



Patrícia Sofia Dias Lima

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

Desenvolvimento de um simulador de apoio à decisão para sistemas ativos de climatização

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira,
Professor Auxiliar da FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof^a. Doutora Maria Júlia Fonseca de Seixas
Arguente: Mestre Ana Rita António Gomes Antunes
Vogal: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro de 2013



Patrícia Sofia Dias Lima

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

Desenvolvimento de um simulador de apoio à decisão para sistemas ativos de climatização

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira,
Professor Auxiliar da FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof^a. Doutora Maria Júlia Fonseca de Seixas
Arguente: Mestre Ana Rita António Gomes Antunes
Vogal: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira

Copyright © Patrícia Sofia Dias Lima , Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 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 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.

Dedicatória e agradecimentos

Ao Prof. Doutor Francisco Ferreira, pelo apoio e orientação prestados ao longo de todo o desenvolvimento da dissertação, tal como a sua disponibilidade para marcação de reuniões, nomeadamente com a ADENE e *Daikin*.

À Eng^a Filipa Alves da Ecocasa pela disponibilidade para me auxiliar nos momentos de dúvidas.

Ao Eng.^o Paulo Santos pela disponibilidade, partilha de informação e transmissão de conhecimentos essenciais para o desenvolvimento do trabalho pretendido.

À *Daikin*, nas pessoas do Dr. Jorge Carvalho e Dra. Alexandra Velez, pela formação dada que me permitiu compreender determinados conceitos acerca de bombas de calor e ar condicionado, permitindo abordar o trabalho de outra forma.

Às minhas amigas de longos anos, irmãs de coração, que mesmo não tendo um apoio direto no desenvolvimento da dissertação e mesmo tendo de me ouvir falar de temas que não lhes seduzem, estiveram e estão sempre lá, venha o que vier.

Ao Nuno, pela paciência, apoio constante e amizade sempre presentes ao longo deste trabalho e de todos os anos de convivência.

Aos meus pais, que me transmitiram confiança, tranquilidade e segurança ao longo de toda a dissertação, além dos valores transmitidos ao longo de toda a minha vida. É a eles que dedico esta dissertação.

Resumo

O contínuo aumento do consumo energético, em Portugal, relaciona-se com o aumento de procura dos padrões de conforto nas habitações. Uma má decisão em relação aos equipamentos de climatização, que influenciam os níveis de conforto a obter, pode aumentar ainda mais o consumo de energia. Assim, é relevante fazer a escolha mais acertada de um equipamento, na medida em que esta pode tornar-se uma decisão complicada com elevados consumos e custos.

O sector doméstico é aquele que representa um potencial de redução de consumos energéticos mais elevado, pois é neste sector que são encontradas as oportunidades com menores custos associados. Deste modo, cabe a cada cidadão desempenhar um papel ativo na sociedade, contribuindo para a poupança de energia e aumento de eficiência energética.

O presente trabalho aborda a integração de escolhas com consequências na diminuição de consumos de energia, contribuindo indiretamente para a melhoria do ambiente. Mais concretamente, a dissertação procura auxiliar os consumidores na seleção de equipamentos de climatização ativa, tendo em consideração a fatura energética, o investimento associado a cada equipamento, o seu período de retorno (quando aplicável) e o conforto térmico associado.

Para o auxílio das escolhas mencionadas foi desenvolvido um simulador que permite ao utilizador conhecer as opções que melhor conciliam todos os fatores que se têm em consideração quando se pretende obter um sistema ativo de climatização. A ferramenta desenvolvida não existe no mercado português, pelo que torna-se uma relevante base de apoio à decisão para os consumidores.

Dos resultados obtidos concluiu-se que o ar condicionado com bomba de calor é geralmente a opção com menores custos considerando investimento e consumo energético, em situações de climatização prolongada / permanente. Na inviabilidade da sua instalação são apresentadas diversas alternativas, nomeadamente o recuperador de calor e a salamandra, a caldeira a gás e o acumulador de calor. Para o aquecimento instantâneo destacaram-se o termoventilador, o irradiador a óleo, o convetor e o aquecedor a gás (catalítico).

Palavras-chave: Eficiência energética; sector doméstico; climatização ativa; simulador; conforto térmico.

Abstract

The continuous increase in energy consumption in Portugal is related to the increase in demand for thermal comfort in homes. A wrong decision concerning the HVAC equipment, which influences the levels of comfort, can further increase the power consumption. Thus, it is important to make the most suitable choice of equipment to the extent that it may become a complicated decision with high energy consumption and energy bill.

The household sector is the one that represents a potential for higher energy savings, as it is in this sector that more opportunities can be found to lower costs. Thus, it is up to each citizen to play an active role in society, contributing to energy savings and increased energy efficiency.

This paper discusses the integration of choices with consequences in reducing energy consumption, indirectly contributing to the improvement of the environment. More specifically, the intention of the dissertation is to support consumers in selecting HVAC equipment active, taking into account the energy bill, the investment associated with each machine, payback period (when applicable) and thermal comfort .

To the support of the choices mentioned we developed a simulator that allows the user to know the options that best reconcile all factors that take into consideration when applying for an active system of air conditioning. The tool developed there in the Portuguese market, so it becomes a relevant basis for decision support for consumers.

From the results it was concluded that the air conditioning is usually the least cost option considering investment and energy consumption, in situations of prolonged acclimatization/permanent. In infeasibility of installation presents several alternatives, including the fireplace, gas boiler, the heat emitter and the heat accumulator. For instant heating stood out the fan heater, the oil radiator, convector and gas heater.

Keywords: Energy efficiency; households; active acclimatization; simulator, thermal comfort.

