da reabilitação.

A Tabela 4.25 é apresentada como uma síntese do mercado, quer para reabilitações médias, quer para reabilitações profundas. De se notar o valor calculado para reabilitações profundas é próximo do calculado pela AECOPS, que avaliava o mercado em cerca de 6 000 M€.

Além deste aspeto, é de se prever que o orçamento para as coberturas seja superior, uma vez que, tal como se observou, considerou-se que estas eram todas horizontais, o que influenciou a área calculada. Em contraste, espera-se que o orçamento para envidraçados seja inferior, pois calculou-se a área tendo como referência o limite que não deverá ser ultrapassado (15% da área do pavimento). Se considerar-se estes valores como os corretos, a proporção do mercado entre envidraçados, envolvente opaca e cobertura é, respetivamente, 5,5 - 3,2 - 1.

Tabela 4.24. Potencial do mercado para reabilitações médias e profundas, de acordo com o tipo de intervenção.

Tipologia de medida	Envidraçados	Paredes	Cobertura	Total
Média (M€)	2 300	1 400	400	4 100
Profunda (M€)	3 300	1 900	600	5 900

M = x10⁶

5. Caso de estudo

5.1. A instituição

A Faculdade de Ciências Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA), localizada na Caparica, distrito de Setúbal, com 30 hectares, é uma das três maiores e mais prestigiadas escolas de Engenharia e Ciências do País (UNL-FCT, 2017).

Atualmente, esta contém cerca de oito mil estudantes e alberga cerca de 650 funcionários, segmentados em 450 docentes e 200 funcionários não docentes, distribuídos por 14 departamentos, 16 centros de investigação e 25 edifícios.

Todos os seus cursos se encontram acreditados pela A3ES (Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior) e pela Ordem dos Engenheiros, o que contribui para que seja uma das escolas mais atrativas aos estudantes que se candidatam a cursos de engenharia.

5.2. A energia na FCT NOVA

5.2.1. Panorama geral

Com o objetivo de melhorar a eficiência energética da FCT, auditorias energéticas anteriores desagregaram os consumos de energia dos vários edifícios e dos equipamentos neles existentes. Tal permitiu que se identificasse onde se localizavam os maiores desperdícios de energia, fazendo com que fosse possível atuar sobre estes, com o objetivo de melhorar a eficiência energética e o conforto nos vários edifícios.

A análise dos resultados (Tabela 5.1) revela que os consumos de eletricidade da FCT diminuíram em 32% desde 2008. Nos três primeiros anos, entre 2008 e 2010, houve uma diminuição de apenas 1%, no entanto, é notável um decréscimo significativo nos consumos de 8,8% de 2008 para 2009, explicáveis devido à diminuição da temperatura no Inverno face a 2008, o qual se refletiu no aumento do uso de equipamentos para arrefecimento (Marcelino, 2010).

Um segundo decréscimo aconteceu de 2011 para 2012. Este deveu-se à implementação da campanha de poupança de energia da Divisão de Apoio Técnico, que foi responsável por

desligar 50% da iluminação das salas de aula e laboratórios e 70% dos espaços de circulação (P. Bravo, 2013). Entre 2015 e 2016 voltou a ocorrer uma diminuição significativa no consumo de eletricidade, no entanto, não se tem a certeza da sua causa, uma vez que desde 2012 várias intervenções foram realizadas, sendo exemplo:

- Em 2013 instalou-se 2 painéis fotovoltaicos na faculdade, um no edifício VII (potência de 10 kW) e outro na UNINOVA;
- Nos edifícios I, II e Departamental, desde 2012, que se instalaram vários dispositivos de ar condicionado, nomeadamente em 2014, em que houve a instalação de bastantes equipamentos do tipo *split*.
- Em 2016, devido às condições climáticas, ocorreu uma falha no fornecimento de eletricidade que resultou em vários dispositivos danificados, nomeadamente, no edifício Departamental. Após este acontecimento, os responsáveis pelos laboratórios adquiriram dispositivos DVC (estabilizadores de corrente), responsáveis por manter uma tensão de saída constante e suprimir os picos de tensão, aumentando assim a eficiência no consumo de eletricidade.

Tabela 5.1. Evolução do consumo da eletricidade na FCT NOVA desde 2008.

Ano	MWh	Diminuição face ao ano anterior (%)	Diminuição face a 2008 (%)
2008	8 856	-	-
2009	8 073	8,8	9
2010	8 800	-9,0	1
2011	8 600	2,3	3
2012	7 600	11,6	14
2013	7 173	5,6	19
2014	7 109	0,9	20
2015	7 132	-0,3	19
2016	6 064	15,0	32

A análise da Figura 5.1 permite compreender como o consumo de eletricidade mensal tem variado desde 2013, com os meses de novembro, dezembro e fevereiro a serem aqueles que apresentam os maiores consumos de eletricidade. Tal deve-se ao aumento do uso de equipamentos para aquecimento dos diversos espaços.

Por outro lado, os meses de janeiro, março, maio, agosto e setembro são aqueles que apresentam menores consumos. Atendendo ao calendário escolar, tal é justificado por o período de aulas ter encerrado, havendo apenas exames. Como consequência, não existe a necessidade de climatizar os espaços.

Na transição de maio para junho, observa-se um acréscimo no consumo de eletricidade, devido ao aumento do uso de equipamentos para arrefecimento dos espaços. Em julho os valores voltam a diminuir, uma vez que já não há aulas. Note-se que o comportamento da reta é sempre semelhante. No entanto, em 2016, nota-se o desfasamento de um mês, entre Julho e Agosto, o qual é explicável devido ao término do contrato com a EDP e o novo contrato com a GALP, que influenciou a data de início dos registos.

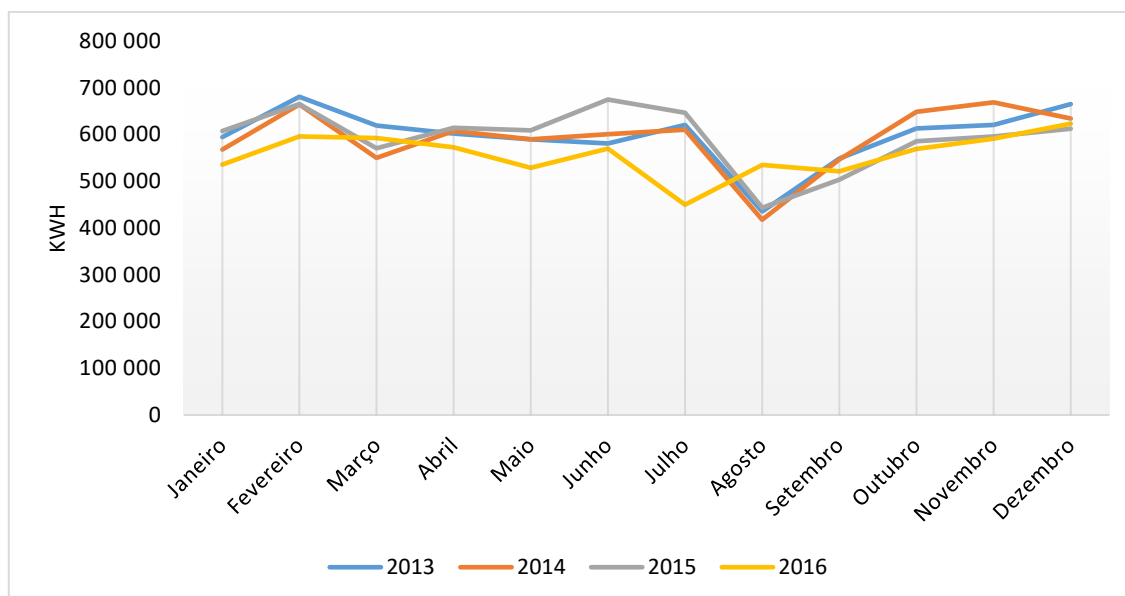


Figura 5.1. Consumos mensais de eletricidade na FCT NOVA entre 2013 e 2016.

5.2.2. Energia nos edifícios da FCT NOVA

Âmbito

Os edifícios da FCT NOVA além de terem sido construídos em períodos distintos, têm também diferentes áreas, usos e taxas de ocupação. Assim, interessa analisar a evolução dos consumos e o contributo de cada um na fatura final de eletricidade, tendo-se como objetivo identificar quais os edifícios onde estão a ocorrer mais desperdícios, pois será neles que se poderá identificar os maiores potenciais de poupança.

Com base nos dados recolhidos anteriormente (P. Bravo, 2016; P. Bravo, 2013; Graça, 2011; Marcelino, 2010; Santos, 2010) foi possível criar um histórico da evolução dos consumos de eletricidade dos vários edifícios desde 2008 até 2016 (Tabela 9.). A análise dos dados deve ter em conta que:

- Os valores entre os anos 2008 e 2012 foram recolhidos de dissertações de mestrado, tendo os valores sido obtidos a partir de auditorias energéticas realizadas aos vários edifícios;
- Os valores entre 2012 e 2016 foram fornecidos pela Eng.^a Patrícia Bravo, da Divisão de Apoio Técnico da FCT NOVA, que obteve os dados a partir dos valores dos contadores setoriais espalhados pela faculdade;
- Os valores obtidos não consideram os consumos de eletricidade das empresas existentes na faculdade. São exemplo os bares e as cantinas;
- As duas últimas colunas refletem a redução percentual do consumo em percentagem em dois períodos, de 2008 a 2012 e de 2013 a 2016. Esta divisão foi realizada por se saber que durante 2012 se realizaram cortes na iluminação nos corredores e nas salas de aula, pelo que se pressupõe que tenha sido essa a causa da diminuição dos consumos;

- A existência da sigla n.d. da tabela pressupõe a não contabilização dos consumos de eletricidade daquele edifício, porque o estudo não o contemplava ou porque o edifício não possui nenhum contador próprio;

Observa-se que, em ambos os períodos, se verificam diminuições nos consumos de eletricidade de 17% e de 19%, respetivamente. Se no primeiro período, pensa-se que tal tenha acontecido devido aos cortes na iluminação; no segundo período as razões já não são tão claras, uma vez que existem edifícios, tais como o VII, o IX e o X, que não sofreram intervenções significativas, mas que ainda assim, tiveram alterações bastante consideráveis nos seus consumos.

No edifício VII tem-se conhecimento que foi instalado um painel fotovoltaico no telhado do edifício, contudo, este apenas possui uma potência nominal de 10 kW, a qual não é suficiente para explicar toda a redução. Deste modo, apontam-se outras razões, tais como mudanças nos comportamentos dos estudantes e das atividades desenvolvidas no edifício. É um exemplo a existência de períodos em que, devido ao comportamento inapropriado dos alunos, algumas das salas do edifício ficam interditas a estes, enquanto, durante o seu funcionamento normal, estas estariam abertas 24 horas por dia.

No edifício IX aponta-se como justificação da variação do consumo, alterações nos usos dos equipamentos de laboratório, responsáveis por 52% (Santos, 2010) do consumo de eletricidade do edifício.

Houve outros edifícios a sofrerem reduções de energia, tais como o V, os hangares e o campo de jogos. Se, no caso do edifício V, tal deveu-se ao facto de o contador ter estado desligado, que fez com que alguns meses não fossem contabilizados, nos restantes casos, o consumo de energia face ao total era tão reduzido, que se considerou estes pouco significantes.

À semelhança dos casos anteriores, também o edifício departamental sofreu uma redução significativa nos consumos de eletricidade, no entanto, por este constituir 45% do consumo total de eletricidade da faculdade, este será estudado à parte. Também o edifício I e o edifício II serão estudados individualmente, uma vez que, estes são caracterizados por consumirem mais eletricidade que os restantes edifícios, por serem dos edifícios mais antigos e serem os únicos, juntamente com o edifício Departamental, a terem sofrido um processo de auditoria energética por uma empresa com qualificações para tal.

Edifício I

O edifício I (Tabela 5.2) é dos departamentos mais antigos da FCT, não tendo sofrido quaisquer intervenções de reabilitação desde a sua construção. Tal faz com que este seja um dos principais alvos no que diz respeito à implementação de medidas de eficiência energética.

O consumo de eletricidade no ano de 2016 é semelhante ao do ano de 2008. De notar, no entanto, que existe uma diferença acentuada nos consumos do ano 2008 para 2009 e do ano de 2011 para 2012. Devido à escassez de dados, não é possível explicar a primeira variação. Quando à segunda variação, de 2011 para 2012, tem-se conhecimento que esta aconteceu devido à implementação das medidas de corte da iluminação.

Tabela 5.2. Tabela descritiva do edifício I (P. Bravo, 2013; Graça, 2011; Marcelino, 2010).

Descrição	
É o edifício onde se situam os departamentos de física e de engenharia biomédica. Com 2 pisos e em forma de U está dividido em salas de aula, laboratórios, gabinetes de professores, secretarias, serviços da FCT NOVA e salas de reuniões.	
Outras características	Variação do consumo elétrico face a 2008
<p>Ano de construção: 1 979</p> <p>Área útil total (m²): 5 200</p> <p>N.º pisos: 2</p> <p>Ocupação: dias úteis, tipicamente das 08:00 às 18:30, com espaços que podem ser ocupados por períodos superiores,</p> <p>Auditoria energética: Sim</p> <p>Certificado energético: Não</p>	<p>The figure consists of two bar charts. The top chart, titled 'Variação do consumo elétrico face a 2008', shows the percentage change in electricity consumption for each year from 2008 to 2016. The y-axis ranges from -40.0% to 20.0%. The data points are: 2008 (0%), 2009 (13%), 2010 (-22%), 2011 (-15%), 2012 (5%), 2013 (7%), 2014 (3%), 2015 (-3%), and 2016 (4%). The bottom chart shows absolute electricity consumption in MWh for each year. The y-axis ranges from 0 to 1000 MWh. The data points are: 2008 (657), 2009 (574), 2010 (802), 2011 (758), 2012 (625), 2013 (609), 2014 (635), 2015 (677), and 2016 (634).</p>
Equipamentos	Climatização
<p>Lâmpadas compactas fluorescentes: com refletor e tubulares (36 W)</p> <p>Equipamentos de investigação e laboratório</p>	<p>Sistemas de ar condicionado individuais (multi-split)</p> <p>Compressor ar-comprimido (oficina)</p> <p>Chiller (laboratório 123)</p>

Uma auditoria anteriormente realizada revela que são os equipamentos permanentes (climatização e AQS) os principais responsáveis pelo consumo de energia (47%), seguidos pelos equipamentos de escritório (36%) e pela iluminação (14%). A mesma revela que existem necessidades de manutenção no isolamento do chiller e que os sistemas de ar condicionado apresentam uma COP que pode ir de 2,09 a 5,38. Outras deficiências foram detetadas, nomeadamente, ao nível do isolamento: os envidraçados possuem vidros e caixilhos simples e a cobertura e as paredes possuem coeficientes de transmissão térmica superficial muito acima dos valores de referência. São exemplo:

- (i) $U_{cobertura}=3,8 \text{ W/m}^2.\text{°C} > U_{referência}=0,5 \text{ W/m}^2.\text{°C};$
- (ii) $U_{parede \text{ exterior}}=2,40 \text{ W/m}^2.\text{°C} > U_{referência}=0,7 \text{ W/m}^2.\text{°C};$

Estas deficiências são perceptíveis em trabalhos anteriormente realizados (Figura 5.2), sendo notório as transferências de calor ao início do dia através da envolvente opaca (fachada este -1) e dos envidraçados (fachada este – 2).

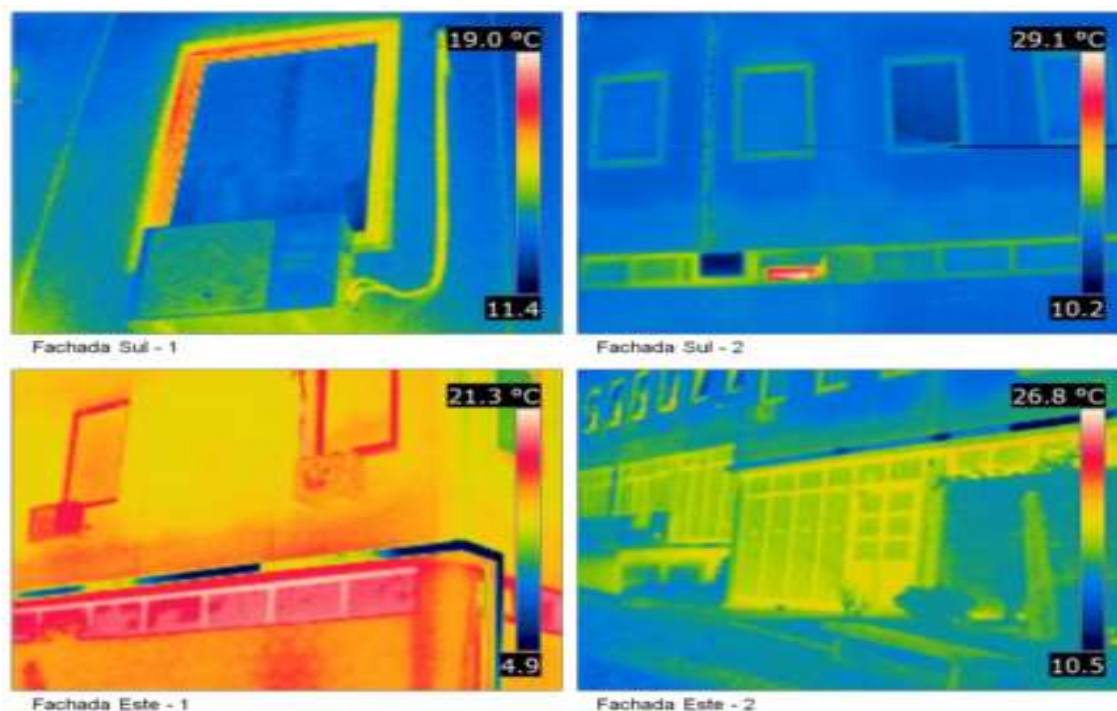


Figura 5.2. Termografia à envolvente do edifício I (Marcelino, 2010).

É possível observar deficiências nos edifícios sem ter de recorrer a equipamentos para tal, como se pode visualizar na Figura 5.3, onde se deteta a existência de uma cobertura em mal estado, humidade e marcas de infiltrações no revestimento do teto e fendas nos vértices das paredes.



Figura 5.3. Deficiências identificadas no edifício I (UNL-FCT, Sgcie, & Moe, 2015).

Atualmente não foram implementadas medidas para resolver nenhuma destas deficiências, tendo-se apenas conhecimento da substituição das lâmpadas existentes por LED e a instalação e substituição de algumas unidades de ar condicionado.

Pela análise de dados anteriormente recolhidos (P. Bravo, 2013; Graça, 2011; Marcelino, 2010; UNL-FCT et al., 2015), verifica-se que as medidas aplicadas na iluminação estão em congruência com as variações no consumo de eletricidade (Tabela 5.3). O consumo dos equipamentos de laboratório e escritório e de climatização aumentaram, o que é justificável devido à substituição de unidades de climatização inativas por estarem em mau estado ou por ainda utilizarem o fluido frigorígeno R22.

Tabela 5.3. Variações no consumo de eletricidade no edifício I.

Tipo de equipamento	Ano	Consumo (MWh)	Consumo (%)	
Iluminação	2009	191	53,4	Diminuiu
	2015	89		
Laboratório e escritório	2009	158	-44,3	Aumentou
	2015	228		
Climatização	2009	224	-33,0	Aumentou
	2015	298		

Edifício II

O edifício II (Tabela 5.4) é arquitetonicamente semelhante ao edifício I, distinguindo-se apenas pela posterior construção de um novo bloco.

Uma análise cuidada aos consumos de eletricidade revela que a reduções aconteceram entre 2010 – 2011 e 2011 – 2012, sendo apontado como causa o corte da iluminação nos laboratórios e nas zonas comuns.

A desagregação dos consumos na auditoria efetuada (UNL-FCT et al., 2015) permite saber que 48% desta se destina aos equipamentos permanentes, 35% aos equipamentos de laboratório e 16% para iluminação. A mesma auditoria revela que a *rooftop* instalada precisa de ser substituída assim que possível, e que as unidades *split* e *multi split* para climatização possuem uma *COP* situada entre 0,27 a 3,8. Pelo facto de a construção ser semelhantes à do edifício I, as deficiências que se encontraram anteriormente, são novamente aqui identificadas, nomeadamente a cobertura em mau estado e os coeficientes de transmissão térmica da envolvente muito inferiores aos valores referidos no Decreto-Lei n.º118/2013.