Índice de Matérias

Dedicatória e agradecimentos.....	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Índice de Matérias	xi
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xv
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	xvii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivo e âmbito.....	2
1.3. Organização da dissertação	2
2. Revisão de literatura	3
2.1. Sistema energético no Mundo.....	3
2.2. Energia em Portugal.....	5
2.3. Consumo energético no sector doméstico em Portugal	9
2.4. Conforto térmico	13
2.5. Equipamentos de climatização.....	14
2.5.1. Introdução.....	14
2.5.2. Equipamentos fixos	15
2.5.3. Equipamentos móveis	33
2.6. Utilização de aparelhos de climatização em Portugal.....	37
2.7. Apoios na área da climatização doméstica e enquadramento legislativo	39
2.8. Sistemas de apoio à decisão (SAD).....	42
2.8.1. Definição.....	43
2.8.2. Sistemas de Apoio à Decisão no Excel.....	44
3. Metodologia.....	45
3.1. Descrição das fases de trabalho	45
3.2. Árvores de decisão	47
4. Caracterização do simulador	49
4.1. Dados do utilizador	50
4.2. Aquecimento e arrefecimento.....	51
4.3. Aquecimento.....	52
4.4. Investimento	53
4.5. Consumo energético	54
4.6. Custo total.....	57
4.7. Período de retorno.....	57
5. Análise e discussão de resultados	59
5.1. Enquadramento	59
5.2. Aquecimento e arrefecimento.....	59

5.3.	Aquecimento.....	62
5.3.1.	Enquadramento	62
5.3.2.	Necessidades pontuais	62
5.3.3.	Necessidades permanentes	74
6.	Conclusões.....	87
6.1.	Considerações finais	87
6.2.	Limitações do simulador desenvolvido.....	89
6.3.	Desenvolvimentos futuros	89
	Referências bibliográficas	91
	Anexos.....	97

Índice de Figuras

Figura 1.1: Dependência Energética de Portugal e dos países da UE-27	1
Figura 2.1: Consumo de energia primária a nível mundial, consoante o tipo de combustível, em milhões de toneladas equivalentes de petróleo	3
Figura 2.2: Consumo de energia primária por região do mundo	4
Figura 2.3: Consumo de eletricidade e gás natural, no período de 1990 a 2010	4
Figura 2.4: Evolução dos consumos anuais de energia primária e final (ktep), em Portugal	5
Figura 2.5: Intensidade energética de Portugal e média Europeia	6
Figura 2.6: Consumo de energia final por sector de atividade económica (tep), no ano de 2011	7
Figura 2.7: Consumo final de energia por tipo de fonte (tep), em 2011	7
Figura 2.8: Consumo de eletricidade per capita, por sector de atividade, em kWh.....	8
Figura 2.9: Consumo final de energia no sector doméstico (tep) e seu peso (%), no período de 1989 a 2009.....	9
Figura 2.10: Consumo energético, por tipo de fonte de energia, no sector doméstico, em tep	10
Figura 2.11: Despesas (€) de energia nos alojamentos domésticos, em Portugal, em 2010	10
Figura 2.12: Consumo de energia num alojamento, por tipo de uso, em 2010	11
Figura 2.13: Despesas nos alojamentos, por tipo de uso, em 2010	12
Figura 2.14: Zoneamento climático em Portugal.....	14
Figura 2.15: Tipos de aquecimento	15
Figura 2.16: Caldeiras a gás, gasóleo e biomassa, respetivamente	16
Figura 2.17: Ciclo termodinâmico de uma bomba de calor.....	17
Figura 2.18: Unidade exterior, unidade interior e depósito de AQS de uma bomba de calor, respetivamente	18
Figura 2.19: Instalação de bombas de calor geotérmicas	19
Figura 2.20: Ventiloinveter	20
Figura 2.21: Radiador	20
Figura 2.22: Piso radiante hidráulico	21
Figura 2.23: Funcionamento de um acumulador de calor.....	22
Figura 2.24: Acumulador de calor	22
Figura 2.25: Ar condicionado (unidade interior e unidade exterior)	24
Figura 2.26: Funcionamento de uma placa radiante.....	24
Figura 2.27: Placa radiante	25
Figura 2.28: Funcionamento de um emissor térmico.....	25
Figura 2.29: Emissor térmico.....	26
Figura 2.30: Termoventilador fixo (Leroy Merlin, 2010), aquecedor a infravermelhos e aquecedor cerâmico	26
Figura 2.31: Funcionamento de um conveter.....	27
Figura 2.32: Convetor	27
Figura 2.33: Salamandras em aço, aço com interior refratário, ferro fundido, pellets e fonte de energia pellets, respetivamente.....	29
Figura 2.34: Lareira metálica.....	30