Entre as deficiências visuais observadas durante a auditoria (Figura 5.4), detetam-se infiltrações nos vãos envidraçados, manchas de humidade no revestimento da parede e no teto sobre a cobertura.

Tabela 5.4. Descrição do edifício II (Bravo, 2013; Graça, 2011; Santos, 2010).

Descrição
O edifício II contém o Departamento de Ciências dos Materiais e o Departamento de Informática. Tal como o edifício I, foi construído em U, no entanto, mais tarde construiu-se um novo bloco que viria a fechar o “U”. Estes 2 blocos, no seu conjunto, estão divididos entre salas de aula, gabinetes de docentes e laboratórios.

Tabela 5.4 (continuação). Descrição do edifício II.

Outras características	Variação do consumo elétrico face a 2008
<p>Ano de construção: 1983</p> <p>Área útil total (m²): 7 100</p> <p>N.º pisos: 3</p> <p>Ocupação: dias úteis, tipicamente das 09:00 às 18:00, com paragens nas férias de Natal e de Páscoa.</p> <p>Utentes diários: 1 151</p> <p>Auditoria energética: Sim</p> <p>Certificado energético: Não</p>	<p>The figure consists of two bar charts. The top chart, titled 'Variação do consumo elétrico face a 2008', shows the percentage change in electricity consumption from 2008 to 2016. The y-axis represents percentage variation (%), ranging from -20 to 40. The x-axis represents years from 2008 to 2016. The data points are: 2008 (0), 2009 (-6,4), 2010 (-3,6), 2011 (8,7), 2012 (20,8), 2013 (25,9), 2014 (22,9), 2015 (22,7), and 2016 (22,7). The bottom chart shows absolute electricity consumption in MWh from 2008 to 2016. The y-axis represents MWh, ranging from 0 to 800. The x-axis represents years from 2008 to 2016. The data points are: 2008 (563), 2009 (558), 2010 (599), 2011 (583), 2012 (514), 2013 (446), 2014 (417), 2015 (434), and 2016 (435).</p>
Equipamentos	Climatização
<p>Lâmpadas compactas fluorescentes: com refletor; tubulares (36 W)</p> <p>Equipamentos de escritório e laboratório</p>	<p>Sistemas de ar condicionado individuais</p> <p>Compressor GA 4FF com 3,7 kW</p> <p>Mini chiller (refrigeração dos laboratórios)</p> <p><i>Rooftop Cietesa IPB-095</i> (climatizar os laboratórios)</p>



Figura 5.4. Deficiências identificadas no edifício II (UNL-FCT et al., 2015).

Edifício Departamental

O edifício Departamental é responsável por cerca de 45% do consumo de eletricidade da faculdade (ano de 2016), razão pela qual é relevante estudá-lo. Visa-se identificar as deficiências no uso de energia e que intervenções são necessárias para as corrigir.

A desagregação dos consumos mostra que 37% deste é efetuado pelos equipamentos de laboratório e de escritório, 8% pela iluminação e 52% pelos equipamentos de climatização e de ventilação, havendo 2% que não são discriminados (UNL-FCT et al., 2015).

O facto de a evolução do consumo de eletricidade variar de ano para ano, torna difícil perceber o impacto que as medidas implementadas tiveram. Nota-se que, entre 2011 e 2012

houve uma diminuição no consumo de eletricidade, atribuído aos cortes na iluminação, no entanto, no ano seguinte, volta a ocorrer um aumento deste. Pela análise dos contadores e dos estudos anteriores, consegue-se perceber que houve uma diminuição de 71% no consumo de eletricidade desde 2008. Contudo, porque as dissertações anteriores utilizaram diferentes metodologias para medir o consumo dos equipamentos eletrônicos, agrupando-os de modos distintos, não foi possível discriminar com exatidão os consumos destes.

Tabela 5.5. Descrição do edifício Departamental.

Descrição																															
O edifício departamental contém o departamento de química e o departamento de ambiente. Ele é constituído por três edifícios intercalados entre si, perfazendo 2 corpos com 3 blocos cada. Estes são constituídos por salas de aula, gabinetes de docente e, sobretudo, laboratórios.																															
Outras características																															
Ano de construção: 1989	Ocupação diária: dias úteis, tipicamente das 09:00 às 19:00, com paragens nas férias de Natal e de Páscoa.																														
Área útil total (m ²): 23 100	Auditoria energética: Sim																														
N.º pisos: 7	Certificado energético: Não																														
Variação do consumo elétrico face a 2008																															
<table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Consumo Elétrico</caption> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Consumo (MWh)</th> <th>Variação (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2008</td> <td>3066</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2009</td> <td>2888</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>3056</td> <td>-6</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>3087</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>2012</td> <td>2633</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>2013</td> <td>2830</td> <td>-7</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>2575</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>2678</td> <td>-4</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>2321</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>		Ano	Consumo (MWh)	Variação (%)	2008	3066	0	2009	2888	6	2010	3056	-6	2011	3087	-1	2012	2633	15	2013	2830	-7	2014	2575	9	2015	2678	-4	2016	2321	13
Ano	Consumo (MWh)	Variação (%)																													
2008	3066	0																													
2009	2888	6																													
2010	3056	-6																													
2011	3087	-1																													
2012	2633	15																													
2013	2830	-7																													
2014	2575	9																													
2015	2678	-4																													
2016	2321	13																													
Equipamentos	Climatização																														
Lâmpadas compactas fluorescentes: com refletor; tubulares (36 W) Lâmpadas LED, de halogénio e de vapor de sódio	Vários dispositivos de ar condicionado tipo split para arrefecimento; Sistema centralizado de termoventilação (para aquecimento), Central de ar comprimido com 2 compressores Tamrotor, 2 depósitos de 4 m ² , 1 secador de ar-comprimido;																														

Várias deficiências foram detetadas, nomeadamente, ao nível da climatização. As unidades de termoventilação, constituintes do sistema centralizado e destinadas aos laboratórios, salas de aula e espaços de circulação, encontram-se em grande parte desligadas e, as que ainda funcionam, apenas trabalham no regime de ventilação, uma vez que as caldeiras se encontram desativadas. Por outro lado, as unidades integrantes do sistema de climatização descentralizado

encontram-se, também elas, obsoletas, uma vez que funcionam com o fluído frigorígeno R22, pelo que têm vindo a ser substituídas gradualmente. Por último, este edifício não possui qualquer sistema que faça a compensação da energia reativa (UNL-FCT et al., 2015).

Tabela 5.6. Variações no consumo de eletricidade no edifício Departamental.

Equipamentos	Ano	Consumo (kWh)	Poupança (%)		
Iluminação	2009	813	39,1	52,3	71
	2012	495			
	2015	236			
Equipamentos de laboratório e escritório	2009	694	-44,5	n.d.	Não há dados suficientes
	2012	1 003			
	2015	n.d.			
Equipamento Frio	2009	1 003	n.d.	n.d.	Não há dados suficientes
	2012	322			
	2015	n.d.			
Climatização	2009	375	n.d.	n.d.	Não há dados suficientes
	2012	813			
	2015	1 465			



Figura 5.5: Deficiências identificadas no edifício Departamental (UNL-FCT et al., 2015).

Recorrendo a uma inspeção visual do edifício foi possível detetar outras deficiências (Figura 6.5) como a existência de fissurações nas paredes exteriores e interiores, infiltrações nos vãos envidraçados e o desenvolvimento de humidades e bolores no revestimento das paredes.

5.2.3. Medidas propostas e potencias de poupança

No edifício I, II e Departamental

Por existirem bastantes deficiências nos edifícios mencionados, é agora importante perceber que medidas foram sugeridas para as solucionar (Tabela 5.7). Note-se que existem medidas com períodos de retorno bastante pequenos, são exemplo a instalação de um sistema de gestão de energia, a substituição do compressor no edifício Departamental e a instalação de baterias de condensadores. A iluminação possui períodos de retorno bastante elevados, devido à quantidade de lâmpadas que são necessárias de substituir, mostrando-se, no que diz respeito a períodos de retorno, tão competitiva quanto a instalação de painéis fotovoltaicos para autoconsumo.

Tabela 5.7. Medidas sugeridas para serem implementadas faculdade (UNL-FCT et al., 2015).

Medidas	Economia anual		Invest. €	PRS (anos)
	MWh	€		
Sistema de gestão de energia	120	13 000	20 100	1,5
Planos de sensibilização	-	-	-	-
Substituição da iluminação interior	218	23 650	298 315	12,6
1. Edifício Departamental	135	14 599	194 400	13,3
2. Edifício I	47	5 126	41 865	8,2
3. Edifício II	36	3 926	62 050	15,8
Substituição do compressor (Departamental)	197	21 470	25 000	1,2
Unidade de produção fotovoltaica para autoconsumo	433	48 281	394 490	8,2
Instalação de baterias de condensadores (Departam.)	-	9 500	3 500	0,4
Substituição dos equipamentos com R-22	108	11 500	103 489	9,0
1. Edifício Departamental	-	-	40 844	-
2. Edifício I	-	-	19 646	-
3. Edifício II	-	-	42 999	-
Total	1 076	127 401	844 894	6,6

PRS: Período de retorno simples

As medidas na envolvente envidraçado e na cobertura apresentam investimentos com períodos de retorno superiores a 20 anos (UNL-FCT et al., 2015). Note-se que o quociente do investimento entre envidraçados e cobertura aumenta com o número de pisos do edifício, variando entre 1,65 e 3,82 (Tabela 5.8). Paralelamente, nos resultados dos questionários verificou-se que este quociente era de 5,7, justificável por se ter sobrevalorizado a área de envidraçados e subvalorizado a área da cobertura.

Tabela 5.8. Investimento necessário para a implementação de medidas na envolvente dos edifícios (UNL-FCT et al., 2015).

Edifício	I (€)	II (€)	Departamental (€)
Cobertura	79 860	79 860	163 350
Envidraçados	132 000	154 000	624 000
Total	211 860	233 860	787 350
$\left(\frac{\text{envidraçados}}{\text{cobertura}}\right)_{\text{€}}$	1,65	1,92	3,82

5.2.4. Barreiras identificadas

Apesar de existirem bastantes sugestões de medidas a serem implementadas, poucas foram aquelas que realmente foram executadas, sem esquecer que o corte da iluminação no ano de 2011 para 2012, apesar de permitir a redução dos consumos, não se tratou de uma medida de eficiência energética, antes pelo contrário. Deste modo, torna-se relevante perceber que barreiras existem na faculdade (Tabela 5.9).

A obtenção da Tabela 5.9 teve em consideração as barreiras já anteriormente identificadas no Capítulo 5, tendo sido pedido à Secção de Planeamento Físico e Ambiental que assinalasse aquelas que se verificavam na instituição.

Tabela 5.9. Barreiras identificadas na faculdade.

Natureza	Barreira	Explicação
Governamental	Hierárquica e funcional	- Falta de coordenação entre os vários departamentos e órgãos da administração pública.
Organizacional e social	Falta de autoridade na tomada de decisão	- As decisões são efetuadas por terceiros, estando os poderes do gestor de energia bastante limitados (exemplo: edifícios arrendados ou cedidos pelo Estado).
	Visão em eficiência energética pouco clara e definida	- Inclui: pouco focus na adoção de medidas de eficiência energética. Falta de tempo do gestor para se focar no assunto. Falta de planeamento e de visão sobre a necessidade de implementar medidas de eficiência energética.
Económica e financeira	Falta de acesso a financiamento	- Escassez de programas de financiamento e de capital para implementar medidas de eficiência energética.
	Períodos de retorno demasiado elevados	- Escassez de estudos que relacionem os custos reais com os custos percetíveis. Incerteza existente nos benefícios que ocorrem a longo prazo.

Observa-se que, a barreira educacional desapareceu, revelando que as dificuldades sentidas não se devem à ausência de profissionais qualificados ou ao desconhecimento dos programas que existem. No entanto, mantêm-se algumas das barreiras de natureza governamental, organizacional e social e económica e financeira.

Note-se que, se as barreiras de natureza governamental e económica e financeira são extrínsecas à faculdade, pois dependem fortemente do orçamento do Estado e da faculdade, o

mesmo não acontece com as barreiras organizacionais e sociais, vistas como intrínsecas à instituição, refletindo-se, neste caso, na falta de autoridade na tomada de decisões e na prevalência de uma visão em eficiência energética pouco clara e definida.

Uma das sugestões para superar estas barreiras seria, todos os anos, ceder uma parcela do orçamento total da faculdade à Secção de Planeamento Físico e Ambiental, sendo esta a responsável por geri-lo e decidir que medidas seriam propícias implementar. Tal permitiria que fosse possível, tendo como base o orçamento disponível, construir um plano anual de ação e de sensibilização para a eficiência energética, além de que iria transferir a tomada da decisão em assuntos de energia para as entidades competentes para tal.

6. Discussão dos resultados e soluções

6.1. Grupos identificados

Contextualização

A análise efetuada sobre o agrupamento das instituições efetuadas teve como base as perguntas à parte A do questionário: “Caracterização das Instituições”, onde verificou-se a existência de setores com características semelhantes. Identificaram-se 3 grupos: (i) grupo A: JF e EBS; (ii) grupo B: CM, ESI; (iii) grupo C: ACR;

Grupo A: juntas de freguesia e escolas básicas e/ou secundárias

No Grupo A (Tabela 6.1) incluem-se 3 092 JF e 881 agrupamentos de escolas, perfazendo um total de 3 973 instituições. Na maioria dos casos, em cerca de 80% do total de respostas, estas instituições possuem entre 1 e 4 edifícios. No total, espera-se que estejam englobados nesta situação mais do que 5 mil edifícios públicos. Esta afirmação é apoiada pelas duas seguintes evidências:

Na interpretação dos dados da Tabela 4.3, concluiu-se que o número de edifícios na Administração Local é superior ao mencionado (1 529), uma vez que, (i) o número de JF é 3 092 e, por norma, estas possuem pelo menos um edifício (ii) o conjunto de edifícios mencionados, na amostra, pelas JF e pelas CM superam esse valor; (iii) os dados fornecidos pela Direção Geral de Estatística da Educação e Ciência (DGEEC) revelam que existem, no ano de 2016, 2 662 escolas públicas básicas e/ou secundárias operacionais (DGEEC, fide PORDATA 2016).

É importante lembrar que se excluiu as escolas primárias do presente estudo. Caso estas fossem consideradas, elas fariam parte deste grupo, fazendo com que o número de edifícios a serem considerados aumentasse significativamente.

No total, abordam-se neste grupo cerca de 4 mil instituições e mais de 5 mil edifícios que, na maioria dos casos, não possuem nenhum responsável pela manutenção ou gestão da energia dos edifícios (B2, Figura 4.2). Além disso, quando o possuem, detetaram-se casos em que:

- (i) A função de gestor de energia é responsabilidade de uma empresa subcontratada, sem formação na área – apenas nas JF;
- (ii) A função de gestor de energia está prevista, mas o colaborador que a exerce não possui formação na área;
- (iii) No que diz respeito à certificação energética dos edifícios, mostra-se que é pensamento comum achar-se que os edifícios não precisam de ser certificados, com mais do que 30% do total de respostas a mencionarem que “nunca foi preciso” certificar os edifícios e mais do que 20% a mencionarem que “não é aplicável” (B7, Figura 4.15).

Tabela 6.1. Características do *Grupo A*, partilhada pelas JF e pelas EBS.

Grupo A	Descrição
Setor público	JF e EBS
Características comuns	<ul style="list-style-type: none"> - Função de GE não prevista; - Responsável pela manutenção e gestão da energia sem formação adequada; - Possuem, na maioria das vezes, entre 1 a 4 edifícios; - Grande parte do edificado construído após 1970, nomeadamente, o das EBS; - É opinião comum que os edifícios que não precisam de ser certificados; - Nunca foram implementadas medidas de eficiência energética; - São os segmentos onde é mais comum encontrar radiadores elétricos e edifícios sem equipamentos para climatização;
Características distintas	<ul style="list-style-type: none"> - Tipologia do edifício: escritórios, tribunais, ministérios e câmaras; estabelecimentos de ensino; - Número de colaboradores e número de utentes/ estudantes: pouco elevado nas JF e muito elevado nas instituições de EBS; - Conhecimento de apoios: as instituições de EBS raramente ouviram falar destes; - Razões para a não execução de uma auditoria energética;

Esperava-se encontrar estas duas respostas apenas no segmento das JF1, uma vez que, os edifícios registados por estas não totalizam uma área útil superior a 250 m², razão pela qual não são elegíveis para emissão de CE. Nas JF2 e nas EBS, por outro lado, esperava-se encontrar uma maior quantidade de respostas afirmativas referentes à existência de CE ou, numa segunda alternativa, que fosse um processo que estivesse em curso. Isto porque, de acordo com o Artigo 5º da Diretiva 2012/25/EU (Europeu, 2012), destaca-se o facto de os edifícios públicos deverem servir como exemplo aos restantes setores ao certificarem as suas instalações. Além de que, por serem edifícios com uma área útil superior a 250 m², estão aptos para ser certificados.

Além de os edifícios não estarem a ser certificados, também não estão a ser implementadas medidas de eficiência energética nestes (A9, Figura 4.5; B13, Figura 4.14), apesar de existirem, em *média*, entre três a cinco deficiências detetadas em cada um deles (B11, Figura 4.17).

Face à análise aqui descrita, é pertinente mencionar que, se até agora estes segmentos eram independentes, uma vez que as EBS eram responsabilidade do Ministério da Educação (Estado), o Programa do XXI Governo Constitucional prevê a descentralização do Estado. Quer isto dizer que, na área da educação, as escolas básicas e/ou secundárias vão ser transferidas

para as autarquias e entidades intermunicipais, que ficam assim responsáveis pelo: planeamento, gestão e realização de investimentos no setor público. Acrescem ainda outras responsabilidades, tais como, a gestão dos refeitórios, o apoio social, a gestão dos recursos educativos e o recrutamento do pessoal não docente (técnicos). Deste processo, excluem-se, no entanto, cerca de 200 escolas da empresa pública Parque Escolar, por questões legislativas e burocráticas (Gab. Ministro da Educação, 2017).

Face a estas modificações, os orçamentos disponíveis para a melhoria da eficiência energética passarão a ser geridos pelas autarquias (JF e CM), ficando as EBS sujeitas ao orçamento destas. Face aos resultados obtidos, é opinião do autor que devesse garantir que: (i) a inércia em implementar medidas de eficiência energética não aumenta ainda mais (A9, Figura 4.5); (ii) os orçamentos destinados à manutenção e gestão dos edifícios são previstos nas rubricas apropriadas (A10, Figura 4.6).

Apesar de se ter excluído deste estudo o setor empresarial público do Estado, onde se inclui a empresa Parque Escolar, é ainda assim relevante abordar as escolas detidas por esta empresa, uma vez que, detetaram-se casos em que, apesar de a função de gestor de energia estar prevista, sob responsabilidade da empresa pública Parque Escolar, as respostas apontaram como barreira a falta de iniciativa desta instituição em implementar medidas de eficiência energética ou em comunicar sobre este assunto com a escola. Esta situação já tinha sido referenciada por Pinheiro et al. (2014), num estudo efetuado a 8 escolas na Zona Metropolitana de Lisboa, onde se denunciou o facto de a gestão da energia ser da responsabilidade da empresa Parque Escolar e que os colaboradores das escolas nem sequer tinham conhecimento dos equipamentos que estavam instalados ou se as escolas estavam certificadas ou não.

Grupo B: câmaras municipais, ensino superior e investigação e hospitais

No Grupo B incluem-se cerca de 390 câmaras municipais e comunidades intermunicipais, 108 hospitais e 206 instituições de ensino superior públicas (que incluem o caso de estudo FCT NOVA). Também os institutos de investigação nacionais e regionais são aqui incluídos, no entanto, porque estes não se encontram devidamente identificados, não foi possível fazer a sua contagem exata.