Figura 2.35: Recuperadores de calor não ventilados em aço e em ferro fundido e ventilados em aço e em ferro fundido, respetivamente.....	30
Figura 2.36: Funcionamento de um painel solar com sistema em termosifão e em sistema forçado, respetivamente	31
Figura 2.37: Coletores solares	32
Figura 2.38: Salamandra a bio-álcool	33
Figura 2.39: Ar condicionado portátil.....	33
Figura 2.40: Irradiador a óleo	34
Figura 2.41: Termoventilador, termoventilador cerâmico, infravermelho de chão e aquecedor a halogéneo, respetivamente	34
Figura 2.42: Convectores móveis	35
Figura 2.43: Lareira elétrica.....	35
Figura 2.44: Aquecedores a parafina: a mecha e eletrónico, respetivamente.....	36
Figura 2.45: Aquecedores a gás, a infravermelhos e catalítico, respetivamente	37
Figura 2.46: Número de alojamentos que utilizam equipamentos para aquecimento	38
Figura 2.47: Consumo total de energia para aquecimento do ambiente (tep) nos alojamentos por tipo de fonte de energia.....	38
Figura 2.48: Número de alojamentos que utilizam equipamentos para arrefecimento	39
Figura 2.49: Medidas do plano "Portugal Eficiência 2015"	41
Figura 2.50: Esquema de um sistema de apoio à decisão	43
Figura 3.1: Esquema metodológico geral.....	46
Figura 3.2: Árvore de decisão de aquecimento e arrefecimento da habitação.....	47
Figura 3.3: Árvore da decisão para o aquecimento de uma habitação	48
Figura 4.1:Folha "Instruções" do simulador	49
Figura 4.2: Folha "Dados" do simulador.....	50
Figura 4.3: Folha do simulador "Aquecimento e arrefecimento"	51
Figura 4.4:Folha "Aquecimento" do simulador	52
Figura 5.1: Comparação de custos totais entre os equipamentos para necessidades permanentes, para áreas menores que 25m ²	81

Índice de Tabelas

Tabela 4.1: Relação entre a potência útil dos equipamentos e as áreas da habitação	51
Tabela 4.2: Intervalos de valores de áreas	53
Tabela 4.3: Valores de investimento associados a cada equipamento de climatização	54
Tabela 4.4: Períodos de vida dos equipamentos de climatização	57
Tabela 5.1: Quantidade de equipamento, investimento e consumo energético associados a áreas superiores a 25m ²	60
Tabela 5.2: Investimento, consumo energético e custos totais associados ao ar condicionado e aquecimento central, para uma divisão	60
Tabela 5.3: Investimento, consumo energético e custos totais associados ao ar condicionado e aquecimento central, para duas divisões	61
Tabela 5.4: Investimento, consumo energético e custos totais associados ao ar condicionado e aquecimento central, para mais de duas divisões	61
Tabela 5.5: Equipamentos móveis e fixos para as necessidades pontuais e permanentes	62
Tabela 5.6: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas menores que 25m ²	63
Tabela 5.7: Períodos de retorno associados à substituição de um aparelho elétrico, aquecedor a gás ou aquecedor a parafina (anos)	64
Tabela 5.8: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas menores que 25m ²	64
Tabela 5.9: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 25m ² e os 40m ²	65
Tabela 5.10: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 25m ² e os 40m ²	66
Tabela 5.11: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 41m ² e os 60m ²	66
Tabela 5.12: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 41m ² e os 60m ²	67
Tabela 5.13: : Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 61m ² e os 80m ²	68
Tabela 5.14: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 61m ² e os 80m ²	69
Tabela 5.15: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 81m ² e os 120m ²	69
Tabela 5.16: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 81m ² e os 120m ²	70
Tabela 5.17: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 121m ² e os 140m ²	71
Tabela 5.18: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 121m ² e os 140m ²	71
Tabela 5.19: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 141m ² e os 180m ²	72
Tabela 5.20: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 141m ² e os 180m ²	72
Tabela 5.21: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 181m ² e os 250m ²	73

Tabela 5.22: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 181m ² e os 250m ²	73
Tabela 5.23: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos permanentes, para áreas menores que 25m ²	74
Tabela 5.24: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos permanentes, para áreas entre os 25m ² e os 40m ²	75
Tabela 5.25: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos permanentes, para áreas entre os 41m ² e os 60m ²	76
Tabela 5.26: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 61m ² e os 80m ²	76
Tabela 5.27: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 81m ² e os 120m ²	77
Tabela 5.28: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 121m ² e os 140m ²	78
Tabela 5.29: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 141m ² e os 180m ²	78
Tabela 5.30: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 181m ² e os 250m ²	78
Tabela 5.31: Investimento, consumo energético e custos totais associados às diferentes áreas para aquecimento com uma salamandra a pellets.....	79
Tabela 5.32: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas menores que 25m ² , para uma divisão.....	80
Tabela 5.33: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 25m ² e os 40m ² , para uma divisão.....	82
Tabela 5.34: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 41m ² e os 60m ² , para uma divisão.....	82
Tabela 5.35: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 61m ² e os 80m ² , para uma divisão.....	82
Tabela 5.36: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 81m ² e os 120m ² , para uma divisão.....	83
Tabela 5.37: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 121m ² e os 140m ² , para uma divisão.....	83
Tabela 5.38: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 141m ² e os 180m ² , para uma divisão.....	84
Tabela 5.39: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 181m ² e os 250m ² , para uma divisão.....	84

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

ADENE	Agência para a Energia
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APU	Área predominantemente urbana
AQS	Águas quentes sanitárias
ASHRAE	<i>American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers</i>
BCSD	<i>Bussiness Council for Sustainable Development</i>
BP	<i>British Petroleum</i>
CE	Comissão Europeia
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
CPC	Concentradores parabólicos compostos
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DL	Decreto-Lei
EDP	Energias de Portugal
EEA	Agência Europeia do Ambiente
EER	<i>Energy efficiency ratio</i>
ENAT	Energias naturais
EUA	Estados Unidos da América
FER	Fontes de energia renováveis
GEE	Gases com efeito de estufa
GPL	Gás de petróleo liquefeito
INE	Instituto Nacional de Estatística
IEA	Agência Internacional do Ambiente
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IVA	Imposto de Valor Acrescentado
kWh	Quilowatt hora
Mtep	Milhões de toneladas de petróleo equivalente
MST	Medida solar térmico
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OMS	Organização Mundial de Saúde
P3E	Programa para a Eficiência Energética nos Edifícios
PIB	Produto interno bruto
PNAC	Plano Nacional para as Alterações Climáticas
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
RAR	Resolução da Assembleia da República
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RCM	Resolução de Conselho de Ministros
SAD	Sistemas de apoio à decisão

Tep	Tonelada equivalente de petróleo
UE	União Europeia
UE-27	União Europeia com 27 Estados-Membros
VBA	<i>Visual basic for applications</i>
WBCSD	<i>World Bussiness Council for Sustainable Development</i>

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Atualmente, a Europa enfrenta um dos maiores e mais preocupantes desafios, o desafio energético. O consumo de energia tem sofrido um aumento progressivo, devido aos níveis de qualidade de vida exigidos pelas sociedades atuais, resultando no aumento da emissão de gases com efeito de estufa (GEE).

O setor da energia depende, em mais de 80%, dos combustíveis fósseis, sendo que o futuro deste setor europeu passa por uma menor utilização destes combustíveis e um maior recurso a fontes de energia com baixas emissões de carbono. Sem uma redução destas emissões (cuja combustão emite CO₂, o principal GEE) as atividades antropogénicas vão continuar a gerar catástrofes (através do fenómeno de alterações climáticas) traduzidas em prejuízos para toda a sociedade mundial, tanto a nível social, como ambiental e económico (CE, 2013).

A dependência face ao exterior, em fontes de combustível fóssil, tal como a redução das suas reservas, apelam a uma urgente harmonia entre o ambiente e o respeito pelos direitos das gerações futuras, através da adoção de medidas com o objetivo de minimizar os danos ambientais e comportamentos que permitam a diminuição da emissão de GEE e o combate a alterações climáticas.

Também em Portugal, a dependência energética em combustíveis fósseis é bastante elevada, pois a sua produção doméstica de energia primária baseia-se, exclusivamente, em fontes de energia renovável (FER) (Vilão, et al., 2010). Na Figura 1.1 é apresentada a dependência energética de Portugal e da Europa, quanto às importações de combustíveis fósseis.

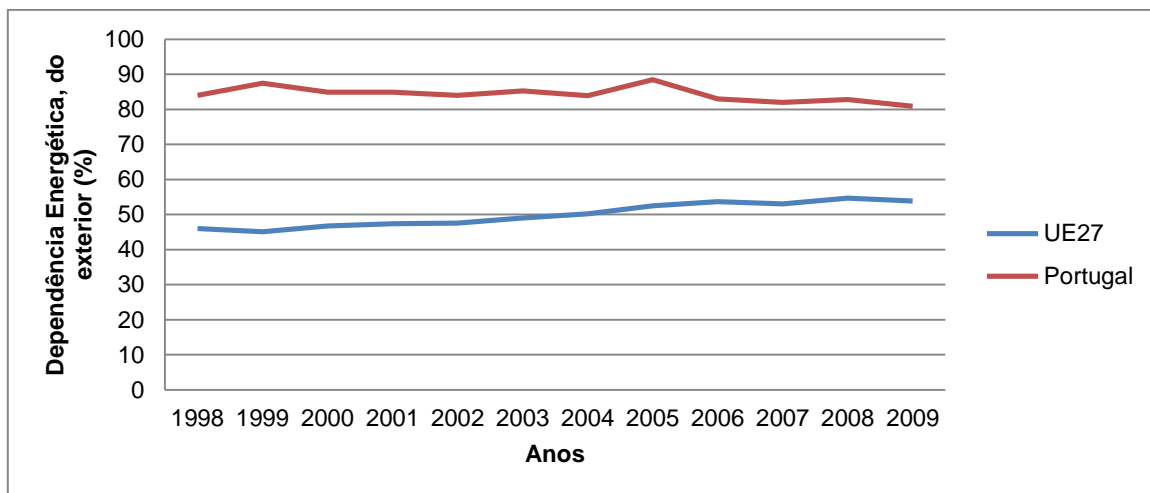


Figura 1.1: Dependência Energética de Portugal e dos países da UE-27 (Adaptado de (INE, 2012a))

Apesar de Portugal apresentar um nível de dependência energética em relação ao exterior muito superior à média dos países da UE-27, este indicador começou a diminuir em 2005, sendo que, em 2009 apresentou uma percentagem de 80,9%. Este facto deveu-se à contribuição das FER na produção de eletricidade, principalmente, da energia hidroelétrica (INE, 2012a).

Assim, é necessário prosseguir objetivos estratégicos, promovendo uma maior utilização de energias renováveis e uma maior eficiência energética.

Atualmente, nos países desenvolvidos, o cenário encontrado é de uma maior competição (principalmente no sector industrial) devido ao aumento da eficiência energética, que permite um menor consumo de energia por unidade de produto realizado ou de serviço prestado. Todavia, nos transportes e nos edifícios o cenário não é o mesmo, pois a eficiência energética não tem evoluído de forma mais favorável (ADENE, 2012b).

O sector residencial é aquele que apresenta um maior potencial de poupança (ADENE, 2012b). No entanto, tal depende dos vários utilizadores, dos seus comportamentos e dos rendimentos de cada família, implicando processos de mudança mais morosos e complicados.

O consumo de energia final, no sector doméstico português, tem tido uma tendência crescente desde 1990, devido à gradual aproximação dos níveis de conforto à média europeia, nomeadamente, através do aumento do número de alojamentos com aquecimento e uma sistemática ineficiência energética dos edifícios (WBCSD, 2009).

As condições de conforto de uma habitação dependem de vários fatores associados às características de construção do edifício, tal como dos sistemas de aquecimento e arrefecimento usados pelos consumidores. Deste modo, é relevante fazer uma avaliação de todos estes fatores e proceder a uma estratégia de linhas de atuação para alcançar melhorias na eficiência energética e redução de custos (EnerBuilding, 2008).