Espera-se que estejam concentrados neste grupo ainda mais edifícios do que os do grupo anterior. Isto porque, à exceção dos Hospitais, é comum as CM e o ESI possuírem mais do que dois edifícios. Por exemplo, apenas a FCT NOVA (caso de estudo) possui cerca de 20 edifícios. No caso das CM, cerca de 10% do total de respostas, referiram que detinham mais do que 100 edifícios, podendo atingir os 500.

Ao comparar este grupo com o anterior, note-se que muitas das características contrastam. Na maioria dos casos, a função de responsável pela gestão da energia existe, é um colaborador permanente e tem formação na área ou frequentou cursos de formação relevantes. No caso específico da FCT NOVA, a tarefa de gestão e manutenção dos edifícios é responsabilidade da Divisão de Apoio Técnico, com um colaborador com formação específica em energias renováveis.

Tabela 6.2. Características do Grupo B, partilhada pelas CM, pelo ESI e pelos Hospitais.

Grupo B	Descrição
Setor público	CM, ESI e Hospitais
Características comuns	<ul style="list-style-type: none"> - Colaborador permanente como responsável pela gestão da energia; - Colaboradores com algum tipo de formação; - Podem possuir dezenas de edifícios, nomeadamente, as CM e o ESI; - Edifícios, na maioria dos casos, em fase ou com certificação prevista; - São implementadas medidas tais como: ações de formação, envio de e-mail (newsletter) aos restantes colaboradores; - São os segmentos onde é mais comum encontrar sistemas centralizados de climatização (AVAC e convetores de calor); - Edifícios que podem ter uma elevada taxa de ocupação, quer devido ao número de colaboradores, quer devido ao número de utentes; - Os colaboradores têm conhecimento do tipo de apoios que existem;
Características distintas	<ul style="list-style-type: none"> - Tipologia do edifício: escritórios, tribunais, ministérios e câmaras; ensino superior e estabelecimentos de saúde com internamento; - Data de construção, sendo mais comum que as CM estarem terem edifícios históricos que as instituições do ESI e Hospitalares. - Razões para a não execução de uma auditoria energética;

É relevante mencionar que a função de responsável pela gestão da energia nem sempre se encontra prevista. De facto, os Hospitais foram o único segmento em que a opção “A função não está prevista” não foi selecionada. Nas CM, uma análise mais cuidada revelou que, os casos em que não se previa a função, ou tratavam-se de comunidades intermunicipais, ou de CM que eram detentoras, no máximo, de 5 edifícios. O mesmo pode acontecer no ESI, se é verdade que instituições como a FCT NOVA, ou o Instituto Superior Técnico, ou a Universidade de Coimbra possuem vários edifícios, que suporta a necessidade de haver um responsável pela gestão da energia e pela manutenção dos edifícios. Por outro lado, instituições de ESI de menor dimensão, com pouco mais de um edifício, poderão não ver esta necessidade como prioritária, não se prevendo a existência da função mencionada, tal como se identificou nas respostas da amostra recolhida.

Neste grupo é comum enviar-se e-mails e newsletters sobre as alterações efetuadas. Enquanto no *Grupo A* as instituições não conheciam apoios para incentivo e implementação de medidas de eficiência energética, ou apenas tinham ouvido falar sobre estes, neste grupo existe conhecimento sobre os apoios que existem. Na FCT NOVA, por exemplo, as informações referentes a apoios e programas de incentivo são recolhidas pela Divisão de Apoio Técnico que, posteriormente, caso os ache pertinentes, informa a direção da faculdade com as ações a tomar, afim de obter aprovação.

De se notar que, o modo como as CM interpretam a necessidade em executar auditorias energéticas aos edifícios é bastante semelhante ao das JF, considerando-as como desnecessárias. Em contrapartida, os estabelecimentos de ESI, embora não tenham realizado auditorias, mencionam que estas estão previstas. A par destas respostas, a revisão de literatura revela que apenas cerca de 10 instituições possuem os certificados energéticos de todos os seus edifícios. É um exemplo específico a FCT NOVA que, embora tenha realizado auditorias apenas a 3 edifícios, nunca procedeu à emissão do certificado energético para os mesmos, sendo ainda necessário que se executem auditorias aos restantes edifícios.

É pertinente mencionar que, se ao nível institucional, todos os segmentos presentes neste grupo são semelhantes, o mesmo não acontece ao nível dos edifícios. Além das tipologias serem distintas, também as taxas de ocupação (número de colaboradores e de utentes) são bastante variáveis. Esta diferença é notada principalmente nas CM, com um *desvio padrão* de 129 m²/ocupante, enquanto o ESI e os Hospitais apenas possuem um *desvio padrão* de 6 m²/ocupante e 4 m²/ocupante, respetivamente (Tabela 4.15).

Apesar de os edifícios da FCT NOVA apenas representarem uma das classes que se encontram neste grupo, é pertinente discutir como os edifícios os seus edifícios se encontram enquadrados com os da amostra, nomeadamente, os do ESI (Ensino Superior e Investigação).

A Tabela 6.3 mostra que em termos de área por ocupante, os valores dos edifícios do caso de estudo, são bastante semelhantes aos da *média* da amostra, situando-se entre 10 m²/ocupante e 15 m²/ocupante. O edifício I não foi contabilizado, uma vez que não se possuía dados quanto à sua ocupação.

Tabela 6.3. Características de ocupação nos edifícios do ESI da amostra e nos edifícios da FCT NOVA (Adaptado de P. Bravo, 2013; S. Santos, 2010).

Edifícios		Estudantes	Área (m ²)	$\left(\frac{m^2}{ocupante}\right)$	$\left(\frac{m^2}{ocupante}\right)_s$
ESI (amostra)		-	-	13	6
FCT NOVA	II	1 151	7 100	10	-
	Departamental (Ala Ambiente)	1 108	10 705	15	-
	Departamental (Ala de Química)	1 222	11 135	14	-

s: desvio padrão da amostra

ESI: Ensino Superior e Investigação

A Tabela 6.4 compara o número de deficiências dos edifícios da FCT NOVA, identificados no Capítulo 5, com o número de deficiências dos edifícios do ESI, todos construídos no mesmo período de tempo, entre 1970 e 1990.

Tabela 6.4. Deficiências nos edifícios do ESI (amostra), construídos entre 1970 e 1990, e nos edifícios da FCT NOVA.

Tipologia da deficiência ¹	Deficiências por edifício			
	ESI (amostra)	FCT NOVA Ed. I	FCT NOVA Ed. II	FCT NOVA Ed. Departamental
Envolvente	2,3	3	3	3
Físicas	0	2	2	2
Conforto térmico	0,7	-	-	-
Sist. de climatização	1,3	1	1	1
Total	4,3	6	6	6

¹Envolvente: perdas ou ganhos de calor excessivos pelas paredes, janelas, cobertura;

Físicas: Correntes de ar, humidade e bolores, mau isolamento acústico;

Conforto térmico: Invernos/ verões demasiado frios/quentes.

Sistemas de Climatização: Mal regulado ou de difícil regulação; desligado devido ao elevado consumo de eletricidade;

Observa-se que o número de deficiências identificadas por cada edifício é superior à média, destacando-se as deficiências na envolvente (nos vãos envidraçados, nas paredes e nas coberturas) que são identificadas nos 3 edifícios da faculdade. Enquanto nos edifícios da amostra não foram identificadas deficiências físicas (humidade e bolores, correntes de ar e mau isolamento acústico), o mesmo não acontece nos edifícios da FCT NOVA, onde se identificaram humidades e bolores e, infiltrações e correntes de ar através dos vãos envidraçados.

Apesar de a Tabela 6.4 não avaliar o conforto térmico dos edifícios, uma vez que tal exigiria um procedimento que não se aplicou neste estudo; uma tese de mestrado anterior refere que 41% dos professores considera que a temperatura nos edifícios da faculdade é desconfortável, principalmente nas estações do Verão e do Inverno. Os alunos, por sua vez, para 15% existe desconforto térmico nas salas de aula, enquanto, para 24% existe desconforto térmico principalmente no Inverno (Anexo II) (S. Santos, 2010).

As auditorias energéticas e teses de mestrado anteriores, com foco nestes edifícios, identificaram potenciais de poupança anuais no consumo de eletricidade que podiam variar entre 5% e 15%. Para tal, recorria-se apenas a medidas que não exigem intervenções na envolvente do edifício, nomeadamente, a instalação de sensores de ocupação nos WC e nos corredores, a instalação de balastros eletrónicos e a substituição dos equipamentos de escritório por mais eficientes (S. Santos, 2010). Estes valores vão ao encontro daqueles que foram observados por Hee & Ku (2014), em que a redução da potência das lâmpadas, a utilização de equipamentos mais eficientes e o ajuste da temperatura interior levou a potenciais de poupança, em dois edifícios universitários, de 6% e de 16%, respetivamente.

Especificamente ao nível da iluminação, no edifício departamental, calculou-se que se pudesse reduzir os consumos desta entre 59% e 73%, dependendo da estratégia a adotar. Estes valores, uma vez mais, aproximam-se dos da revisão de literatura, onde Ardente et al (2011) mostrou que podiam chegar até aos 90%.

Quanto aos potenciais de poupança resultantes da reabilitação das fachadas e dos envidraçados, a auditoria realizada concluiu que, pelo facto de os períodos de retorno não serem satisfatórios, não são das deficiências mais urgentes a corrigir.

Grupo C: Administração Central e Regional

A ACR é aqui abordada como uma situação única, uma vez que, (i) o número de respostas obtidas por parte deste setor foi bastante limitado e; (ii) a sua distribuição é bastante heterogénea, o que não permite fazer estipulações sobre o setor público português.

As análises das respostas obtidas revelam que devido à sua lógica de organização, as instituições da ACR comportam-se de modo semelhante às JF e às CM. Se em alguns dos casos as instituições possuem edifícios próprios, existem outros em que os edifícios são cedidos às direções gerais e regionais por parte das respetivas secretarias do Estado e ministérios.

Esta informação foi validada, não apenas em uma das respostas aos questionários, mas também por contacto telefónico com duas instituições, nomeadamente, com a Direção Regional da Juventude e do Desporto. Nestes contactos, informou-se que, por os edifícios serem cedidos

pela respetiva secretaria do Estado, era da responsabilidade desta a manutenção e a gestão da energia dos edifícios.

Em contraste, a Secretaria Regional da Agricultura e das Florestas mencionou que a manutenção e gestão dos edifícios era responsabilidade da Direção de Regional de Energia. Dito isto, conclui-se que não existe uma estrutura que hierárquica que esteja realmente definida, podendo o modo de funcionamento das diferentes instituições e a previsão da função de gestor de energia variar de caso para caso.

Todos os pontos anteriores justificam a variedade de respostas obtidas em cada pergunta, o que dificulta o processo de caracterização deste segmento do setor público.

6.2. Barreiras à eficiência energética

Identificação das barreiras

A análise das características do setor público permite que se identifiquem que barreiras à eficiência energética existem e, posteriormente, que soluções poderão ser desenvolvidas para as ultrapassar.

Neste âmbito, é relevante discutir a questão *A10*, que perguntava especificamente que barreiras à eficiência energética as instituições detetavam. As respostas, semelhantes em todos os segmentos, revelam que as barreiras existentes são de natureza económica e financeira e governamental.

As barreiras de natureza económica e financeira podem-se subdividir em duas categorias: a primeira relacionada com a escassez de meios financeiros e fundos que promovam projetos de eficiência energética, e a segunda relacionada com a ausência de lucratividade dos projetos, que por norma exigem elevados investimentos com períodos de retorno elevados, quase sempre superiores a 20 e 30 anos (*A10*, Figura 4.6) (Bertone et al., 2016; Gupta et al., 2017; Wang et al., 2016).

As barreiras de natureza governamental estão relacionadas com a falta de motivação financeira, isto é, com a distribuição pouco eficaz dos incentivos (Wang et al., 2016) e o facto de estes não virem mencionados nas rubricas apropriadas (*A10*, Figura 4.6) (Gupta et al., 2017).

As existências de ambas estas barreiras eram expectáveis, no entanto, por razões diferentes: porque o setor público não empresarial não gera receitas próprias suficientes para cobrir a totalidade das despesas, o orçamento das instituições depende do orçamento do Estado e o modo como este é distribuído, razão porque a falta de acesso a financiamento é apresentada como uma barreira. Derivado deste facto, quando abordadas sobre que mecanismos económicos seriam mais apropriados, grande parte das instituições públicas responderam que seriam os subsídios não reembolsáveis (*A11*, Figura 4.7).

Os períodos de retorno demasiado elevados são apresentados como uma outra barreira, pelo que torna-se necessário sensibilizar as instituições do setor público para o facto de que, a renovação dos edifícios conduzirá a melhorias e diminuições no consumo de energia que poderão ser recuperadas com: (i) a redução do valor da fatura de energia e; (ii) com a melhoria do desempenho dos trabalhadores (Gupta et al., 2017). Ainda sobre esta última barreira, uma das

respostas ao questionário (Apêndice V) mencionou que, pelo facto de os projetos em eficiência energética serem projetos a longo prazo, existem limitações nos contratos realizados com o Estado, o que revela falta de comprometimentos para com os projetos a decorrer.

A barreira governamental era expectável, uma vez que, a alocação de fundos às instituições não discrimina qual deverá ser o seu destino, o que resulta na sua aplicação em outras áreas que não a eficiência energética (Annunziata, Rizzi, & Frey, 2014). Além disso, apesar de existirem programas operacionais regionais, a sua ação está restrita apenas a algumas áreas geográficas (áreas de reabilitação urbana), não abrangendo todas as instituições que se queiram candidatar a estes programas. Não obstante, existe ainda o facto de a dotação orçamental destinada a estas programas ser bastante limitada.

Uma vez discutida a questão A10, é agora pertinente analisar as características da Situação A, B e C, com o objetivo de se identificar que outras barreiras podem existir no setor público português (Tabela 6.5):

- (i) O questionário entregue às instituições não permitiu identificar barreiras, quer de mercado, quer tecnológicas, as quais também eram identificadas por outros autores na revisão de literatura;
- (ii) As barreiras não são completamente independentes, elas podem estar interligadas entre si.
- (iii) As barreiras identificadas existem em praticamente todos os setores da administração pública. Na Tabela 6.5 apenas se mencionou alguns segmentos/ situações, uma vez que, é nestes que as respostas obtidas evidenciaram mais fortemente a presença da barreira descrita.

Tabela 6.5. Principais barreiras à implementação de medidas de eficiência energética.

Natureza da barreira	Barreira	Sit. ¹	Causa
Organizacional e social	Visão pouco clara e definida	A	- Função de GE não prevista; - Inércia na implementação de medidas de eficiência energética; - Ausência de comunicação e partilha do conhecimento sobre eficiência energética;
	Falta de autoridade na tomada de decisão	A, C	- Existem edifícios a pertencer a uma entidade terceira (proprietária);
Educativa	Profissionais inexperientes e pouco qualificados	A	- Responsáveis pela gestão e manutenção dos edifícios sem qualificações;
	Desconhecimento de legislação e políticas de suporte;	A	- Desconhecimento de programas de apoio e incentivo à eficiência energética;
Governamental	Falta de motivação financeira;	A, B, C	- Distribuição pouco eficiente dos incentivos para o segmento da EBS e das JF; - Incentivos a não ser mencionados nas rubricas apropriadas;
	Hierárquica e funcional	A, B, C	- Falta de coordenação entre as várias instituições e órgãos da administração público em matéria de eficiência energética (exemplo: previsão da função de gestor de energia).

Tabela 6.5 (continuação). Principais barreiras à implementação de medidas de eficiência energética.

Económica e financeira	Falta de acesso a financiamento	A, B, C	- Escassez de incentivos e meios financeiros;
	Períodos de retorno demasiado elevados	A, B, C	- Escassez de estudos que relacionem os custos percetíveis com os custos reais.
	Dotação orçamental limitada	A, B, C	- Os orçamentos previstos além de apenas cobrirem um número limitado de projetos, também não cobrem o custo total dos mesmos;

¹ A: Juntas de freguesia e escolas básicas e/ou secundárias;
 B: Câmaras municipais, ensino superior e investigação e hospitais;
 C: Administração Central e regional

Soluções e classificação

As barreiras identificadas podem ser classificadas como extrínsecas e intrínsecas às instituições.

As primeiras são aquelas que têm natureza governamental, económica e financeira. As barreiras consideradas intrínsecas à instituição são aquelas que têm natureza organizacional e social. De se notar que, as barreiras de natureza educacional tanto podem ser extrínsecas como intrínsecas.

As barreiras de natureza económica e financeira são as que apresentam soluções mais complexas, não sendo encontrados resultados ótimos na revisão de literatura. Recorre-se frequentemente a subsídios reembolsáveis e empresas de gestão de energia, em que se paga o investimento à custa dos potenciais de poupança, no entanto, se tal funciona no setor residencial, no setor público a situação é um pouco mais complicada, uma vez que os rendimentos gerados por estas instituições não são suficientemente elevados para cobrir o investimento. Além disso, também o pagamento do investimento à custa dos potenciais de poupança pode não funcionar, uma vez que, tal como se verificou nos estabelecimentos de ensino reabilitados na Zona Metropolitana de Lisboa, os consumos de energia aumentaram cerca de 200% e, conseqüentemente, o valor mensal da fatura da eletricidade (Pinheiro et al., 2014).

Com o objetivo de solucionar esta barreira tem-se procurado tornar os estudos sobre retornos financeiros mais fidedignos, precisos e confiáveis, visando-se com isto incentivar as instituições a tomar ações (Bertone et al., 2016; Gupta et al., 2017). Neste âmbito, têm-se combinado diferentes mecanismos financeiros (subsídios, empresas de gestão de energia e deduções nas faturas de energia), quer para cobrir os investimentos iniciais, quer os custos seguintes (Bertone et al., 2016). No caso dos subsídios governamentais, Gupta et al., (2017) defende que estes devem alterar-se com o tempo, se a curto prazo estes podem ser a fundo perdido ou reembolsáveis, posteriormente, poderão ser substituídos por taxas de incentivo (médio termo) e, a longo prazo, pela imposição de taxas ambientais, caso não se cumpram as condições pretendidas. Contudo, tal como se pode observar, estas medidas apenas servem de incentivo à eficiência energética, elas não resolvem as barreiras económicas e financeiras, nomeadamente, a falta de acesso a financiamento.

Tendo em consideração os factos acabados de mencionar, face aos apoios existentes e às limitações impostas por estes: (i) nem todas as medidas são financiadas; (ii) o orçamento total

disponibilizado é bastante limitado; é assim necessário criar ferramentas que auxiliem na priorização dos edifícios com maiores necessidades de intervenção. Tal poderá ser realizado através da criação de indicadores que auxiliem numa melhor triagem dos edifícios.

Os resultados mostram que se deve também estudar a aplicabilidade de subsídios à *Situação A*, nomeadamente às JF, que embora possam não ser uma prioridade, retêm uma quantidade de edifícios bastante significativa que justificam o seu estudo. Com isto, procura-se mitigar o facto de muitas destas instituições não serem abrangidas pelos programas de financiamento.

As EBS levantaram a questão de que, apesar de o orçamento inicial prever as medidas de eficiência energética, que podem incluir a reabilitação de todo o estabelecimento, é necessário que se analise quais os impactos das medidas no consumo de energia, uma vez que, detetaram-se casos em que, devido ao aumento bruto desta, os equipamentos foram desligados (Pinheiro et al., 2014). Deste modo, deve-se ter em consideração que não basta criar os programas de apoio e de financiamento, é também preciso estudar como é possível mantê-los a médio e a longo prazo.

O lançamento do Barómetro da Eficiência Energética da Administração Pública, no âmbito do programa Eco.AP, teve como base alguns princípios de *gamification*, sendo o seu objetivo de “...caraterizar, comparar e de divulgar publicamente o desempenho energético dos serviços públicos” (Eco.ap, 2016). Defende-se aqui que esta ferramenta deverá ser melhor explorada, devendo: (i) abranger todo o setor público; (ii) criar metas e objetivos a ser atingidos; (iii) partilhar sucessos e insucessos de edifícios que tenham sofrido intervenções; (iv) incentivar e educar o público para os benefícios a longo prazo; (v) ser acessível a toda a sociedade, servindo de exemplo para outros setores; Wang et al., (2016) defende que o Governo deverá estabelecer um sistema de mérito que procure destacar as instituições ou colaboradores com as melhores práticas. Em contraste, instituições que não cumpram os requisitos estabelecidos deverão sofrer algum tipo de punição.