A sociedade moderna preocupa-se cada vez mais com a poupança de recursos naturais e, principalmente, com as suas finanças, pelo que é importante darem-se a conhecer novas formas de combinação destes fatores. Esta combinação poderá proporcionar a maior satisfação das necessidades da comunidade, através de uma maior consciencialização da utilização racional dos recursos naturais energéticos, e uma melhoria considerável nos seus níveis de conforto.

1.2. Objetivo e âmbito

O objetivo desta dissertação é desenvolver uma ferramenta de simulação de apoio à decisão, na escolha de sistemas ativos de climatização. Assim, esta ferramenta vai ter em conta os diversos fatores que o consumidor avalia no ato de compra de um sistema de climatização para a sua habitação.

Esta dissertação pretende, deste modo, permitir ao consumidor conhecer qual o sistema ativo de climatização que melhor se adequa ao local pretendido de aquecimento/arrefecimento, possibilitando conciliar fatores como valor de investimento, período de retorno, consumo energético e poupança energética conseguida.

O âmbito da dissertação incide em habitações domésticas, sendo que, o simulador irá apresentar a melhor alternativa ao consumidor, disponibilizando sugestões de equipamentos mais eficientes e maior conforto térmico.

Para se atingir o nível desejado de conforto térmico existem várias condições inerentes, o que dificulta a sua conciliação. Deste modo, devido à diversidade de equipamentos de climatização existente, a escolha do sistema que melhor se adequa às condições desejadas torna-se uma tarefa bastante árdua e complicada. É nesse sentido que esta dissertação pretende atuar, proporcionando propostas de decisão para uma correta aplicação de um sistema ativo de climatização.

1.3. Organização da dissertação

Esta dissertação vai ser organizada em seis capítulos, sendo o primeiro a apresentação do enquadramento do tema e sua relevância, objetivos propostos e estruturação da dissertação.

O segundo capítulo apresenta a revisão de literatura, com a síntese da informação relevante para o tema desta dissertação. É feita uma descrição da evolução do consumo energético a nível mundial, tal como a nível europeu, seguindo-se a evolução do consumo de energia primária e final, em Portugal. Ainda, neste capítulo, é avaliado o consumo doméstico português, sendo exploradas as fontes de energia mais consumidas neste sector, tal como a descrição dos aparelhos de climatização existentes, mostrando quais os mais utilizados e com maior consumo energético. Também é explorada a definição de sistemas de apoio à decisão e formas de sua aplicação.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia que foi aplicada para este estudo, que descreve todo o processo inerente ao cumprimento dos objetivos propostos.

A ferramenta de decisão desenvolvida é caracterizada no capítulo 4, em que são revelados os métodos de cálculo inerentes ao estudo, tal como a informação recolhida para esse efeito.

A discussão e apresentação dos resultados surgem no capítulo 5, ou seja, apresentam-se todos os resultados obtidos, tanto para o aquecimento e arrefecimento, como também para o aquecimento de uma habitação.

Finalmente, no sexto capítulo são apresentadas as conclusões tiradas ao longo de todo este estudo e desenvolvimentos futuros propostos.

2. Revisão de literatura

2.1. Sistema energético no Mundo

O desafio energético mundial passa por fornecer elevadas quantidades de energia acessível e segura para todo o mundo, salvaguardando o meio ambiente. O crescimento económico e populacional tem vindo a ameaçar este objetivo, na medida em que as exigências da sociedade moderna têm vindo a aumentar o uso dos recursos naturais existentes, o que resulta em pressões ambientais, que podem colocar em risco a sobrevivência do Homem, no planeta (WBCSD, 2006)

A satisfação das necessidades humanas assenta, essencialmente, na exploração dos combustíveis fósseis, tem vindo a mudar o mundo energético, trazendo graves consequências para os mercados e comércio de energia.

Segundo previsões da Agência Internacional de Energia (IEA) a procura mundial de energia pode aumentar em mais de um terço até 2035, com destaque para a China, Índia e Médio Oriente, que irão representar 60% desse aumento (IEA, 2012).

O consumo de energia é fundamental para o desenvolvimento económico e social mundial; no entanto, a extinção das energias não renováveis e os impactes negativos no ambiente têm vindo a ser motivo para aumentar a poupança energética e aumentar a adesão a energias renováveis

A estrutura da oferta de energia primária é muito heterogénea entre países e altera-se muito lentamente ao longo dos anos, pois depende da disponibilidade de recursos naturais e de investimentos em infraestruturas de produção (Amador, 2010).

Considerando o período de tempo de 1986 a 2011, tem-se verificado um aumento do consumo de energia primária (Figura 2.1), a nível mundial, sendo que em 2011 esse aumento foi de 2,5%, destacando-se o consumo de petróleo (33,1% do consumo global de energia) (BP, 2012). Como se verifica, esta subida no consumo foi promovida pelo aumento dos combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e carvão.