Ao nível Governamental, procura-se que exista uma maior coordenação entre os vários departamentos. Observou-se que instituições instaladas em edifícios cedidos por terceiros têm a tendência de se desresponsabilizar no que diz respeito à eficiência energética e à manutenção dos edifícios. Assim, defende-se que é responsabilidade do gestor de energia criar planos de sensibilização e delegar deveres, não apenas aos colaboradores da instituição em que está presente, mas também aos colaboradores de instituições que estejam em edifícios cedidos ou arrendados.

Ainda sobre esta barreira, o custo operacional ao longo do tempo de vida dos edifícios deverá também passar a ser contabilizado. Isto porque também é necessário mobilar o interior dos edifícios, muitas vezes os proprietários dos edifícios optam por comprar equipamentos menos eficientes, pelo que os contratos de arrendamento deverão ser claros sobre as responsabilidades de ambas as partes (Wang et al., 2016).

Na *Situação A* referiu-se o facto de a função de gestor de energia não ser, em cerca de 80% das vezes, prevista. Em contrapartida, nas CM é comum esta ser desempenhada por um colaborador permanente. Face a isto e, tendo em conta que, com a descentralização do Estado, a acontecer entre 2017 e 2019, também as EBS vão passar para as autarquias, defende-se que as CM deveriam garantir a existência de um ou mais gestores responsáveis pela manutenção e

gestão da energia dos edifícios, quer das CM, quer das JF, uma vez que, de acordo com a RCM n.º 2/2011, todos os serviços e organismos da administração direta e indireta do Estado devem designar um gestor local de energia (Eco.ap, 2016).

Devido à diversidade de edifícios que existem no setor da Administração Local, seria benéfico recorrer ao uso de indicadores que triassem aqueles com maiores necessidades de intervenção. Para tal, seria recomendado recorrer ao uso de indicadores de eficiência energética, tais como kWh.m⁻² e kWh.utente⁻¹.ano⁻¹.

Ao nível educacional, dever-se-á procurar que toda a informação sobre programas de eficiência energética, apoios e incentivos se encontra acessível às instituições. Esta deverá servir de guia às instituições, guiando não apenas os dirigentes, mas também os restantes colaboradores.

Abordando agora as barreiras intrínsecas. Estas barreiras podem ser mitigadas ao criar-se uma cultura que privilegie e torne constante a existência de formações e a partilha e transmissão de conhecimento em temas relacionados com a eficiência energética. A existência deste tipo de eventos é tida como um dos primeiros passos, com o objetivo de se aumentar o número de medidas implementadas, tal como foi demonstrado por Annunziata et al. (2014). Além disso, tal como se observou nos resultados, os termóstatos dos aparelhos de climatização estão, em mais de 70% do total de respostas, mal regulados (B14/B15, Figura 4.20), razão pelo qual a comunicação, a gestão e a partilha do conhecimento entre o responsável pela gestão da energia e os colaboradores é tão importante. Defende-se assim que é necessário que se criem planos de ação internos obrigatórios (Wang et al., 2016). Estes deverão incutir responsabilidades aos colaboradores, quer ao nível do uso da energia, quer na manutenção do edifício e dos seus equipamentos.

Gupta et al. (2017) defende ainda que deverão ser desenvolvidos programas a curto e a longo prazo que procurem capacitar e consciencializar as instituições. Num horizonte temporal a longo prazo, estes deverão dotar os colaboradores de competências para trabalhar com ferramentas e produtos de eficiência energética, procurando-se que estes possuam competências para executar manutenções periódicas de todos os produtos e serviços que envolvam eficiência energética.

Independentemente de as barreiras serem intrínsecas ou extrínsecas, elas encontram-se interligadas, pelo que se defende a mitigação das barreiras económicas e financeiras ao se derubar as restantes. A Tabela 6.6 classifica as barreiras de acordo com a sua ordem de importância, comparando-as com os resultados obtidos por Gupta et al. (2017) e Wang et al. (2016).

A classificação efetuada é útil para estabelecer prioridades de intervenção, onde as barreiras de natureza económica e financeira desempenham o papel central. No entanto, deve-se também ter em conta o custo, a eficácia e o tempo necessário para a implementação de soluções. Se necessário dever-se-á recorrer a um terceiro critério, segmentando as medidas em três escalas de tempo: curta e ação imediata; médio termo e longo termo (Gupta et al., 2017).

Tabela 6.6. Classificação das barreiras.

Natureza da barreira	Barreira	Sit. ¹	Classificação		
			Gupta et al. (2017)/ Wang et al. (2016)	Questionário	Caso de estudo (FCT NOVA) ²
Organizacional e social	Visão pouco clara e definida	A	5 / 3	2	x
	Falta de autoridade na tomada de decisão	A, C	9 / -	3	x
Educação	Profissionais inexperientes e pouco qualificados	A	8 / -	3	-
	Desconhecimento de legislação e políticas de suporte;	A	3 / -	3	-
Governamental	Falta de motivação financeira;	A, B, C	7 / -	1	-
	Hierárquica e funcional	A, B, C	6 / -	2	x
Económica e financeira	Falta de acesso a financiamento	A, B, C	1 / 1	1	x
	Períodos de retorno demasiado elevados	A, B, C	4 / 2	1	x
	Dotação orçamental limitada	A, B, C	2 / -	1	-

¹ A: Juntas de freguesia e escolas básicas e/ou secundárias; B: Câmaras municipais, ensino superior e investigação e hospitais; C: Administração Central e Regional

² x: barreira identificável pela Divisão de Apoio Técnico da FCT NOVA;

Observe-se que os métodos utilizados para classificar as barreiras acima foram distintos. Enquanto Gupta et al. (2017) efetuou uma análise de sensibilidade para perceber quais eram as barreiras mais importantes. Wang et al. (2016) apenas normalizou os dados estatísticos da sua amostra transformando-os em rankings. Em paralelo, a classificação realizada com base no questionário usou como critério a predominância das respostas. Porque não foi possível fazer uma distinção tão clara da importância das barreiras, apenas se utilizou uma escala de um a três, onde um é a mais importante e três a menos importante. A classificação realizada no caso de estudo consistiu apenas na sinalização das barreiras, pela Divisão de Apoio Técnico, que eram detetadas na FCT NOVA.

De se notar que, nas três classificações, as barreiras de natureza económica e financeira surgem com um elevado grau de importância, nomeadamente, a falta de acesso a financiamento, relacionada com a escassez de incentivos e programas de apoio, e o facto de os períodos de retorno serem demasiado elevados. Considerou-se que estas barreiras eram as mais importantes, uma vez que, quando de inquiriu o setor público, foram estas as barreiras que foram referidas (A10, Figura 4.6).

Em oposição à classificação realizada por Gupta et al. (2017), no setor público português, a barreira de natureza educacional desconhecimento da legislação e políticas de suporte, não tem tanta relevância. Tal como se observou, apenas as JF e as EBS mencionaram não conhecerem apoios, tendo sido mencionado na opção “Outro”, que embora conheçam programas de incentivo, estes não abrangem estes dois segmentos.

Em contraste, se a barreira anterior perdeu importância, a barreira de natureza governamental “falta de motivação financeira” ganha relevância. Esta deve-se ao facto de a distribuição dos incentivos não ser homogénea pelo país, havendo segmentos e instituições que, devido à organização do Estado e à sua localização geográfica, não podem concorrer a incentivos e subsídios para implementarem medidas de eficiência energética. Não obstante, tal está também relacionado com o facto de os orçamentos, para aplicar em medidas de eficiência energética, não serem ou virem mencionados nas rubricas apropriadas.

A classificação dada às restantes barreiras é consistente com a classificação de Gupta et al. (2017) e de Wang et al. (2016). De se notar que existem barreiras que, apesar de serem consideradas importantes, de acordo com a classificação que lhe foi atribuída pelos autores, elas não foram detetadas no caso português e, conseqüentemente, no caso de estudo. É exemplo, Wang et al. (2016) mencionou que uma das principais barreiras na China era a escassez de legislação e requisitos a cumprir, que embora existissem, não eram obrigatórios de cumprir.

Quer a barreira de natureza económica e financeira “dotação orçamental limitada”, quer a barreira de natureza governamental “falta de motivação financeira”, não foram mencionadas no caso de estudo. Em contrapartida, deu-se mais importância à barreira organizacional e social “falta de autoridade na tomada de decisão”.

Estes resultados revelam que, apesar de as barreiras financeiras serem importantes, ao nível institucional, o facto de as decisões não serem efetuadas pelo responsável pela gestão da energia, mas sim pelo responsável superior da instituição, é apresentado como uma das principais barreiras à implementação de medidas. No setor público, a barreira “falta de autoridade na tomada de decisão” não foi considerada tão importante, uma vez que, relacionou-se esta com o facto de haver instituições que estão em edifícios que têm outra entidade titular, o que foi detetado apenas, em alguns casos, nas JF e na ACR.

A Tabela 6.7 é apresentada como uma síntese das ações a tomar, que visam ultrapassar as barreiras identificadas à eficiência energética.

Tabela 6.7. Síntese das barreiras e das ações a tomar.

Natureza	Barreira	Ações
Governamental	Hierárquica e funcional	<ul style="list-style-type: none"> Garantir a existência de coordenação entre municípios e juntas de freguesia ou ministérios do Estado e direções gerais. Criar planos de ação e de sensibilização ao nível institucional que envolvam e atribuam responsabilidades às instituições com menor poder executivo.
	Falta de motivação financeira	<ul style="list-style-type: none"> Mencionar o montante do orçamento do Estado para medidas de eficiência energética nas rubricas apropriadas.
Económica e financeira	Falta de acesso a financiamento	<ul style="list-style-type: none"> Distribuir os incentivos de acordo com as necessidades nos vários setores, o grau de deficiências nos edifícios e a sua taxa de ocupação; Estudar a aplicação de fundos ao setor Local da AP;

Tabela 6.7 (continuação). Síntese das barreiras e das ações a tomar.

Natureza	Barreira	Ações
Económica e financeira	Períodos de retorno demasiado elevados	<ul style="list-style-type: none"> Conectar as instituições com projetos de reabilitação em curso e que tenham terminado, visando-se a partilha das medidas que foram implementadas e quais os seus benefícios que estão a ser sentidos. Reestruturar o programa Eco.AP.
	Dotação orçamental limitada	<ul style="list-style-type: none"> Procurar aumentar o montante disponibilizado para projetos de eficiência energética; na impossibilidade de tal, distribuir o orçamento de acordo com as necessidades do mercado;
Educativa	Escassez de profissionais devidamente qualificados	<ul style="list-style-type: none"> Regular a existência da posição de gestor de energia, garantindo que a função existe, está prevista e que o responsável por esta tem competências para tal. Na ausência de competências ou de gestor de energia, garantir que o colaborador recebe formação na área (através de cursos ou ações de formação).
	Desconhecimento de legislação e políticas de suporte	<ul style="list-style-type: none"> Garantir a acessibilidade das informações sobre legislação e políticas de suporte; Criar guias e programas de formação para dotar os dirigentes das instituições dos conhecimentos em falta;
Organizacional e social	Falta de autoridade na tomada de decisão	<ul style="list-style-type: none"> Delegar responsabilidades aos vários colaboradores em outros edifícios, dando-lhes autonomia para surgirem com as suas próprias soluções.
Organizacional e social	Visão em eficiência energética pouco clara e definida	<ul style="list-style-type: none"> Definir com o gestor de energia um plano de ação, o procedimento a seguir, o número de horas que se pretende dedicar com a execução do plano e qual o grau de autonomia do gestor. Envolver todos os colaboradores no plano de eficiência energética da instituição ao realizar-se workshops ou ao enviar-se newsletter informativas, visando-se, deste modo, a promoção da utilização racional de energia nos vários edifícios.
	Inércia no processo de desenvolvimento dos projetos	<ul style="list-style-type: none"> Tornar os processos mais ágeis, prolongando-se os tempos para a candidatura aos programas de apoio, de modo a conferir tempo suficiente às instituições para recolherem os dados necessários.

7. Conclusão

7.1. Síntese conclusiva

Esta dissertação foi em parte motivada pela filosofia de decrescimento sustentável em vez de «*Acumulai! Acumulai!*». Neste contexto, foram calculados indicadores que permitam auxiliar na formulação de mecanismos e de programas de incentivos para a eficiência energética dos edifícios existentes.

Estima-se que exista uma área bruta de edificado público, excluindo o setor militar, de cerca de 62×10^6 m², cerca de 17 000 edifícios, dos quais 60% apresentam deficiências que justificam a execução de uma auditoria energética, a qual visaria confirmar se era justificável proceder com a reabilitação e que tipo de medidas interventivas poderiam ser aplicadas ao edifício. Calcula-se que o potencial de mercado associado a este procedimento supera os 10 M€.

Mostra-se também que a distribuição da tipologia das deficiências é desigual e, consequentemente, o tipo de medidas a implementar. Estimou-se que 42% dos edifícios precisam de sofrer alterações nos vãos envidraçados, 31% nas paredes e 23% na cobertura. No total, estes valores traduzem-se em necessidades de intervenção de 4×10^9 m² de envidraçados, 10×10^9 m² de isolamento nas paredes e 8×10^9 m² de isolamento nas coberturas. Em valores monetários, calcula-se necessidades de investimento de 3 400 M€, 1 900 M€ e 585 M€, respetivamente.

No total, avalia-se o mercado da reabilitação dos edifícios do setor público entre 4 100 M€ e 5 900 M€, dependendo se a reabilitação é média ou profunda, respetivamente.

Além dos mecanismos de incentivo deverem ter em conta as necessidades de intervenção, eles devem também focar-se em derrubar as barreiras existentes à eficiência energética. Assim, identificaram barreiras de quatro naturezas distintas.

As barreiras de natureza económica e financeira surgem em primeiro lugar, relacionadas com a escassez de programas de incentivo, períodos de retorno demasiado elevados e dotações orçamentais bastante limitadas.

As barreiras de natureza governamental estão relacionadas com o facto de não haver orçamentos mencionados em rúbricas para programas de eficiência energética e por haver instituições públicas sem responsáveis pela gestão da energia.

As barreiras de natureza educacional é uma consequência da escassez de competências dos responsáveis pela gestão da energia e pelo desconhecimento dos programas de incentivo que existem.

As barreiras de natureza organizacional e social são o resultado da falta de comunicação entre os proprietários, dirigentes e colaboradores, com o objetivo de melhorar e transmitir o conhecimento em eficiência energética dentro da instituição.

7.2. Cumprimento dos objetivos

Foram cumpridos os principais objetivos desta dissertação. Caracterizou-se as condições dos edifícios do setor público em Portugal e as necessidades de intervenção e do mercado associadas a este setor. Foram ainda identificadas as barreiras existentes e propostas soluções com o objetivo de as ultrapassar.

7.3. Desenvolvimentos futuros

No âmbito desta dissertação, o mesmo questionário foi distribuído a todo o setor público, ignorando as diferenças entre subsectores. Por esta razão, seria útil que fossem executados trabalhos mais específicos que visassem a análise mais detalhada de cada setor, das condições dos edifícios e das barreiras existentes.

Agruparam-se os edifícios em classes, de acordo com as suas deficiências, em desenvolvimentos futuros, seria benéfico escolher um edifício representativo de cada grupo e estudá-lo mais profundamente, quantificando os potenciais de poupança reais.

Foram identificadas algumas das barreiras existentes, no entanto, porque não era âmbito do estudo, não se identificaram barreiras de natureza tecnológica e de mercado, pelo que pesquisas futuras poderão incidir nesta área, visando complementar os resultados aqui divulgados.

Foram propostas soluções para ultrapassar as barreiras existentes, sendo agora necessário estudar a sua eficácia e viabilidade económica.

8. Bibliografia

- ADENE (2016a). *10 Soluções eficiência energética*. Consultado em 25 de Abril de 2017, disponível em <http://www.adene.pt/10solucoes-eficiencia-energetica>.
- ADENE (2016b). *Certificação de Edifícios*. Consultado em 28 de Novembro de 2016, disponível em <http://www.adene.pt/sce/textofaqs/certificacao-de-edificios>.
- ADENE (2017a). *Certificação Energética e Ar Interior*. Documentos fornecidos pela ADENE.
- ADENE (2017b). *Certificação energética: quanto custa?* Consultado em 10 de Maio de 2017, disponível em <http://www.adene.pt/quanto-custa>.
- ADENE (2017c). *Eficiência energética*. Consultado em 8 de Março de 2017, disponível em <http://www.adene.pt/eficiencia-energetica>.
- ADENE, APFAC e ITeCons. (2016a), *Ar Condicionado Doméstico*. ADENE - Agência para a Energia. ISBN 978-972-86-46-55-4. Disponível em <http://www.adene.pt/sites/default/files/documentos/10see-09-ar-condicionado.pdf>
- ADENE, APFAC e ITeCons. (2016b). *Isolamento de Coberturas*. ADENE - Agência para a Energia. ISBN 978-972-8646-41-7. Disponível em <http://www.adene.pt/sites/default/files/documentos/10see-02-isol-coberturas.pdf>
- ADENE, APFAC e ITeCons. (2016c). *Isolamento de Paredes*. ADENE - Agência para a Energia. ISBN 978-972-8646-39-4. Disponível em <http://www.adene.pt/sites/default/files/documentos/10see-01-isol-paredes.pdf>
- ADENE, APFAC e ITeCons. (2016d). *Janelas Eficientes*. ADENE - Agência para a Energia. ISBN 978-972-8646-43-1. Disponível em http://www.adene.pt/sites/default/files/documentos/10see-03_janelas-efic.pdf
- ADENE, APFAC e ITeCons. (2016f). *Sistemas Solares Fotovoltaicos*. ADENE - Agência para a Energia. ISBN 978-972-86-46-57-8. Disponível em <http://www.adene.pt/sites/default/files/documentos/10see-10-sist-fotovoltaico.pdf>
- ADENE, APFAC e ITeCons. (2016g). *Sistemas Solares Térmicos*. ADENE - Agência para a Energia. ISBN 978-972-86-46-49-3. Disponível em <http://www.adene.pt/sites/default/files/documentos/10see-06-sist-st.pdf>

- IEA, Agência Internacional de Energia (2016), *Energy policies of EEA countries, Portugal 2016 Review*. Disponível em https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Policies_of_IEA_Countries_Portugal_2016_Review.pdf
- AEA, Agência Europeia de Energia (2017a). *Overview of the European energy system*. Consultado em 11 de Março de 2017, disponível em <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-european-energy-system-3/assessment-1>
- AEA, Agência Europeia de Energia (2017b). *Primary energy consumption by fuel*. Consultado em 11 de Março de 2017, disponível em <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/primary-energy-consumption-by-fuel-6/assessment-1>
- AECOPS, Associação de Empresas de Construção e Obras Públicas (2009). *O Mercado da Reabilitação*, disponível em http://prewww.aecops.pt/pls/daecops3/WEB_EXTRACT_EXTERNAL.GET_EXTERNAL?code=29390781&col_ext=FILE1&tab=sa_document
- AGENEAL. (2016). *Energias não renováveis*. Consultado em 11 de Março de 2017, disponível em <http://www.ageneal.pt/content01.asp?BTtreeID=00/01&treeID=00/01&newsID=7>
- Allouhi, A., Fouih, Y. El, Kousksou, T., Jamil, A., Zeraouli, Y. e Mourad, Y. (2015). *Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends*. Journal of Cleaner Production, 109, 118–130. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.139>
- Anunziata, E., Rizzi, F. e Frey, M. (2014). *Enhancing energy efficiency in public buildings: The role of local energy audit programmes*, 69, 364–373. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.02.027>
- APEMIP, Associação dos Profissionais e Empresas de Mediação Imobiliária de Portugal (2009). *Glossário Imobiliário*. Consultado em 21 de Abril de 2017. Disponível em <http://www.apemip.pt/default.aspx?tabid=145&letra=A>
- Ardente, F., Beccali, M., Cellura, M. e Mistretta, M. (2011). *Energy and environmental benefits in public buildings as a result of retrofit actions*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(1), 460–470. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.022>
- Aste, N., Caputo, P., Buzzetti, M., e Fattore, M. (2016). *Energy efficiency in buildings : What drives the investments ? The case of Lombardy Region*. Sustainable Cities and Society, 20, 27–37. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.scs.2015.09.003>
- Bacher, J., Knut, W. e Voler, M. (2004). *SPSS TwoStep Cluster - a first evaluation*. International Conference on Social Science Methodology: “Recent Developments and Applications in Social Research Methodology”, Amsterdam, The Netherlands, August 16–20, 2004.
- Baker, N. V. (2009). *The Handbook of Sustainable Refurbishment*. London, UK: earthscan. ISBN 978-184-4074-86-0.
- Baran, I., Dumitrescu, L., e Aurel, R. (2016). *Thermal Rehabilitation Technology and the Nearly Zero-Energy Buildings . Romanian Representative Education Buildings - Case Study*. Procedia Technology, 22 de Outubro de 2015, 358–364. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.01.024>

- Bertone, E., Sahin, O., Stewart, R. A., Zou, P., Alam, M., e Blair, E. (2016). *Gulf Organisation for Research and Development. State-of-the-art review revealing a roadmap for public building water and energy efficiency retrofit projects*. International Journal of Sustainable Built Environment, 5 (2), 526–548. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2016.09.004>
- Bradley, L. (2010). *Caos and fractals*. Consultado em Abril 21, 2017, disponível em <http://www.stsci.edu/~lbradley/seminar/butterfly.html>
- Brás, A., Rocha, A., e Faustino, P. (2015). *Integrated approach for school buildings rehabilitation in a Portuguese city and analysis of suitable third party financing solutions in EU*. Journal of Building Engineering, 3, 79–93. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.jobbe.2015.05.003>
- Bravo, P. (2013). *Análise Custo - Benefício de Medidas de Eficiência Energética na FCT / UNL*. Tese de Mestrado, Lisboa. Faculdade de Ciência e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.
- Bravo, P. (2016). *Consumo de eletricidade na FCT-UNL*. Dados fornecidos pela Divisão de Apoio Técnico.
- Buonomano, A., Calise, F., Ferruzzi, G., & Palombo, A. (2014). *Dynamic energy performance analysis : Case study for energy efficiency retrofits of hospital buildings*. Energy, 78, 555–572. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.energy.2014.10.042>
- Campus, B. (2014). *Optimization of an envelope retrofit strategy for an existing office building*, 55, 647–659. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.09.031>
- Chenari, B., Carrilho, J. D. e Gameiro, M. (2016). *Towards sustainable , energy efficient and healthy ventilation strategies in buildings : A review*, 59, 1426–1447. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.074>
- Chidiac, S., Catania, E. J. C., Morofsky, E., e Foo, S. (2011a). *A screening methodology for implementing cost effective energy retrofit measures in Canadian office buildings*, 43, 614–620. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.11.002>
- Chidiac, S., Catania, E. J. C., Morofsky, E., e Foo, S. (2011b). *Effectiveness of single and multiple energy retrofit measures on the energy consumption of office buildings*, 36. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.energy.2011.05.050>
- Chow, D., Li, Z. e Darkwa, J. (2013). *The effectiveness of retrofitting existing public buildings in face of future climate change in the hot summer cold winter region of China*. Energy & Buildings, 57, 176–186. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.11.012>
- Cruz, F., Parrish, K., & Chong, W. K. (2016). *Low-Investment Energy Retrofit Framework for Small and Medium Office Buildings*. Procedia Engineering, 145, 172–179. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.057>
- Dancey, C. (2006). *Estatística sem matemática para psicologia* (3.ª Edição). ARTMED EDITORA S.A.
- DDPP, Deep Decarbonization Pathways Project (2015). *Country Pathways for decarbonization*. Consultado em 27 de Abril de 2017, disponível em <http://deepdecarbonization.org/countries/visualization-of-country-scenarios/>

- DECO, P. (2016). *Certificado energético: o que é, onde pedir e quanto custa*. Consultado em 28 de Dezembro de 2016, disponível em <https://www.deco.proteste.pt/dinheiro/comprar-vender-casa/noticias/certificado-energetico-o-que-e-onde-pedir-quanto-custa>
- Deming, W. (2010). *Some theory of sampling*. Dover Publications. Disponível em <http://doi.org/978-0486646848>
- Department of Economic and Social Affairs, U. N. (2015). *Historical and projected population by world region*. Consultado em 1 de Março de 2017, disponível em <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/total-population-outlook-from-unstat-3/assessment-1>
- Desideri, U. e Proietti, S. (2002). *Analysis of energy consumption in the high schools of a province in central Italy*, Energy and Buildings, 34, 1003-1016.
- DGEEC, Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (2016). *Estabelecimentos nos ensinos pré-escolar, básico e secundário público: total e por nível de ensino*. Consultado em 20 de Julho de 2017. Disponível em <http://www.pordata.pt/Portugal/Estabelecimentos+nos+ensinos+pr%C3%A9+escolar++b%C3%A1sico+e+secund%C3%A1rio+p%C3%BAblico+total+e+por+n%C3%ADvel+de+ensino-1241>
- DGEEC, Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (2017). *Estabelecimentos de Ensino Superior*. Consultado em 10 de Julho de 2017. Disponível em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/38/?form>
- DGEG, Direção Geral de Energia e de Geologia (2017). *Consumo de energia primária total e por tipo de consumo*. Consultado em 5 de Junho de 2017. Disponível em <http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+prim%C3%A1ria+total+e+por+tipo+de+fonte+de+energia-1130>
- DGT, Direção Geral do Território (2016). *CAOP 2016 - Área das freguesias, conselhos e distritos*. Disponível em http://www.dgterritorio.pt/ficheiros/cartografia/caop/caop_em_vigor/download/areas_das_freguesias_concelhos_e_distritos_em_vigor
- DGTF, Direção Geral do Tesouro e das Finanças (2016a). *Sistema de Informação dos Imóveis do Estado*, 4.º trimestre (2016).
- DGTF, Direção Geral do Tesouro e das Finanças (2016b). *Sistema de Informação dos Imóveis do Estado*, 3.º trimestre (2016).
- DL90/40 (1990). *Decreto-Lei n.º40/90*. Disponível em <http://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/termico4090.pdf>
- Duran, Ö., Taylor, S., e Lomas, K. (2015). *The impact of refurbishment on thermal comfort in post-war office buildings*. Energy Procedia, 78(0), 877–882. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.011>
- Eco.ap. (2016). *Gestores locais de energia*. Consultado em 12 de Abril de 2017. Disponível em <http://ecoap.pnaee.pt/faqs/faqs-gle>
- Educação, Gabinete do Ministro da Educação (2017). *Modelo de descentralização de competências na educação em debate*. Disponível em <http://www.portugal.gov.pt/media/26107865/20170314-medu-descentralizacao.pdf>

- Europeu, Parlamento Europeu (2010). *Diretiva 2010/31/EU*.
- Europeu, Parlamento Europeu (2012). *Diretiva 2012/25/UE*, 1–56.
- Eurostat. (2017). *Energy Statistics*. Disponível em <http://doi.org/10.2785/534195>
- Fiaschi, D., Bandinelli, R., e Conti, S. (2012). *A case study for energy issues of public buildings and utilities in a small municipality: Investigation of possible improvements and integration with renewables*. *Applied Energy*, 97, 101–114. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.03.008>.
- Gaglia, A. G., Balaras, C. A., Mirasgedis, S., Georgopoulou, E., Sarafidis, Y., e Lalas, D. P. (2007). *Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings*, 48, 1160–1175. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enconman.2006.10.008>.
- Gore, A. (2006). *Uma verdade inconveniente* (3.^a Edição). Esfera do Caos Editores Lda. ISBN 978-989-8025-15-9.
- Gore, A. (2009). *A nossa escolha, Um plano para resolver a crise climática* (1.^a Edição). Esfera do Caos Editores Lda. ISBN 978-989-8025-93-7.
- Graça, F. (2011). *Eficiência Energética em Edifícios de Serviços no Concelho de Almada*. Tese de Mestrado, Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Gupta, P., Anand, S., e Gupta, H. (2017). *Developing a roadmap to overcome barriers to energy efficiency in buildings using best worst method*. *Sustainable Cities and Society*. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.005>
- Hee, M., e Ku, E. (2014). *Potential opportunities for energy conservation in existing buildings on university campus: A field survey in Korea*. *Energy & Buildings*, 78, 176–182. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.04.018>
- IEA, International Energy Agency (2004). *Energy Statistics Manual*. Paris. Disponível em <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5885369/NRG-2004-EN.PDF/b3c4b86f-8e88-4ca6-9188-b95320900b3f>
- IEA, International Energy Agency (2016). *Key world statistics*. Disponível em <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>
- IMPIC, *Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção* (2004). *Fórmulas tipo de revisão de preços*. Disponível em <http://www.inci.pt/Portugues/Construcao/EmDestaque/Formulas/FormulasTipoRevisaoPreços.pdf>
- INE, Instituto Nacional de Estatística (2016). *Entidades do Setor Institucional das Administrações Públicas*. Disponível em https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentboui=227424970&att_display=n&att_download=y
- INE, Instituto Nacional de Estatística (2015). *Edifícios segundo os Censos: total e por número de pisos*. Consultado em 12 de Maio de 2017, Disponível em <http://www.pordata.pt/Municipios/Edif%C3%ADcios+segundo+os+Censos+total+e+por+n%C3%BAmero+de+pisos-85>

- INE, Instituto Nacional de Estatística (2017). *Freguesias*. Consultado em 22 de Maio de 2017, disponível em <http://www.pordata.pt/Municipios/Freguesias-54>
- ITeCons, Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (2013). *Regulamento do desempenho energético dos edifícios de habitação (REH), Síntese da Regulamentação Aplicável*.
- ITeCons, Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (2016). *Certificação energética de edifícios no âmbito do DL118/2013: Emissão de pré-certificado SCE*. Consultado em 28 de Dezembro de 2016, Disponível em <http://www.itecons.uc.pt/index.php?module=serv&smodule=secsrv&id=1>
- Jagarajan, R., Naim, M., Mohd, A., Hakim, A., Nadzri, M., Lee, J., e Bahru, U. (2017). *A review of current status, implementations and challenges*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 1360–1368. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.091>
- Johnson, D., Horton, E., Mulcahy, R., & Foth, M. (2017). *Gamification and serious games within the domain of domestic energy consumption : A systematic review*, 73, 249–264. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.134>
- Latouche, S. (2011). *Pequeno tratado do decrescimento sereno*. Edições 70,Lda. ISBN 978-972-4416-46-5.
- Leonard, A. (2010). *A história das coisas*. 1.^a Edição, Editorial Presença. ISBN 978-972-23-4512-5.
- Liang, Z., & Shen, H. (2012). *Determining sample size for building energy consumption surveys using statistical theory*. *Energy & Buildings*, 47 (1), 533–539. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.12.023>
- Lopes, T., e Melo, J.(2011). *Potential energy savings in the climatization of residential buildings*, (July), MSKE 2011 - II International Conference on Managing Services in the Knowledge Economy, 13–15.
- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D. e Ledo, L. (2012). *Existing building retrofits : Methodology and state-of-the-art*. *Energy & Buildings*, 55, 889–902. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.08.018>
- Malang, B. (2011). *Sebenta Two Step Cluster Analysis*, Brawijaya Professional Statistical Analysis.
- Marcelino, R. T. (2010). *Eficiência Energética na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa*. Tese de Mestrado, Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Maroco, J. (2007). *Análise Estatística - Com Utilização do SPSS*. 3.^a Edição, Edições Sílabo, LDA. ISBN 978-972-6184-52-2
- MFB, Marvin Family of Brnads (2017). *Energy Efficiency Basics*. Consultado em 14 de Setembro de 2017. Disponível em <http://www.marvin.com/plan/energy-efficiency>.
- Moreci, E., Ciulla, G. e Brano, V. Lo. (2016). *Annual heating energy requirements of office buildings in a European climate*. *Sustainable Cities and Society*, 20, 81–95. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.scs.2015.10.005>

- Moreira, A. C. (2007). *Comparação da Análise de Componentes Principais e da CATPCA na Avaliação da Satisfação do Passageiro de uma Transportadora Aérea*, *Investigação Operacional*, 27, 165-178.
- Najib, M., Salleh, M., Zin, M. e Rasidah, S. (2015). *Users' Perception of Energy Efficiency in School Design*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 170, 155–164. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.025>
- Nunes, P., Lerer, M. M. e Carrilho, G. (2013). *Energy certification of existing office buildings: Analysis of two case studies and qualitative reflection*, 9, 81–95. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.scs.2013.03.003>
- O, G. D. e Sarto, L. (2014). *Potential and limits to improve energy efficiency in space heating in existing school buildings in northern Italy*. *Energy & Buildings*, 67, 298–308. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.08.001>
- Oeiras, C. M. de. (2007). *BPure: Boas práticas para a utilização racional da energia em casa*. Consultado em 8 de Março de 2017, disponível em [http://www.cm-oeiras.pt/amunicipal/Ambiente/Energia/Documents/BPUREFINALISSIMO_28pag\(2\).pdf](http://www.cm-oeiras.pt/amunicipal/Ambiente/Energia/Documents/BPUREFINALISSIMO_28pag(2).pdf)
- OILPRICE (2011), *Peak oil and limits of the Hubbert model*. Consultado em 12 de Março de 2017, disponível em <http://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Peak-Oil-And-Limits-Of-The-Hubbert-Model.html>
- ONU, Organização das Nações Unidas (1972). *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – 1972*. Consultado em 5 de Abril de 2016, disponível em <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/estocolmo1972.pdf>
- ONU, Organização das Nações Unidas (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Consultado em 5 de Abril de 2016, disponível em <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
- ONU, Organização das Nações Unidas (2015). *Sustainable development*. Consultado em 5 de Abril de 2016, disponível em <https://sustainabledevelopment.un.org/>
- Pan, W. e Li, K. (2016). *Clusters and exemplars of buildings towards zero carbon*. *Building and Environment*, 104, 92–101. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.027>
- Peccia, J., & Kwan, S. E. (2016). *Buildings, Beneficial Microbes, and Health*, 24(8), 595–597. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.tim.2016.04.007>
- PEE, Portal da eficiência energética. (2010). *Portal da Eficiência energética: conceitos*. Consultado em 8 de Março de 2017, disponível em <http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/conceitos.html>
- Pereira, P. T. (2012). *O Sector Público em Portugal: Âmbito, Estrutura e Contas*, capítulo 11, *Economia e Finanças Públicas*, 2.ª Edição, Escolar Editora, ISBN: 978-972-5924-92-1.
- Pinheiro, M. D. e Heitor, T. (2014). *From indicators to strategies: Key Performance Strategies for sustainable energy use in Portuguese school buildings*, *Energy and Buildings*, 85, 212–224. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.09.025>
- PNAEE, Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (2016). *PNAEE - Enquadramento*. Consultado em 28 de Fevereiro de 2017, Disponível em <http://www.pnaee.pt/pnaee#enquadramentopnaee>

- PORDATA. (2016a). *Consumo de energia elétrica por tipo de consumo*.
- PORDATA. (2016b). *Edifícios segundo os Censos: total e por época de construção*. Disponível em <http://www.pordata.pt/DB/Municipios/Ambiente+de+Consulta/Tabela>
- POSEUR. (2016). *Aviso POSEUR-03-2016-65*. Consultado em 6 de Dezembro de 2016, disponível em <https://poseur.portugal2020.pt/media/39344/aviso-concurso-ee-nos-edificios-eficientes-na-ac-4.pdf>
- Ramos, T. (2004). *Avaliação de desempenho ambiental no sector público: estudo do sector da defesa*. Tese de doutoramento, Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Reiss, J. (2014). *Energy retrofitting of school buildings to achieve plus energy and 3- litre building standards*. *Energy Procedia*, 48, 1503–1511. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.02.170>
- Rospi, G., Cardinale, N., Intini, F. e Cardinale, T. (2015). *Analysis of energy consumption of different typologies of school buildings in the city of Matera (Southern Italy)*, 82, 512–518. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.863>
- Ruparathna, R., Hewage, K. e Sadiq, R. (2016). *Improving the energy efficiency of the existing building stock: A critical review of commercial and institutional buildings*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1032–1045. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.084>
- Santiago, K., Vazquez, J. e Parrish, K. (2016). *The Role of Small Commercial Buildings in Achieving Energy Efficiency : Case Study Results*. *Procedia Engineering*, 145, 1470–1477. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.185>
- Santoli, L. De, Fraticelli, F., Fornari, F. e Calice, C. (2014). *Energy performance assessment and a retrofit strategies in public school buildings in Rome*. *Energy & Buildings*, 68, 196–202. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.08.028>
- Santos, F. D. (2007). *Que futuro? Ciência, tecnologia, desenvolvimento e sociedade*. Coleção Ciência Aberta, gradiva. ISBN: 978-989-616-215-3
- Santos, S. (2010). *Análise do uso da energia na FCT-UNL (edifícios II , VII , VIII , IX e X) e estudo dos comportamentos relativos ao uso da energia*. Tese de mestrado, Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- SEMATECH, Statistical Methods Group (2012). *Confidence Limites for the Mean*. *Engineering Statistics Handbook*. Consultado em 31 de Agosto de 2017. Disponível em <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda352.htm>
- Semprini, G., Marinosci, C., Ferrante, A., Predari, G., Mochi, G., Garai, M. e Gulli, R. (2016). *Energy management in public institutional and educational buildings : The case of the school of engineering and architecture in Bologna*. *Energy & Buildings*, 126, 365–374. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.009>
- Shrouf, F., & Miragliotta, G. (2015). *Energy management based on Internet of Things: practices and framework for adoption in production management*. *Journal of Cleaner Production*, 100, 235–246. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.055>

- Siegel, A. F. (1988). *Statistics and data analysis: an introduction*, 1.^a edição, John Wiley & Sons. ISBN: 978-047-1293-32-3
- SNS, Sistema Nacional de Saúde (2017). *Entidades de Saúde*. Consultado em 26 de Fevereiro de 2017. Disponível em <https://www.sns.gov.pt/institucional/entidades-de-saude/>.
- Thewes, A., Maas, S., Scholzen, F., Waldmann, D. e Zürbes, A. (2014). *Field study on the energy consumption of school buildings in Luxembourg*. *Energy and Buildings*, 68, 460–470. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.10.002>
- Trencher, G., Castán, V., Takagi, T., Sprigings, Z., Nishida, Y. e Yarime, M. (2016). *Environmental Science & Policy Innovative policy practices to advance building energy efficiency and retrofitting: Approaches, impacts and challenges in ten C40 cities*. *Environmental Science and Policy*, 66, 353–365. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.021>
- UNL-FCT. (2017). Apresentação da faculdade. Consultado em 21 de Abril de 2017, disponível em <http://www.fct.unl.pt/faculdade/apresentacao>.
- UNL-FCT & SW (SMART WATT Efficiency). (2015). *Relatório de Auditoria Energética*. Documentos fornecidos pela Divisão de Apoio Técnico.
- Vine, E. L., e Jones, C. M. (2016). *Energy Research & Social Science Competition , carbon , and conservation: Assessing the energy savings potential of energy efficiency competitions*. *Chemical Physics Letters*, 19, 158–176. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.erss.2016.06.013>
- Wang, T., Li, X., Liao, P., & Fang, D. (2016). *Building energy efficiency for public hospitals and healthcare facilities in China : Barriers and drivers*. *Energy*, 103, 588–597. Disponível em <http://doi.org/10.1016/j.energy.2016.03.039>
- WU, Washington University (2008). *fold.it solve puzzles for science*. Consultado em 3 de Maio de 2017. Disponível em <https://fold.it/portal/info/about>.

9. Apêndices

Apêndice I. Casos de estudo

Tabela 9.1. Síntese das investigações realizadas pelos diversos autores.