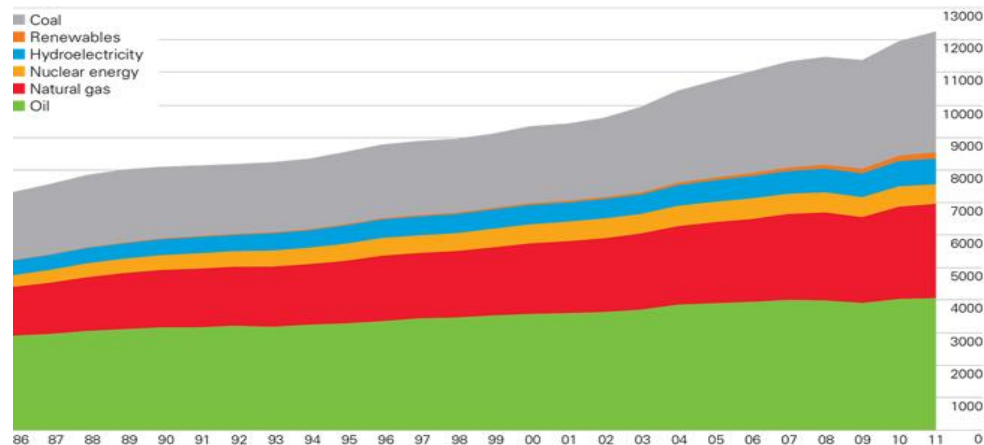


Figura 2.1: Consumo de energia primária a nível mundial, consoante o tipo de combustível, em milhões de toneladas equivalentes de petróleo (BP, 2012)

O consumo de energia primária poderá vir a sofrer um aumento de 36% entre os anos de 2008 e 2035, ou seja, de 12 300 Mtep (em 2011) o consumo chegará a 16 700 Mtep, com um incremento de 1,2%, por ano. Projeta-se que o petróleo continuará a ser a ter uma participação dominante na matriz energética mundial, correspondendo a 28% no ano de 2035, em relação aos outros combustíveis fósseis (IEA, 2012).

Os Estados Unidos da América (EUA) consomem, por ano, um quarto de toda a energia produzida no mundo, sendo que, este último juntamente com o Canadá, a Suécia, a Arábia Saudita, o Qatar e os Emirados Árabes Unidos corresponderam aos países com maior consumo de energia primária *per capita*, em 2012 (BP, 2012). Nos últimos anos, têm surgido novas potências económicas, como a China, o Brasil e a Índia, que apresentam um crescimento bastante rápido de consumo energético (WBCSD, 2009).

Prevê-se que em 2030, as disparidades de consumo de energia *per capita*, entre os países de todo o mundo irão permanecer elevadas, com os países do Médio Oriente a aumentarem o seu consumo per capita, com a Rússia a chegar aos 7 tep/per capita e a China a alcançar os 2,7 tep/per capita em 2030, devido a uma expansão da sua economia e crescimento populacional mais lento que os outros países asiáticos e países africanos (EEA, 2007). Na Figura 2.2 encontram-se representadas as disparidades de consumo energético, *per capita*.

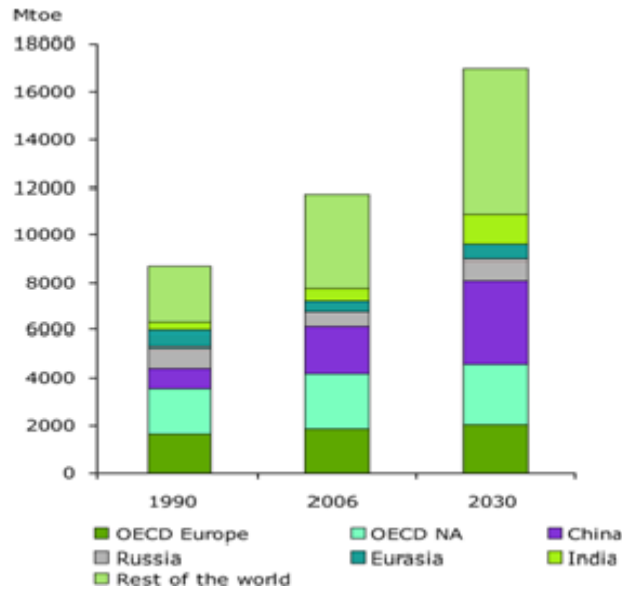


Figura 2.2: Consumo de energia primária por região do mundo (EEA, 2007)

A nível da UE-27, o consumo final de energia aumentou 7,1%, no período de 1990 e 2010, sendo que, o sector dos serviços foi o que evidenciou um maior crescimento (aumento de 41,4%, neste período), seguindo-se o sector dos transportes e o residencial, com crescimentos de 29,8% e 12,4%, respetivamente. O consumo de eletricidade e de gás natural (Figura 2.3) também tem vindo a aumentar significativamente desde 1990, levando a um crescimento de 21,9% de energia, verificada no sector dos serviços e no sector doméstico. Estes aumentos derivam da crescente utilização de equipamentos elétricos nas habitações, tendo o gás natural tem sofrido uma maior procura para o aquecimento das mesmas (EEA, 2013).