Autor	Objetivos e conclusões do estudo
(Brás, et al., 2015)	<p>Âmbito: reabilitar um complexo de escolas primárias, construído em 1980, na Moita, em Setúbal.</p> <p>Conclusão: 90% da eletricidade consumida destina-se à climatização do edifício, apenas 1% se destina à iluminação. Face a isto, apresenta-se como o melhor cenário reabilitar a envolvente do edifício e a cobertura do mesmo, com potenciais de poupança de aproximadamente 40%;</p> <p>Observação: existe uma discrepância de 60% entre o consumo de energia real e o esperado, justificado por não se ter contemplado as atividades realizadas e os hábitos dos utilizadores.</p>
(Aste, et al., 2016)	<p>Cenário 1: reabilitar um conjunto de 22 edifícios públicos (12 escolas e 7 escritórios) de modo a melhorar a sua eficiência energética.</p> <p>Cenário 2: reabilitar um 2.º conjunto de 6 edifícios públicos de modo a se atingir os valores de referência dos edifícios NZEB.</p> <p>Conclusão do cenário 1: em 100% dos casos, isolou-se a envolvente do edifício; o que foi seguido pela substituição das janelas (93%); instalação de sistemas fotovoltaicos (41%) e manutenção/ substituição do sistema AVAC (38%); atingiram-se potenciais de poupança de aproximadamente 85%.</p> <p>Conclusão do cenário 2: utilizaram-se materiais inovadores: recicláveis, ecológicos e certificados (88% dos casos); materiais e técnicas certificadas (75%); instalação de sistemas ventilados mecânicos (75%) e de sistemas solares térmicos (38%). Atingiram-se potenciais de poupança de aproximadamente 90%.</p>
(Desideri et al., 2002)	<p>Âmbito: reabilitar 29 escolas, caracterizadas por possuírem uma estrutura antiga, localizadas no centro histórico de Perugia, em Itália. Para tal, estudaram-se 3 escolas secundárias em particular.</p> <p>Conclusão: 80% da energia total consumida destina-se à climatização dos edifícios, propondo-se como medidas de eficiência energética intervir na planta elétrica, no sistema de aquecimento, na cobertura e nos envidraçados do edifício. Os potenciais de poupança podem alcançar os 48% e os 56%, em eletricidade e energia térmica, respetivamente.</p>
(Hee & Ku, 2014)	<p>Âmbito: explorar os potenciais de poupança associadas à reabilitação de 11 edifícios universitários, em Seoul, na Coreia do Sul.</p> <p>Conclusões por anos de construção:</p> <p>1974, 1969 e 1991: instalar sistemas automáticos de corte de eletricidade; reduzir potência das lâmpadas, ajustar a temperatura anterior, substituir janelas, isolar a envolvente e a cobertura dos edifícios, usar equipamentos mais eficientes. Alcançando-se potenciais de poupança de 25%, 29 e de 18, respetivamente;</p>

Tabela 9.1. (continuação) Síntese das investigações realizadas pelos diversos autores.

(Hee & Ku, 2014)	<p>2005 e 2010: não se implementaram as medidas que exigiam intervenção na envolvente do edifício, opaca e envidraçada. Ainda assim, alcançaram-se potenciais de poupança de 6% e 16%, respetivamente.</p>
(Fiaschi et al., 2012)	<p>Âmbito: analisar o consumo de energia da vila de Certaldo, em Itália. O foco são os edifícios de ensino, tendo-se analisado 4 escolas detalhadamente.</p> <p>Conclusão: as medidas propostas envolvem a reabilitação da envolvente opaca, da envolvente envidraçada e a manutenção do sistema de aquecimento, conduzindo a potenciais de poupança que podem atingir os 60%. Para os edifícios do município, são ainda propostas medidas como a instalação de sistemas de energia solar térmico e solar fotovoltaico.</p>
(Ma, Cooper, Daly, & Ledo, 2012)	<p>Âmbito: analisar edifícios com várias tipologias: ensino, histórico, escritório, cuidados de saúde, em zonas geográficas distintas.</p> <p>Conclusão: as medidas propostas incidem na reabilitação da envolvente opaca e da envolvente envidraçada, no entanto, destacam-se outras medidas como a instalação de turbinas eólicas. Em quase todos os casos estudados, a combinação destas medidas conduz a poupanças de energia na ordem dos 50%.</p>
(Baker, 2009)	<p>Âmbito: reabilitar uma escola liceu, construída em 1950, em Angers, na França e os escritórios do Ministério das Finanças em Atenas, na Grécia.</p> <p>Conclusão: Apesar de não se explicitar os potenciais de poupança, em média, diminuiu-se o consumo de gás em 31% e as necessidades de energia para arrefecimento e aquecimento em 46% e 29%, respetivamente.</p> <p>Observação: destaca-se dos restantes casos pelo facto de as medidas contemplarem a instalação de controladores foto-sensitivos, visando-se maximizar o uso de luz natural e a instalação de sistemas de sombreamento.</p>
(O & Sarto, 2014)	<p>Âmbito: reabilitar 49 complexos escolares, em 16 municipalidades na província de Milão. Para tal, traçaram-se 3 cenários: (i) melhoria técnica com o mínimo investimento; (ii) melhoria no desempenho energético do edifício e do sistema de aquecimento de modo a atingir pelo menos a classe B, tendo em conta o custo-eficácia; (iii) atingir os valores de referência NZEB;</p> <p>Conclusão: enquanto o cenário 1 apenas contempla a substituição das caldeiras de aquecimento com mais de 10 anos, conduzindo a potenciais de poupança de 15%. O cenário 2 distingue-se pela instalação de sistemas de ventilação mecânica com recuperador de calor, ao qual, no cenário 3, é adicionado a instalação de sistemas fotovoltaicos. Atingem-se potenciais de poupança de redução de energia de 67% e de 81%, respetivamente, para cada um dos cenários.</p>
(Rospi et al., 2015)	<p>Âmbito: reabilitar 5 escolas, construídas entre 1964 e 1992, com a classe energética G (apenas uma foi avaliada com a classe D), em Matera, na Itália. Foram traçados 3 cenários: (i) reabilitar a envolvente opaca; (ii) reabilitar os vãos envidraçados; (iii) reabilitar quer a envolvente opaca, quer os vãos envidraçados;</p>

Tabela 9.1. (continuação) Síntese das investigações realizadas pelos diversos autores.

(Rospi et al., 2015)	<p>Conclusão: as escolas com classe energética G apresentam maiores potenciais de poupança do que a classe D, com valores de que atingem cerca de 40% face à construção atual. Separadamente são avaliadas as caldeiras dos edifícios, relevando-se que a substituição daquelas com mais de 10 anos poderá levar a poupanças de até 25% de energia.</p>
(Baran et al., 2016)	<p>Âmbito: estudar 3 edifícios universitários, construídos entre 1973 e 1990, em Iasi, na Roménia, com o fim de proceder-se à reabilitação dos mesmos.</p> <p>Conclusão: propôs-se acrescentar isolamento nas paredes, sendo a estratégia que apresenta maiores potenciais de poupança aquela que adiciona uma maior espessura de material isolante.</p>
(Chidiac et al., 2011)	<p>Âmbito: estudar o impacto da reabilitação em escritórios localizados em Vancouver, Ottawa e Edmonton, no Canadá, construídos em períodos distintos, com três estruturas arquitetónicas distintas.</p> <p>Conclusão: várias medidas e cenários foram propostos, havendo casos que resultaram em potenciais de poupança de 60% do gás consumido e 30% da eletricidade consumida. No entanto, destaca-se o efeito combinado das diferentes medidas, sendo que na maioria dos casos o somatório das medidas individuais é inferior ao total das medidas conjuntas. Existem, no entanto, exceções que resultaram num efeito sinérgico. Neste caso, a adição de isolamento nas paredes com a instalação de um sistema AVAC com recuperador de calor.</p>
(Nunes et al., 2013)	<p>Âmbito: reabilitar 2 edifícios de escritórios em Lisboa, Portugal, um histórico, construído em 1863, e um contemporâneo, construído em 1993. Ambos os edifícios foram classificados com a classe energética C, com uma taxa de ocupação superior à inicialmente projetada.</p> <p>Conclusão: a introdução de um sistema de energia solar fotovoltaica e a implementação de medidas de eficiência energética, sem que, no entanto, se entretivesse na envolvente do edifício, possibilitou, em ambos os casos, atingir as classes energéticas B e A, respetivamente.</p>
(Campus, 2014)	<p>Âmbito: estudar o impacto que diferentes estratégias de reabilitação podem ter num edifício de escritórios, junto ao Campus do Instituto de Tecnologia em Izmir, na Turquia. Os cenários traçados pretendiam: reduzir a transmissão de calor entre o interior e o exterior, reduzir as infiltrações e as perdas por ventilação, e ainda, aumentar/ reduzir os ganhos de calor.</p> <p>Conclusão: as medidas propostas focaram-se na alteração das propriedades térmicas das paredes, janelas e cobertura, tendo sido sugeridos diferentes espessuras de material isolante. A solução mais eficaz foi a que propunha a adição de maior espessura de isolante. Conseguiu-se diminuir o consumo de energia para arrefecimento e aquecimento em 19,36% e 21,82 %, respetivamente.</p>
(Chow et al., 2013)	<p>Âmbito: reabilitar edifícios públicos em Ningba, na Costa Este da China. Foram traçados 4 cenários, que tinham em conta as previsões referentes ao aumento da procura de energia e ao aumento das temperaturas, em 2050 e em 2080.</p>

Tabela 9.1. (continuação) Síntese das investigações realizadas pelos diversos autores.

(Chow et al., 2013)	<p>Conclusão: Face às medidas propostas, mostra-se que é possível atingir potenciais de poupança de cerca de 40%, de acordo com os requisitos de construção em vigor.</p>
(Cruz et al., 2016)	<p>Âmbito: analisar os potenciais de poupança provocados pela implementação de medidas de baixo custo. Para tal, consideraram-se os consumos de edifícios com tipologia de escritório, construído em 1966, posteriormente reabilitados em 2008, com certificação LEED, no Arizona.</p> <p>Conclusão: as medidas aplicadas podem condizer a reduções no consumo de energia de cerca de 50%.</p>
(Santiago et al., 2016)	<p>Âmbito: estudar o impacto que diferentes medidas de eficiência energética podem ter no desempenho energético de 31 edifícios (21 com tipologia de escritório), localizados em diferentes regiões climáticas.</p> <p>Conclusão: grande parte das medidas propostas focavam-se na iluminação, sendo caracterizadas por não interferir com as características construtivas do edifício. Não se observou quaisquer correlações entre o tipo de medida implementada e o clima. Os resultados mostram que é possível alcançar potenciais de poupança de cerca de 40%.</p>
(Chidiac et al., 2011b)	<p>Âmbito: analisar os potenciais de poupança obtidos através da implementação de medidas de eficiência energética em edifícios com tipologia de escritórios, sendo distinguidas três estruturas arquitetónicas distintas.</p> <p>Conclusão: apesar de as medidas poderem variar de acordo com a tipologia do edifício, ainda assim estas focavam-se no aumento do isolamento da envolvente opacas (paredes e cobertura), na diminuição da potência da iluminação e na substituição das caldeiras por outras que possuíssem uma eficiência de 95%.</p>
(Duran et al., 2015)	<p>Âmbito: estudar que estratégias são mais apropriadas para reabilitar de um conjunto de edifícios, com tipologia de escritórios, construídos entre 1945 e 1985, após a 2.ª Guerra Mundial, numa altura em que foi prioridade erguer rapidamente novos edifícios com o mínimo custo possível.</p> <p>Conclusão: A estratégia proposta contempla medidas de 3 categorias diferentes, são elas; (i) melhorar a eficiência energética dos equipamentos e da iluminação; (ii) melhorar as características construtivas do envolvente e aumentar a área de envidraçados; (iii) instalar sistemas de sombreamento e de arrefecimento passivo;</p>
(Zhou et al., 2016)	<p>Âmbito: analisar qual o melhor cenário a ser implementado num edifício, construído em 1998, de modo a reabilitar e a atingir a certificação de “green building”. O edifício foi construído para ser utilizado como espaço para a fabricação de componentes eletrónicos, sendo objetivo convertê-lo num edifício de serviços, com tipologia de escritórios.</p>

Tabela 9.1. (continuação) Síntese das investigações realizadas pelos diversos autores.

(Zhou et al., 2016)	<p>Conclusão: A estratégia proposta difere dos restantes casos, pois além de incluir o isolamento das paredes e a substituição das janelas, eu incluí também a instalação de um sistema baseado na energia geotérmica, apresentado como um substituto à energia solar (térmica ou fotovoltaica), com um período de retorno de 4,4 anos.</p>
(Ardente et al., 2011)	<p>Âmbito: comparar a evolução do desempenho energético de 6 edifícios públicos, antes e depois de terem sido reabilitados;</p> <p>Conclusão: num período de 75 anos, a demolição dos edifícios e o transporte de resíduos apenas contabilizam 0,2% da energia utilizada. A maior parte da energia é consumida durante a fase operacional do edifício, em 97,6%. Tal ocorre nos sistemas de climatização, na iluminação, nos equipamentos elétricos e nos serviços gerais. Este valor pode ser diminuído através da implementação de soluções relacionadas com o consumo de energia térmica. Enumeram-se a melhoria do isolamento da envolvente dos edifícios e a introdução de novas tecnologias de elevada eficiência. Em quase todos os casos de estudo apresentados, as medidas de reabilitação alcançaram potenciais de poupança, referentes à energia consumida para aquecimento, na ordem dos 50%, enquanto que para a energia elétrica este valor chegou a alcançar, num dos casos, 90%. As conclusões revelam que os benefícios mais significativos se encontram na melhoria térmica do edifício, através de intervenções no envolvente deste e na renovação dos sistemas AVAC.</p>
(Semprini et al., 2016)	<p>Âmbito: analisar a energia consumida e o conforto interior de um dos edifícios da Faculdade de Engenharia de Bologna, construída entre 1933 e 1935, em Itália</p> <p>Conclusão: foram propostas várias estratégias para a melhoria do comportamento térmico do edifício, no entanto, estas eram limitadas pelo facto de ser um edifício histórico, sendo as intervenções na envolvente bastante restritas. Os resultados da auditoria revelaram que é a combinação de todos os cenários apresentáveis aquele que apresenta o melhor potencial de poupança, com um valor de 32%.</p>
(Santoli et al., 2014)	<p>Âmbito: analisar um total de 1 116 escolas de ensino primário, localizadas em Roma.</p> <p>Conclusão: mostra-se que, devido à legislação e às deduções de taxas, tanto as intervenções ao envolvente do edifício, como as intervenções aos equipamentos para aquecimento, são estratégias que devem ser implementadas, com períodos de retorno bastante aceitáveis.</p>
(Reiss, 2014)	<p>Âmbito: analisar 5 edifícios escolares reabilitados, localizados na Alemanha. Eles incluem 3 escolas secundárias, uma escola de ensino especial e uma mista.</p>

Tabela 9.1. (continuação) Síntese das investigações realizadas pelos diversos autores.

(Reiss, 2014)	<p>Conclusão: as medidas aplicadas em cada um destes casos são distintas, no entanto, salientam-se as alterações à envolvente opaca do edifício (melhoria do isolamento), a adição de janelas com vidro triplo, de sistemas de sombreamento automáticos, de sistema de ventilação com recuperador de calor e, por fim, a automação dos edifícios. Os resultados mostram que, em alguns dos casos, atingiram-se potenciais de poupança superiores a 50%.</p>
(Gaglia et al., 2007)	<p>Âmbito: analisar edifícios públicos, pertencentes a diferentes setores de atividade, na Grécia, são eles: escritórios, edifícios comerciais, hotéis, escolas e instituições de saúde. No caso das escolas, estas incluem pré-escolas, escolas de ensino primário, escolas secundário e escolas sénior, num total de cerca de 15 mil complexos, em que, mais de 14 mil foram construídos antes de 1980.</p> <p>Conclusão: várias medidas de reabilitação são analisadas, assim como o potencial de poupança que lhes está associado. Desta análise, é mostrado que as que se revelam mais eficazes, para o caso das escolas, é a adição de isolamento térmico ao envolvente do edifício, a substituição das caldeiras e a manutenção regular das centrais de aquecimento. Ela conclui por sugerir quais são as medidas que devem ser aplicadas e qual o tipo de investimento que deverá ser subjacente à implementação destas.</p>
	<p>Âmbito: analisar 21 edifícios do Hospital Universitário Federico II, construído em 1972, em Naples.</p>

Apêndice II. Questionário “Reabilitação de edifícios públicos”

Este questionário destina-se a avaliar o estado da certificação e práticas de gestão energética dos edifícios do sector público em Portugal. Pretende-se compreender que mecanismos, quer financeiros, quer técnicos, poderão ser implementados para solucionar e incentivar à melhoria da eficiência energética.

Este trabalho faz parte de um projeto de mestrado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. O questionário está dividido em duas partes:

* A parte A corresponde a dados gerais da instituição.

* A parte B refere-se a cada edifício ou instalação.

No caso de haver mais do que um edifício ou instalação, no final da secção B existe a opção de se voltar a preencher uma outra secção para outro edifício (e assim consecutivamente).

A. Dados da instituição

A “Parte A” só deverá ser preenchida uma vez. As questões referem-se aos dados gerais da instituição. Caso pretenda fazer alguma observação ou as opções sugeridas não englobarem a situação da instituição, por favor use a opção “Outra”.

A1. Denominação da instituição

A2. Pessoa responsável pelo preenchimento

A3. Função/ cargo do responsável pelo preenchimento

A4. Telefone de contacto

A5. Email de contacto

A6. O responsável pela gestão da energia é:

- Colaborador permanente da instituição
- Empresa subcontratada
- Consultor avençado
- A função não está prevista
- Outra:

A7. Existindo a função de gestor de energia, quais as suas qualificações (opcional):

- Com formação superior cobrindo a área da gestão de energia
- Frequentou cursos de formação
- Sem formação específica na área
- Outra:

A8. No total, tratam-se de quantos edifícios ou instalações?

A9. Caso tenham sido implementadas medidas de eficiência energética na instituição, como foram envolvidos os colaboradores?

- Foi previamente pedido aos colaboradores (e utentes se aplicável) que dessem sugestões.

- Envia-se um email (newsletter) para informar os colaboradores das alterações efetuadas.
- São realizadas ações de formação, de modo a informar os colaboradores como proceder.
- Não há a necessidade de informar ninguém, a não ser dar conhecimento das alterações efetuadas ao responsável pela instituição.
- Outra:

A10. Caso já exista há algum tempo uma identificação de deficiências no uso de energia, porque é que estas ainda não foram corrigidas?

- Insuficiência de verbas ou falta de acesso a financiamento
- Instabilidade de funcionamento (alterações de lei orgânica, mudança de dirigente, mudança de instalações)
- Períodos de retorno de investimento demasiado elevados.
- Benefícios apenas a longo prazo Inexistência de verbas disponíveis nas rubricas apropriadas
- Outra:

A11. Caso alguma(s) das opções assinaladas na questão A10 seja a dificuldade a financiamento, qual(ais) os mecanismos financeiros que consideraria mais apropriados?

- Subsídios a fundo perdido
- Subsídios reembolsáveis
- Empréstimos bancários a juros bonificados
- Contrato com empresa de gestão de energia com remuneração efetuado a partir dos potenciais de poupança
- Benefícios fiscais (IMI, IRC)
- Outra

A12. Tem conhecimento de algum apoio governamental para a reabilitação de edifícios públicos:

- Sim, fiz questão de me informar sobre o que existia
- Sim, creio ter ouvido algo, mas nunca perdi tempo a pesquisar.
- Não, nunca ouvi falar de quaisquer tipos de apoios
- Outra:

B. Dados dos edifícios/ instalações

No caso de a instituição apenas ocupar um edifício, a secção B será preenchida só uma vez. Caso a instituição possua vários edifícios ou instalações, a presente secção deve ser preenchida para cada edifício ou instalação. Podem-se agrupar como parte de uma instalação diversos edifícios de natureza e fim semelhante (exemplo: escola com vários pavilhões).

*Excluem-se os edifícios com área útil inferior a 250 m² ou com baixa ocupação.

B1. Designação do edifício ou instalação (*Preencher para cada edifício ou instalação.*)

B2. Número de colaboradores, incluindo pessoal subcontratado a trabalhar neste edifício ou instalação

** No caso de trabalho por turnos, indicar o número habitual de colaboradores em serviço simultâneo (exemplo: serviços de emergência)*

B3. Número médio de utentes (por dia) neste edifício ou instalação

B4. Área útil (m²)

De toda a instalação, caso seja constituída por vários edifícios.

B5. Tipologia do edifício ou instalação

- Edifício de escritório/serviços, preenchendo-o totalmente
- Edifício de escritório/serviços, preenchendo-o parcialmente
- Edifício histórico
- Edifício construído especificamente para o fim da instituição
- Outra

B6. Período de construção

- Antes de 1949
- 1950-1969
- 1970-1979
- 1980-1989
- 1990-1999
- Após 2000

B7. Este edifício ou instalação tem certificado energético

- Sim
- Não, mas está em processo de realização
- Não, nunca foi preciso
- Não, não é aplicável
- Outra:

B8. Caso tenha assinalado como "sim" a questão B7, em que ano foi emitido o certificado energético?

B9. O edifício/ instalação foi alvo de uma auditoria energética desde 2008?

- Sim
- Não, devido à escassez de recursos financeiros.
- Não, uma vez que se sabia onde se podia intervir para diminuir os consumos de energia.
- Não, por não se considerar relevante.
- Não, mas está previsto acontecer este ano.
- Outra:

B10. Caso tenha assinalado como "sim" a questão B9, em que ano foi efectuada a auditoria energética?

B11. Que tipo de deficiências se verificam no edifício ou instalação?

- Correntes de ar Humidade e bolores
- Perdas ou ganhos de calos excessivos pelas paredes

- Perdas ou ganhos de calor excessivos pela cobertura
- Perdas ou ganhos de calor excessivos pelas janelas
- Mau isolamento acústico
- Sistema de aquecimento/ arrefecimento mal regulado ou de difícil regulação
- Sistema de aquecimento/ arrefecimento desligado devido ao elevado consumo de energia
- Desconforto térmico devido a Invernos demasiado frios
- Desconforto térmico devido a Verões demasiado quentes
- Outra:

B12. Que tipo de equipamentos para climatização o edifício ou instalação possui?

- Vários dispositivos de ar condicionado
- Sistema integrado de aquecimento, ventilação, ar condicionado (AVAC)
- Sistema de aquecimento central com convetores ou piso radiante
- Coletores solares para aquecimento de águas sanitárias (AQS)
- Caldeira a gás
- Caldeira a biomassa
- Caldeira a gasóleo
- Radiadores elétricos
- Desconheço
- Outra:
-

B13. Foram implementadas as seguintes medidas de eficiência energética

- Isolamento térmico das paredes
- Isolamento térmico das coberturas
- Substituição das janelas
- Substituição dos equipamentos eletrónicos por mais eficientes
- Substituição das lâmpadas por mais eficientes
- Instalação de um sistema de gestão de energia (monitorização ou programação dos consumos)
- Medidas de comportamento (boas práticas no uso dos equipamentos)
- Instalação de um sistema de climatização mais eficiente
- Manutenção do sistema de climatização
- Instalação de energia renovável para autoconsumo
- Outra

B14. Caso possua um sistema de climatização com termostato, para que temperaturas está ele regulado no Inverno (°C)?

B15. E no Verão (°C)?

Apêndice III. Instituições presentes na amostra

A. Instituições sem edifícios (responderam por e-mail ou por telemóvel)

1. Junta de Freguesia de Cervos
2. Junta de Freguesia de Machico
3. Junta de Freguesia de Milharado
4. Junta de Freguesia de Sabrosa
5. Junta de Freguesia de Sanfins
6. Junta de Freguesia de Santa Luzia
7. Junta de Freguesia de São Bernardo
8. Junta de Freguesia de Vale de Anta
9. Junta de Freguesia de Vilarinho de São Romão
10. União de Freguesias de Aqualva e Mira-Sintra
11. União de Freguesias de Arcos e Mogofores
12. União de Freguesias de Caldas da Rainha (Santo Onofre e Serra do Bouro)
13. União de Freguesias de Encosta do Sol
14. União de Freguesias de São João das Lampas e Terrugem
15. União de Freguesias de Tavira (Santa Maria e Santiago)

B. Instituições que responderam ao questionário

Administração Local: Juntas de Freguesia (Segmento 1)

1. Junta de Freguesia da Marinha Grande
2. Junta de Freguesia de Água-Revés e Crasto
3. Junta de Freguesia de Alcoentre
4. Junta de Freguesia de Aldeia da Mata
5. Junta de Freguesia de Aldeia Viçosa
6. Junta de Freguesia de Aldeias
7. Junta de Freguesia de Alfandega da Fé
8. Junta de Freguesia de Aljezur
9. Junta de Freguesia de Alpiarça
10. Junta de Freguesia de Aranhas
11. Junta de Freguesia de Arganil
12. Junta de Freguesia de Asseiceira
13. Junta de Freguesia de Barcarena
14. Junta de Freguesia de Bogas de Cima
15. Junta de Freguesia de Branca
16. Junta de Freguesia de Candosa
17. Junta de Freguesia de Cantelães
18. Junta de Freguesia da Caveira
19. Junta de Freguesia de Celavisa
20. Junta de Freguesia de Cervães
21. Junta de Freguesia de Comenda

22. Junta de Freguesia de Cossourado
23. Junta de Freguesia de Eirado
24. Junta de Freguesia de Ervidel
25. Junta de Freguesia de Faial da Terra
26. Junta de Freguesia de Favaios
27. Junta de Freguesia de Ferragudo
28. Junta de Freguesia de Figueiró do Campo
29. Junta de Freguesia de Fontinhas
30. Junta de Freguesia de Freiria
31. Junta de Freguesia de Gaula
32. Junta de Freguesia de Lomba
33. Junta de Freguesia de Longroiva
34. Junta de Freguesia de Matança
35. Junta de Freguesia de Messejana
36. Junta de Freguesia de Moitas Venda
37. Junta de Freguesia de Monforte
38. Junta de Freguesia de Montes da Senhora
39. Junta de Freguesia de Mora
40. Junta de Freguesia de Nossa Senhora da Expectação
41. Junta de Freguesia de Nossa Senhora do Pranto
42. Junta de Freguesia de Oliveira do Douro
43. Junta de Freguesia de Paçô
44. Junta de Freguesia de Pampilhosa da Serra
45. Junta de Freguesia de Pavia
46. Junta de Freguesia de Pedógão
47. Junta de Freguesia de Penacova
48. Junta de Freguesia de Pinelo
49. Junta de Freguesia de Pitões
50. Junta de Freguesia de Ponta Delgada
51. Junta de Freguesia de Priscos
52. Junta de Freguesia de Santa Eulália
53. Junta de Freguesia de Santa Maria de Sardoura
54. Junta de Freguesia de São Bento do Mato
55. Junta de Freguesia de São Caetano
56. Junta de Freguesia de São Paio de Oleiros
57. Junta de Freguesia de Serra de Água
58. Junta de Freguesia de Soalhães
59. Junta de Freguesia de Sobretâmega
60. Junta de Freguesia de Tancos
61. Junta de Freguesia de Torrão
62. Junta de Freguesia de Toulões
63. Junta de Freguesia de Trindade
64. Junta de Freguesia de Ucha
65. Junta de Freguesia de Valadares
66. Junta de Freguesia de Vale da Senhora da Póvoa

67. Junta de Freguesia de Vale de Gouvinhas
68. Junta de Freguesia de Vaqueiros
69. Junta de Freguesia de Velas
70. Junta de Freguesia de Vila Boa do Bispo
71. Junta de Freguesia de Vila Franca da Serra
72. Junta de Freguesia de Vila Nova
73. Junta de Freguesia de Vila Nova do Ceira
74. Junta de Freguesia de Vila Verde (Figueira da Foz)
75. Junta de Freguesia de Vilar
76. Junta de Freguesia de Vimieiro
77. Junta de Freguesia de Vinhais
78. Junta de Freguesia de São Pedro (Ponta Delgada)
79. Junta de Freguesia do Faial
80. Junta de Freguesia do Imaculado Coração de Maria
81. Junta de Freguesia do Milharado
82. Junta de Freguesia do Monte
83. Junta de Freguesia do Olho Marinho
84. Junta de Freguesia do Porto Martins
85. União das Freguesias de Alcobaça e Vestiária
86. União das Freguesias de Barreiro de Besteiros e Tourigo
87. União das Freguesias de Braga (São José de São Lázaro e São João do Souto)
88. União das Freguesias de Bustos, Troviscal e Mamarrosa
89. União das Freguesias de Casegas e Ourondo
90. União das Freguesias de Coimbra
91. União das Freguesias de Enxara do Bispo, Gradil e Vila Franca do Rosário
92. União das Freguesias de Ferreirim e Macieira
93. União das Freguesias de Freixeda do Torrão, Quintã de Pêro Martins e Penha de Águia
94. União das Freguesias de Gesteira e Brunhós
95. União das Freguesias de Guias, Ilha e Mata Mourisca
96. União das Freguesias de Lagoaça e Fornos
97. União das Freguesias de Leiria, Pousos, Barreira e Cortes
98. União das Freguesias de Oliveira, São Paio e São Sebastião
99. União das Freguesias de Monte Real e Carvide
100. União das Freguesias de Penso e Freixinho
101. União das Freguesias de Santiago do Cacém, Santa Cruz e São Bartolomeu da Serra
102. União das Freguesias de São Salvador e Santa Maria
103. União das Freguesias de Sobral Pichorro e Fuinhas
104. União das Freguesias de Vila-Chã Codal e Vila Cova de Perrinho
105. União das Freguesias de Vila do Bispo e Raposeira
106. Junta de Freguesia (não especificou)
107. Junta de Freguesia (não especificou)
108. Junta de Freguesia (não especificou)
109. Junta de Freguesia (não especificou)
110. Junta de Freguesia (não especificou)

Administração Local: Juntas de Freguesia (Segmento 2)

1. Junta de Freguesia da Terra Chã
2. Junta de Freguesia da Vila de São Sebastião
3. Junta de Freguesia de Alvaiázere
4. Junta de Freguesia de Alvito
5. Junta de Freguesia de Amonde
6. Junta de Freguesia de Arcozelo
7. Junta de Freguesia de Avintes
8. Junta de Freguesia de Belver
9. Junta de Freguesia de Bidoeira de Cima
10. Junta de Freguesia de Bodiosa
11. Junta de Freguesia de Cabeço de Vide
12. Junta de Freguesia de Canidelo
13. Junta de Freguesia de Carvoeiro
14. Junta de Freguesia de Cinfães
15. Junta de Freguesia da Conceição
16. Junta de Freguesia de Darque
17. Junta de Freguesia de Ega
18. Junta de Freguesia de Estorãos
19. Junta de Freguesia de Fornos
20. Junta de Freguesia de Gião
21. Junta de Freguesia de Goães
22. Junta de Freguesia da Guarda
23. Junta de Freguesia de Lamas
24. Junta de Freguesia de Lamosa
25. Junta de Freguesia de Loureiro
26. Junta de Freguesia de Marinhais
27. Junta de Freguesia de Marmeleiro
28. Junta de Freguesia de Mateus
29. Junta de Freguesia de Meimão
30. Junta de Freguesia de Moledo
31. Junta de Freguesia de Oliveira do Conde
32. Junta de Freguesia de Pernes
33. Junta de Freguesia de Pínzio
34. Junta de Freguesia de Pombeiro da Beira
35. Junta de Freguesia de Ranhados
36. Junta de Freguesia de Santa Cruz da Graciosa
37. Junta de Freguesia de Santa Joana
38. Junta de Freguesia de Santa Margarida da Coutada
39. Junta de Freguesia de Santa Maria
40. Junta de Freguesia de Santo António dos Olivais
41. Junta de Freguesia de São Cipriano
42. Junta de Freguesia de São Cristóvão de Mondim de Basto
43. Junta de Freguesia de São Domingos de Benfica

44. Junta de Freguesia de São Domingos de Ranaq
45. Junta de Freguesia de São Gonçalo de Lagos
46. Junta de Freguesia de São João Baptista de Castelo de Vide
47. Junta de Freguesia de São Luís
48. Junta de Freguesia de São Martinho
49. Junta de Freguesia de São Mateus da Calheta
50. Junta de Freguesia de São Pedro
51. Junta de Freguesia de São Pedro de Tomar
52. Junta de Freguesia de São Victor
53. Junta de Freguesia de Santiago Maior
54. Junta de Freguesia de Santiago de Montalegre
55. Junta de Freguesia de Sapardos
56. Junta de Freguesia de Selho São Cristóvão
57. Junta de Freguesia de Serzedelo
58. Junta de Freguesia de Sousela
59. Junta de Freguesia de Torres do Mondego
60. Junta de Freguesia de Valhelhas
61. Junta de Freguesia de Vila Nova da Telha
62. Junta de Freguesia de Vilar de Moura
63. Junta de Freguesia de Vilar de Ossos
64. Junta de Freguesia de Vilar de Peregrinos
65. Junta de Freguesia de Viseu
66. Junta de Freguesia do Coimbrão
67. Junta de Freguesia do Jardim da Serra
68. Junta de Freguesia do Lamegal
69. União das Freguesias de Aboim, Felgueiras, Gontim e Pedraído
70. União das Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde
71. União das Freguesias de Anreade e São Romão
72. União das Freguesias de Areias e Pias
73. União das Freguesias de Bacelo e Senhora da Saúde
74. União das Freguesias de Carvoeira e Carmões
75. União das Freguesias de Chorente, Goios, Courel, Pedra Furada e Gual
76. União das Freguesias de Falagueira e Venda Nova
77. União das Freguesias de Fânzeres e São Pedro da Cova
78. União das Freguesias de Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra
79. União das Freguesias de Laranjeiro e Feijó
80. União das Freguesias de Parceiros e Azoia
81. União das Freguesias de Pedreira, Rande e Sernande
82. União das Freguesias de Ponte de Sor, Tramaga e Vale de Açor
83. União das Freguesias de Tornada e Salir do Porto
84. União das Freguesias de Vila e Roussas
85. Junta de Freguesia (não especificado)
86. Junta de Freguesia (não especificado)
87. Junta de Freguesia (não especificado)
88. Junta de Freguesia (não especificado)

Administração Local: Municípios

1. Associação de Municípios do Vale do Ave
2. Câmara Municipal da Marinha Grande
3. Câmara Municipal de Alenquer
4. Câmara Municipal de Angra do Heroísmo
5. Câmara Municipal de Arouca
6. Câmara Municipal de Baião
7. Câmara Municipal de Celorico da Beira
8. Câmara Municipal de Fafe
9. Câmara Municipal de Ferreira do Zêzere
10. Câmara Municipal de Lagos
11. Câmara Municipal de Penela
12. Câmara Municipal de Pombal
13. Câmara Municipal de Portalegre
14. Câmara Municipal de Porto de Mós
15. Câmara Municipal de Póvoa de Varzim
16. Câmara Municipal de Praia da Vitória
17. Câmara Municipal de Resende
18. Câmara Municipal de Salvaterra de Magos
19. Câmara Municipal de Setúbal
20. Câmara Municipal de Tavira
21. Câmara Municipal de Vagos
22. Câmara Municipal de Velas
23. Câmara Municipal de Vila do Bispo
24. Câmara Municipal (não especificado)
25. Comunidade Intermunicipal das Beiras e Serra da Estrela
26. Comunidade Intermunicipal do Cávado
27. Comunidade Intermunicipal da Lezíria do Tejo
28. Comunidade Intermunicipal do Tâmega e Sousa

Administração Local/ Central: Escolas Básicas e Secundárias

1. Agrupamento de Escolas Damião de Goes
2. Agrupamento de Escolas Dr. Jorge Augusto Correia
3. Agrupamento de Escolas de Ansião
4. Agrupamento de Escolas de Barrancos
5. Agrupamento de Escolas de Góis
6. Agrupamento de Escolas de Marinhais
7. Agrupamento de Escolas de Meda
8. Agrupamento de Escolas de Odemira
9. Agrupamento de Escolas de São Bruno
10. Agrupamento de Escolas de Vila Nova de Paiva
11. Agrupamento de Escolas de Vila Velha de Ródão
12. Agrupamento de Escolas de Vouzela
13. Agrupamento de Escolas Severim de Faria

14. Escola Básica 2,3 de Nazaré
15. Escola Básica 2,3 de Freixo de Espada à Cinta
16. Escola Básica 2,3 Dr. Eduardo Brasão de Castro-Funchal
17. Escola Básica 2, 3 de Freixo de Espada à Cinta
18. Escola Básica e Secundária de Canelas
19. Escola Básica e Secundária da Ponta do Sol
20. Escola Básica n.º 2 de Paul
21. Escola Básica Vasco da Gama de Sines
22. Escola Profissional de Agricultura D. R. Cister
23. Escola Secundária Afonso Lopes Vieira
24. Escola Secundária de Barcelinhos
25. Escola Secundária de Palmela
26. Escola Secundária de Santa Maria
27. Escola Secundária com 3º Ciclo Dr.ª Maria Cândida

Administração Regional

1. Direção Regional da Energia
2. Direção Regional de Estudos e Planeamento
3. Direção Regional de Juventude e Desporto
4. Direção Regional de Organização e Administração Pública
5. Direção Regional do Turismo
6. Entidade Regional de Turismo da Região de Lisboa
7. Inspeção Regional do Trabalho
8. Instituto de Desenvolvimento Regional, IP-RAM
9. Laboratório Regional de Engenharia Civil
10. Secretaria Regional da Agricultura e Florestas

Administração Central – Organismos do Estado

1. Administração Central do Sistema de Saúde, IP
2. Direção Geral dos Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos
3. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
4. Região de Turismo do Algarve

Administração Central – Ensino Superior

1. Faculdade de Belas Artes – Universidade de Lisboa
2. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa
3. Instituto Politécnico do Cávado e do Ave
4. Instituto Politécnico da Guarda
5. Instituto Politécnico de Leiria

Administração Central – Centros Hospitalares

1. Hospital Vila Franca de Xira
2. Hospital Senhora da Oliveira - Guimarães, EPE
3. Hospital de Cascais
4. Centro Hospitalar do Oeste
 - a. Hospital Distrital de Caldas da Rainha
 - b. Hospital de Peniche
 - c. Hospital de Torres Vedras
5. Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra
6. Unidade de Saúde da Ilha Graciosa

Apêndice IV. Email modelo

E-mail n.º 1

Prezado(a) Sr(a):

O meu nome é David Pinto e, no âmbito do estudo de mestrado intitulado “Medidas e incentivos para a reabilitação de edifícios públicos”, a ser realizado na Universidade Nova de Lisboa da Faculdade de Ciências e Tecnologia, venho por este meio solicitar o preenchimento do seguinte questionário:

Clicar para aceder ao questionário.

A sua contribuição irá permitir recolher dados sobre o estado do processo de certificação energética nos edifícios públicos, o desempenho energético destes e as barreiras/ limitações que existem no momento da tomada de decisão – reabilitar ou não.

Como resultado do estudo, serão identificadas medidas quer técnicas, quer financeiras, cuja implementação visa ultrapassar os desafios atualmente existentes, com o objetivo de promover a reabilitação de edifícios.

O questionário estará online durante as próximas duas semanas, até o dia 8 de fevereiro de 2017, pelo se pede que tenha a gentileza de o preencher dentro deste prazo.

Os dados de base são tratados sob reserva de confidencialidade, sendo publicados apenas o seu tratamento estatístico.

Caso queira esclarecer alguma dúvida, não hesite em contactar-me usando os endereços abaixo.

Fico a aguardar a sua contribuição.

Os meus melhores cumprimentos,

David Pinto

Tel: (+351) 96 42 87 501

e-mail: djs.pinto@campus.fct.unl.pt

E-mail n.º 2

Prezado(a) Sr.

O meu nome é David Pinto e, há cerca de duas semanas, enviei-lhe um questionário intitulado “Reabilitação de edifícios públicos”, no âmbito do estudo de mestrado em realização na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Apesar de o prazo ter terminado, decidiu-se alongar este por mais uma semana, até o dia 19 de fevereiro de 2017. Deste modo, serve este e-mail para solicitar o preenchimento do seguinte questionário.

Clicar para aceder ao questionário.

De lembrar que a sua contribuição é extremamente valiosa, uma vez que irá permitir identificar e estudar quais os mecanismos mais eficazes no incentivo à eficiência energética em edifícios públicos.

Caso a quantidade de edifícios ou instalações tenha sido o motivo por ainda não ter contribuído, solicitava-se nesse caso que preenchesse o questionário pelo menos para o edifício sede ou aquele(s) que tivesse(m) maiores consumos de energia. Se o motivo for outro, segue abaixo uma lista das dúvidas que surgiram desde o envio do questionário com as respetivas respostas.