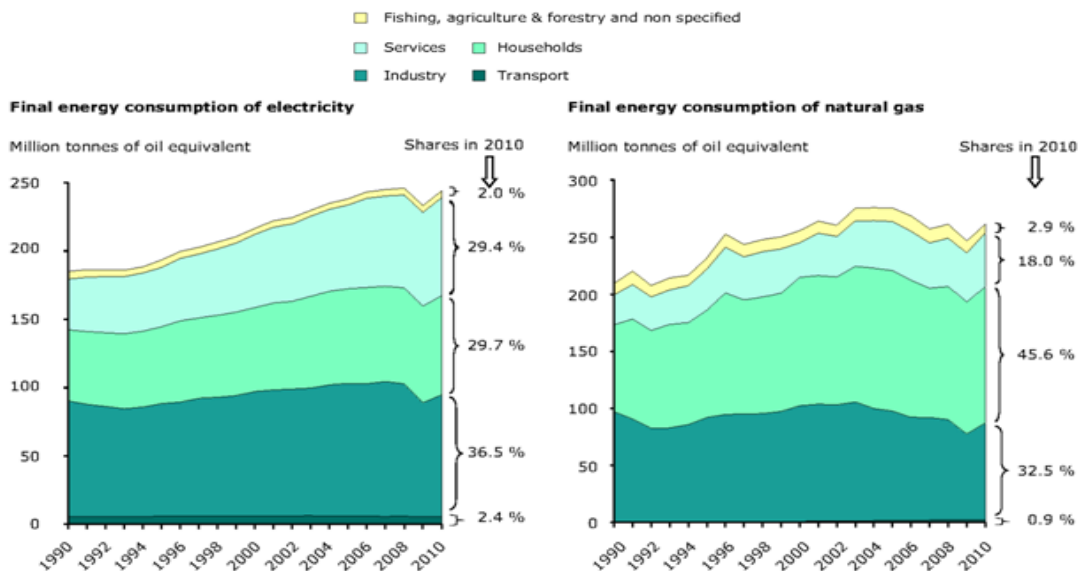


Figura 2.3: Consumo de eletricidade e gás natural, no período de 1990 a 2010 (EEA, 2013)

Em 2006, a Europa atingiu o nível mais elevado de consumo de energia, sendo que, em 2010 esse consumo diminuiu em aproximadamente 4%, devido à crise económica que se tem manifestado no continente (apesar de esta também ter contribuído para a dissociação da atividade económica do consumo energético) (EEA, 2012).

2.2. Energia em Portugal

Nas últimas duas décadas e, em particular, após a entrada de Portugal na União Europeia, a procura nacional de energia tem tido uma dinâmica fortemente crescente. Portugal foi, aliás, o país da União Europeia com taxas de crescimento da procura de energia final mais significativas nesse período (DGEG, 2001). O nosso país possui um elevado potencial de energias renováveis (apesar de não ser totalmente aproveitado), sendo que, a sua produção de energia primária baseia-se exclusivamente neste tipo de energia (Vilão, et al., 2010).

A escassez de recursos energéticos de origem fóssil tem vindo a tornar o país com uma grande dependência energética do exterior. Esta dependência correspondia a 83%, em 2007, com valores de importação de energia primária, aproximadamente, de 97% (Vilão, et al., 2010). A taxa de dependência energética tem vindo a decrescer desde 2005, apesar de ter sofrido um ligeiro agravamento no ano de 2008 relativamente a 2007 (DGEG, 2010).

Na Estratégia Nacional para a Energia (Resolução do Conselho de Ministros nº169/2005, de 24 de outubro), o Governo da altura comprometeu-se a reduzir esta dependência, aumentando a capacidade de produção endógena de Portugal. Em 2010, foi aprovada uma nova estratégia nacional para a energia (ENE 2020) que veio substituir a anterior estratégia, sendo que, pretende-se manter Portugal na fronteira tecnológica das energias alternativas, permitindo uma maior produção e exportação e diminuição da dependência energética do exterior e emissões de GEE. Assim, a ENE 2020 assenta em cinco eixos principais: agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira; aposta nas energias renováveis; promoção da eficiência energética; garantia da segurança de abastecimento; e sustentabilidade económica e ambiental (RCM, 2010).

Em 2010, verificou-se um valor de dependência energética de 76,1%, sendo que, no ano seguinte este valor aumentou 9,4%, devido ao aumento do consumo de carvão na produção de energia elétrica, para compensar a redução na produção hídrica (DGEG, 2011).

Em Portugal, o consumo energético tem seguido a mesma tendência que o resto do mundo, apresentando um aumento de consumo de 44%, em 2007, tendo como referência o ano de 1990 (Vilão, et al., 2010). No entanto, desde o ano de 2005 que tem sido possível acompanhar um decréscimo deste mesmo consumo, com o petróleo a representar a fonte de energia com maior peso, em 2010 (49,1%) no total de consumo de energia primária. Este foi seguido pelas energias renováveis (22,8%), pelo gás natural (19,7%) e, finalmente, pelo carvão (7,2%) (DGEG, 2010). O consumo total de energia primária, em 2011, correspondeu a aproximadamente 22 Mtep.

Em 2011, ocorreu uma quebra de 4,5% do consumo de energia final e de 1% do consumo de energia primária, em relação a 2010, que se pode justificar, principalmente, pela quebra de consumo de derivados de petróleo e aumento de consumo de energia elétrica nas centrais térmicas, respetivamente. Na Figura 2.4 encontra-se representada a evolução dos consumos de energia primária e final, em Portugal, desde 2005 a 2011.



Figura 2.4: Evolução dos consumos anuais de energia primária e final (ktep), em Portugal (DGEG, 2011)

O aumento do crescimento económico em muitos países continua associado ao consumo energético, pelo que importa compreender indicadores que avaliem a geração de riqueza e os impactos negativos criados no meio ambiente.

A intensidade energética baseia-se no rácio entre consumo de energia numa economia e o seu nível de PIB e a sua evolução depende de uma complexa interação entre fatores estruturais e desenvolvimentos cíclicos (Amador, 2010). É utilizada para monitorizar o grau de eficiência da utilização da energia e facilita tomadas de decisão sobre as tendências da eficiência energética, sendo influenciada por muitos fatores como as mudanças na estrutura da economia de um país ou a sua matriz energética (World Energy Council, 2004).

Os países europeus com menores valores de intensidade energética são a Suíça, Irlanda, Reino Unido, Itália e Noruega, por ordem decrescente, ou seja, estes são os países que apresentam maior eficiência energética. Pelo contrário, os países com valores de intensidade energética mais elevados são a Bulgária, a Estónia, a Roménia, a República Checa, a Eslováquia, a Letónia e a Polónia (Eurostat, 2010).

Existindo uma forte ligação entre os fatores económicos e o consumo de energia de um país, na Figura 2.5 apresenta-se a intensidade energética de Portugal em comparação com outros países da UE-27.