Dúvidas anteriormente colocadas:

Q1. Quem deve preencher o questionário?

O responsável pelas alterações efetuadas nos edifícios, pode ser o presidente, diretor ou responsável pela manutenção ou gestão dos edifícios.

Q2. A instituição não é proprietária dos edifícios, devo preencher?

Sim, nas questões que não consegue responder, selecionar a opção outra e escrever “Não é da nossa competência”. Ao seguir este procedimento estará ainda assim a contribuir, pois o próprio facto de não serem proprietários dos edifícios poderá ser considerado uma barreira.

Q3. A entidade tem demasiados edifícios, devo preencher para todos?

Pede-se sempre que preencha para o maior número de edifícios, mas caso seja impossível, registar os edifícios que servem como sede, com maiores taxas de ocupação ou consumos de energia.

Fico a aguardar a sua contribuição!

Os meus melhores cumprimentos,

David Pinto

E-mail n.º 3

Prezado Sr.º(a)

O meu nome é David Pinto e envio este e-mail com dois propósitos.

Primeiro, gostaria de agradecer a todas as freguesias que preencheram o questionário “Reabilitação de edifícios públicos”, no âmbito do estudo de mestrado “Mecanismos e incentivos para a reabilitação de edifícios públicos”, a ser realizado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Em segundo lugar, gostaria de solicitar a todas as entidades que ainda não colaboraram que tivessem a gentileza de o fazer, pois tal iria permitir melhorar a qualidade da amostra recolhida. Para tal, basta aceder ao link abaixo:

Clicar para aceder ao questionário.

Se não colaborou pelo facto de a sua freguesia não ter edifício próprio ou por outro motivo que possa estar relacionado, agradecia, nesse caso, que respondesse a este e-mail a informar-me de tal, pois tal irá influenciar a amostra final dos resultados

Segue ainda uma lista de possíveis dúvidas que possam surgir:

Q1. Quem deve preencher o questionário?

O responsável pelas alterações efetuadas nos edifícios, pode ser o presidente, diretor ou responsável pela manutenção ou gestão dos edifícios.

Q2. A entidade tem demasiados edifícios, devo preencher para todos?

Pede-se sempre que preencha para o maior número de edifícios, mas caso seja impossível, registar os edifícios que servem como sede, com maiores taxas de ocupação ou consumos de energia.

Fico a aguardar a sua contribuição! Em caso de dúvidas não hesite em contactar-me.

Os meus melhores cumprimentos,

David Pinto

e-mail: djs.pinto@campus.fct.unl.pt

tel: (+351) 964287501

Apêndice V. Respostas à opção “Outro(a)”

Tabela 9.2. Respostas à opção “Outro(a)” do questionário enviado.

Questão: quem é o responsável pela gestão da energia?	
Escolas	- Empresa Parque Escolar; - Docente, licenciado em física;
Administração Regional	- Não existe; - Direção Regional de Energia;
Questão: como se processa a comunicação com os colaboradores?	
JF ₁	- A instituição não tem colaboradores;
JF ₂	- Foi decidido por todos os membros substituir as janelas e as portas;
CM	- As chefias dão indicações gerais; - Foi formado um grupo de trabalho que sugere medidas;
Escolas	- Divulgou-se a auditoria realizada pela EDP; - É responsabilidade da Parque Escolar, que impôs a instalação de equipamentos com o projeto;
Administração Central	- Em fase de candidatura para a eficiência energética em edifícios públicos;
Questão: tem conhecimento de apoios para a eficiência energética conhece?	
JF ₁	- Dada a insuficiência económica, não houve qualquer tipo de abordagem a este assunto no atual mandato; - Apresentámos a candidatura; - Pouco conhecimento sobre o assunto; - Não tenho conhecimento deste tipo de apoios para as J. Freguesia;
JF ₂	- Informação recolhida demasiado vaga e ao nível de poupança /custo com empresas contactadas pouco rentável associada a uma burocracia enorme. - Para ajuda de verbas para reconstrução de edifícios da J.F. não conhecemos. - Não para as Juntas de Freguesia. - Tenho conhecimento, mas nunca foi necessário recorrer ao apoio governamental. - Solicitamos parecer à empresa JAP Solar;
Municípios	- Sim. Estamos em processo de candidatura ao POSEUR;
Escolas	- A escola pública não tem autonomia financeira; - A escola secundária não foi contemplada com os apoios governamentais; - Sim, mas não para candidaturas pelos Agrupamentos de Escolas;

Tabela 9.2 (continuação): Respostas à opção “Outro(a)” do questionário enviado.

Questão: que barreiras à eficiência energética identifica?	
JF ₁	- Não é relevante - nunca houve iniciativa;
JF ₂	- Falta de verbas; - Não foi feito qualquer estudo;
Municípios	- O edifício não pertence à instituição; - Correções sendo efetuadas de acordo com a prioridade e os fundos disponíveis, tendo muitas das deficiências já sido corrigidas.
Escolas	- Inexistência de ação pela Parque Escolar (por eventual falta de verbas dessa entidade);
Ensino Superior	- Ainda não foram identificadas as deficiências no uso de energia.
Administração Regional	- Escassez de RH; - Edifício novo - junho de 2011, sem barreiras; - Dependente de um departamento do Governo Regional dos Açores;
Hospitais	- Edifício novo com equipamentos recentes e que tem em consideração a poupança energética, tais como painéis solares, pelo que não foram identificadas deficiências no uso de energia - Beneficiações em estudo. - Benefícios apenas a longo prazo, limitação do contrato com o estado.
Questão: mecanismos financeiros seriam mais apropriados?	
JF ₂	- O município não colabora; - Ajuda do Estado;
Escolas	- Orçamento do Ministério da Educação (3 vezes); - Requalificação da escola; - Subsídios a fundo perdido, orçamento do Ministério da Educação; - Atribuição dos mesmos pela tutela; - Contrato com empresa de gestão de energia com remuneração efetuado a partir dos potenciais de poupança, dotação do Orçamento de Estado dado tratar-se de uma escola pública; - Os projetos públicos que impliquem um aumento drástico no consumo, na respetiva manutenção, etc., deveriam incluir um estudo da despesa futura e, no custo da obra, adicionar um fundo para cobrir este acréscimo à despesa. Poderia existir um gabinete público especializado na gestão destes fundos, garantindo a sua liquidez e valorização. - Falta de investimento por parte da entidade proprietária do edifício (Ministério de Educação);
Administração Regional	- Subsídios a fundo perdido, uma vez que está envolvido o GORAM, por sermos um departamento público, esta questão não se coloca, uma vez que é da responsabilidade de uma Secretaria Regional. Eventualmente, parcialmente participado por fundos comunitários;

**Apêndice VI. Consumo de eletricidade dos edifícios da Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa**

Tabela 9.3. Histórico do consumo de eletricidade (MWh) nos edifícios da FCT NOVA entre 2008 e 2016.

Edifício	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Consumo total em 2016 (%)	Diminuição 2008 – 2012 (%)	Diminuição 2013 – 2016 (%)
Edifício I	657	574	802	758	625	609	635	677	634	12	5	-4
Edifício II	563	558	599	583	514	446	417	434	435	8	9	3
Edifício III	303	278	400	328	249	249	231	111	241	5	18	3
Edifício V	11	n.d.	19	16	11	10	8	1	5	0	0	50
Edifício VI	78	n.d.	61	62	42	53	44	52	51	1	46	4
Edifício VII	471	226	428	428	350	325	252	278	229	4	26	30
Edifício VIII	376	318	357	286	171	184	203	285	192	4	55	-4
Edifício IX	461	480	466	492	440	444	345	287	271	5	5	39
Edifício X	328	328	288	286	274	301	262	281	238	5	16	21
Ed. Dep. Química	3 066	2 888	2 068	2 169	1 910	1 917	1 753	29 785	1 708	33	14	11
Ed. Dep. Ambiente			988	918	723	913	822	984	613	12		33
Biblioteca	390	401	392	366	280	252	244	292	243	5	28	4
Hangar I	70	55	55	50	34	27	16	13	12	0	51	56
Hangar II	72	39	47	41	25	28	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	65	n.d.
Hangar III	62	55	81	73	75	75	72	65	47	1	-21	37
Edifício da Cantina	255	n.d.	228	220	183	166	167	189	157	3	28	5,4
CENIMAT	177	168	185	195	215	77	23	23	25	0	-21	68
CEMOP	398	370	406	400	397	387	83	92	90	2	0	77
UNINOVA	93	88	90	90	n.d.	16	49	52	50	1	n.d.	-213
Campo de Jogos	16	n.d.	21	14	7	7	8	4	3	0	56	57
Creche	4	9	8	9	11	10	9	9	10	0	-175	0
Total	7 852	6 835	7 990	7 784	6 536	6 496	5 643	33 914	5 254	100	17	19

Apêndice VII. Matriz residual da amostra por aplicação da análise de fatores

Tabela 9.4. Matriz residual do cálculo das correlações existentes entre as várias variáveis.

Correntes de ar	0,000	0,001	0,009	0,001	-0,050	0,013	-0,004	0,001	0,024	-0,011
Humidade e bolores	0,001	0,000	-0,008	-0,016	0,013	-0,003	0,041	-0,005	-0,008	0,005
Isolamento das janelas	0,009	-0,008	0,000	0,007	-0,020	0,011	-0,002	0,000	-0,021	-0,003
Mau isolamento acústico	0,001	-0,016	0,007	0,000	0,069	-0,027	-0,019	0,002	-0,010	0,008
Isolamento das paredes	-0,050	0,013	-0,020	0,069	0,000	-0,004	-0,028	0,004	0,059	-0,005
Isolamento da cobertura	0,013	-0,003	0,011	-0,027	-0,004	0,000	0,014	-0,001	-0,010	0,000
Desconforto térmico no Inverno	-0,004	0,041	-0,002	-0,019	-0,028	0,014	0,000	0,000	-0,017	0,005
Desconforto térmico no Verão	0,001	-0,005	0,000	0,002	0,004	-0,001	0,000	0,000	,001	-0,001
Sistemas de climatização mal regulado	0,024	-0,008	-0,021	-0,010	0,059	-0,010	-0,017	0,001	0,000	0,006
Sistema de climatização desligado	-0,011	0,005	-,003	0,008	-,005	0,000	0,005	-0,001	0,006	0,000

Apêndice VIII. Estimativa da área bruta da Universidade de Coimbra



Tabela 9.5. Estimativa da área da Universidade de Coimbra.

Edifício	Escala (m)	N.º quadrículas	N.º pisos	Área bruta (x10 ³ m ²)
Reitoria	4,0	47	3	2,26
Dep. Arquitetura	4,0	215	3	10,32
Div. Rel. Internacionais	4,0	84	3	4,03
Faculdade de Medicina	4,8	223	5	25,26
Dep. de Química e Física	4,8	264	5	32,90
Dep. Matemática	4,8	64	5	7,25
Biblioteca geral	4,8	78	4	7,07
Faculdade de Letras	4,8	120	5	13,60
Museu N. Machado de Castro	4,8	35	2	1,59
Faculdade de Direito	3,3	364	3	12,11
Faculdade de Farmácia	3,3	39	4	1,73
Biblioteca Joanina	3,3	55	4	2,44
Serviços de Ação Social	3,3	20	3	0,67
Faculdade de Economia	2,2	334	4	10,47
Faculdade de Farmácia e residência de estudantes	3,3	175	5	34,04
Total	-	-	-	165,73

Apêndice IX. Controlo do número de respostas (B1 a B4)

B1. Número de edifícios

Tabela 9.2. Número de edifícios contabilizados e não contabilizados da amostra, de acordo com o segmento do setor público.

Número de edifícios	JF1	JF2	CM	ACR	EBS	ESI	Hosp	Total
Contabilizados	119	94	26	12	33	23	8	315
Excluídos	3	6	4	2	4	0	0	19
Total	123	100	30	14	37	23	8	335

JF1: Juntas de Freguesia segmento 1; JF2: Juntas de Freguesia segmento 2; CM: Câmaras Municipais; ACR: Administração Central e Regional; EBS: Escolas Básicas e/ou Secundárias; ESI: Ensino Superior e Investigação; Hosp: Hospitais e unidades de saúde;

B2. Número de colaboradores por período de 8 horas

Tabela 9.3. Número de edifícios por classe de colaboradores, de acordo com o segmento do setor público.

Classes de nº co-laboradores	JF1	JF2	CM	ACR	EBS	ESI	Hosp.	Total
0	18	9	0	0	0	0	0	27
1 a 10	100	72	2	0	2	5	0	181
11 a 30	1	9	5	4	2	5	0	26
31 a 100	0	4	14	5	16	7	1	47
101 a 500	0	0	5	3	10	6	1	25
501 a 1000	0	0	0	0	2	0	3	5
Mais de 1000	0	0	0	0	0	0	3	3
Total	119	94	26	12	32	23	8	314
Sem resposta	0	0	0	0	1	0	0	1

JF1: Juntas de Freguesia segmento 1; JF2: Juntas de Freguesia segmento 2; CM: Câmaras Municipais; ACR: Administração Central e Regional; EBS: Escolas Básicas e/ou Secundárias; ESI: Ensino Superior e Investigação; Hosp: Hospitais e unidades de saúde;

B3. Número de utentes diários

Tabela 9.4. Número de edifícios por classe de utentes, de acordo com o segmento do setor público.

Classes de nº de utentes	JF1	JF2	CM	ACR	EBS	ESI	Hosp.	Total
0	7	5	0	0	0	0	0	12
1 a 10	53	32	5	1	0	0	0	91
11 a 30	48	30	6	3	0	2	0	89
31 a 100	8	21	10	3	3	7	0	52
101 a 500	0	2	5	2	17	6	4	36
501 a 1000	0	0	0	0	9	4	2	15
Mais de 1000	0	0	0	0	4	4	2	10
Total	116	90	26	9	33	23	8	305
Sem resposta	3	2	0	3	0	0	0	8
Outra	0	2	0	0	0	0	0	2

Outra: "muitos"; "zona de atendimento a clientes – variável".

B4. Área útil média (m²)

Tabela 9.5. Número de edifícios por classe de área, de acordo com o segmento do setor público.

Classe de área	JF1	JF2	CM	ACR	EBS	ESI	Hosp
Inferior a 100 m ²	63	0	0	0	0	0	0
Entre 101 e 250 m ²	56	0	0	0	0	0	0
Entre 251 e 500 m ²	0	66	4	2	0	1	0
Entre 501 e 1000 m ²	0	20	9	6	4	2	0
Entre 1001 e 2500 m ²	0	8	10	2	7	6	0
Entre 2501 e 5000 m ²	0	0	2	0	7	1	2
Superior a 5000 m ²	0	0	1	1	15	13	6
Total	119	94	26	11	33	23	8
Sem resposta	0	0	0	1	0	0	0

JF1: Juntas de Freguesia segmento 1; JF2: Juntas de Freguesia segmento 2; CM: Câmaras Municipais; ACR: Administração Central e Regional; EBS: Escolas Básicas e/ou Secundárias; ESI: Ensino Superior e Investigação; Hosp: Hospitais e unidades de saúde;

10. Anexos

I. Número de Certificados Emitidos

Tabela 10.1. Arquivos fornecidos pela ADENE (Adaptado ADENE, 2017a)

Tipo de documento / Contexto / Tipologia Predominante / Classe Energética	Contagem de Nº CE
Certificados totais	448
Existente	399
Centros hospitalares com internamento	21
Centros hospitalares sem internamento	7
Ensino básico (2º e 3º ciclo)	18
Ensino secundário	10
Ensino superior	15
Escritórios	303
Tribunais, ministérios, e câmaras municipais	25
Pré-Certificado	49
Grande Intervenção	22
Ensino básico (2º e 3º ciclo)	5
Ensino secundário	2
Ensino superior	2
Escritórios	8
Tribunais, ministérios, e câmaras municipais	5
Novo	27
Centros hospitalares sem internamento	1
Ensino básico (2º e 3º ciclo)	4
Ensino secundário	1
Ensino superior	2
Escritórios	18
Tribunais, ministérios, e câmaras municipais	1

II. Conforto térmico nos edifícios da FCT NOVA

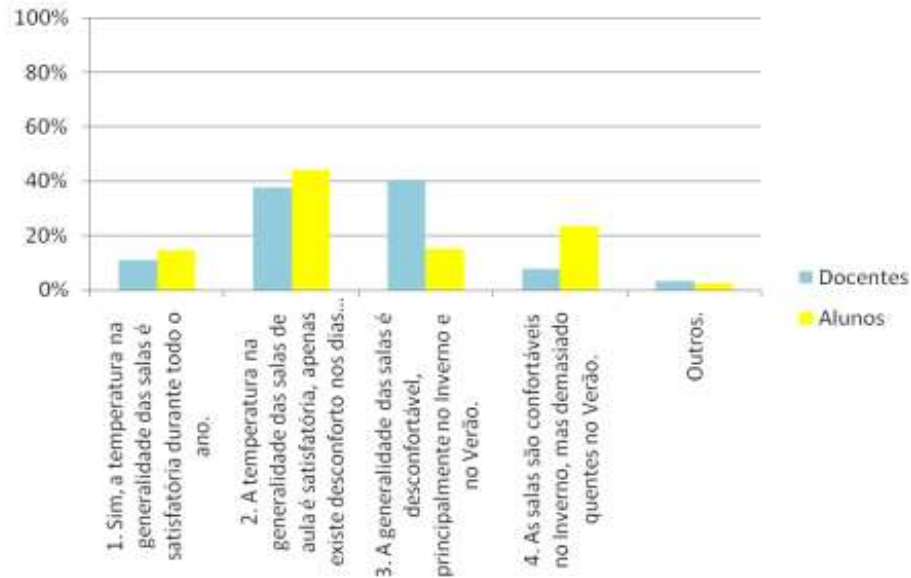


Figura 10.1. Satisfação dos professores e dos alunos quanto ao conforto térmico das salas de aula da FCT NOVA (Santos, 2010).

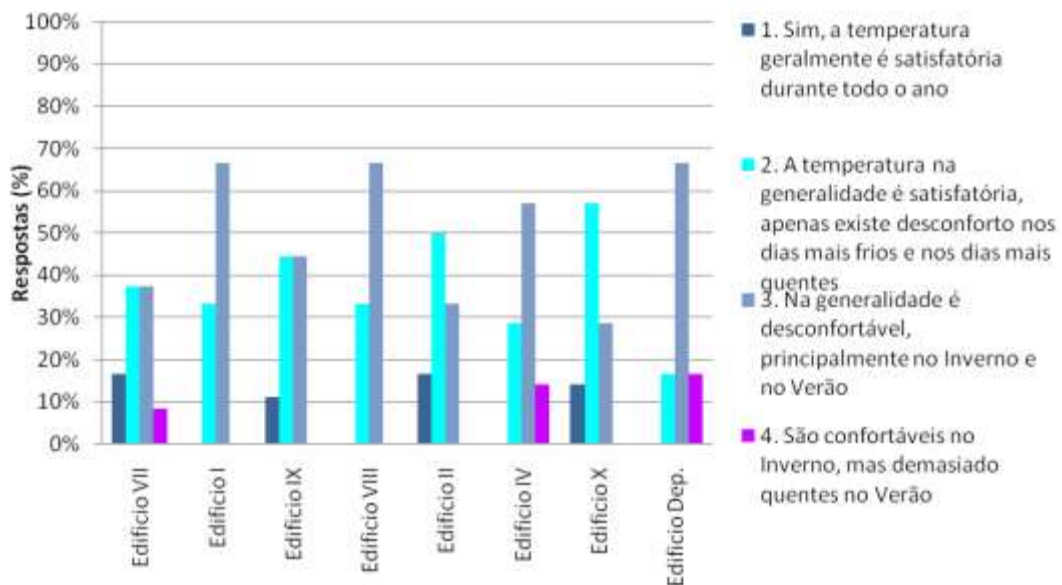


Figura 10.2. Conforto térmico das salas de aula dos diversos edifícios da FCT NOVA (Santos, 2010).

Tabela A6.2 Distribuição normal -- valores de $P(0 \leq Z \leq z_0)$

z_0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2703	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,1	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3	0,4995	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998
3,5	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998
3,6	0,4998	0,4998	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,7	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,8	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,9	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Figura 10.3. Tabela da distribuição normal utilizada para o cálculo do intervalo de confiança.