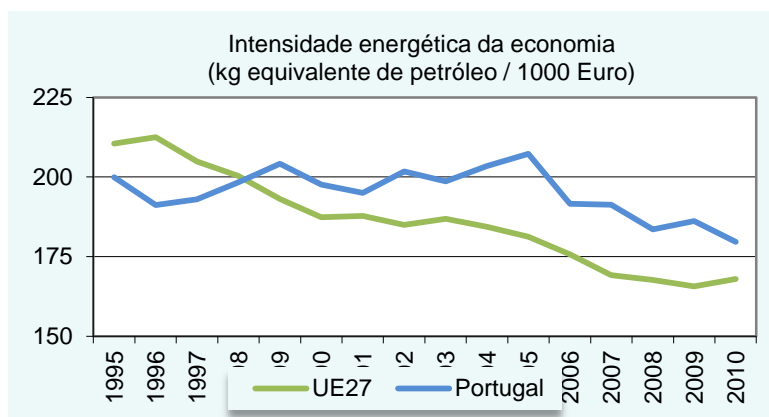


Figura 2.5: Intensidade energética de Portugal e média Europeia (INE, 2012b)

A relação entre o produto interno bruto (PIB) e o consumo de energia, indica que a economia do país encontra-se dependente da energia que tem disponível, sendo que, a adesão de Portugal à União Europeia poderá não ter proporcionado ao país poupanças de energia significativas (Fuinhas e Marques, 2012 em (Grilo, 2012)). Assim, quanto maior for o valor do PIB, menor será a intensidade energética do país em causa. Para produzir uma unidade de riqueza, o país que tenha um maior valor de intensidade energética gasta mais energia do que outro país que tenha um menor valor dessa intensidade.

A nível da UE-27, o PIB a preços constantes tem vindo a aumentar desde 1990 até o ano de 2010, a uma taxa média anual de 1,8% e, conseqüentemente, a intensidade energética caiu a uma taxa média de 1,5%, por ano, durante o mesmo período, contabilizando uma diminuição total de 26%. Esta diminuição justifica-se pelas melhorias ocorridas a nível de eficiência energética, pela maior utilização de energias renováveis e por mudanças estruturais na economia (EEA, 2010).

Pela análise da Figura 2.5, pode-se verificar que Portugal possui uma economia menos eficiente que a média dos países da UE-27, pois a sua intensidade energética, apesar de ter vindo a diminuir, ainda é mais elevada do que a média dos países da UE-27. Portugal, até à década de noventa, apresentava uma tendência ascendente de intensidade energética, no entanto, seguiu-se um período de estabilização e um declínio desde 2005. Só a partir deste ano se começou a verificar uma tendência decrescente da intensidade energética, sendo que, esta pode ser explicada pela implementação de medidas de eficiência energética como o Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e o Programa para a Eficiência Energética em Edifícios (P3E) (INE, 2012b).

O aumento do consumo no transporte individual e no sector residencial e dos serviços e, conseqüentemente, o aumento da emissão de gases com efeito de estufa (GEE) implicam grandes dificuldades nacionais no cumprimento dos acordos com a União Europeia (UE).

A intensidade energética em Portugal retomou em 2010 a sua tendência decrescente iniciada em 2006, sendo que, no ano de 2009, chegou mesmo a ser inferior à média da UE-27 no que diz respeito à agricultura. No entanto, neste mesmo ano, a intensidade foi superior a nível das indústrias, serviços e transportes. Neste último, a estrutura portuguesa tem vindo a agravar-se, ao contrário do que tem vindo a acontecer no resto da Europa (INE, 2012b).

O peso de cada sector de atividade nos consumos finais de energia é, deste modo, um indicador importante para caracterizar a forma como os países utilizam a energia, pelo que, de seguida irá ser analisado o consumo de energia final, em Portugal, no que diz respeito aos diversos sectores económicos.

Segundo o INE (2011), o consumo de energia final nacional, em 2011, atingiu os 16 912 ktep (aproximadamente 16 Mtep), sendo que, 36% desse consumo era respeitante aos transportes, 30% à indústria, 17% ao sector residencial (sector abordado nesta dissertação) e a restante percentagem incluía a agricultura, pescas, construção e obras públicas e serviços (INE, 2011). Assim, estes sectores foram os que tiveram maior incidência no consumo de energia final no nosso país, em 2011, tal como se verifica na Figura 2.6.

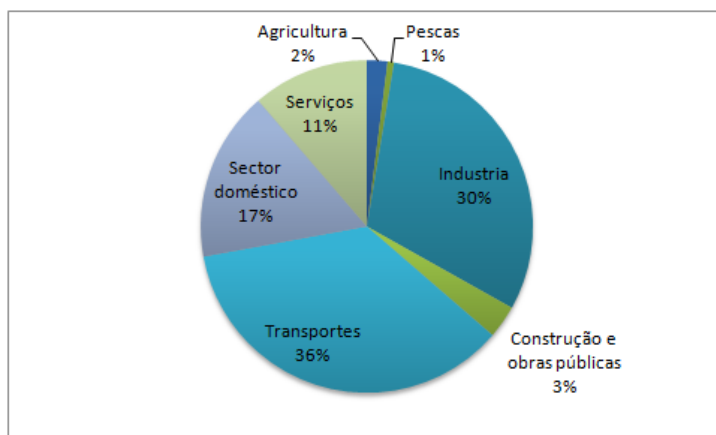


Figura 2.6: Consumo de energia final por sector de atividade económica (tep), no ano de 2011 (Adaptado de (INE, 2011))

Os sectores dos serviços e os transportes têm vindo a pressionar o consumo energético, através de um crescimento acelerado, crescendo acima dos 4% por ano. O sector dos serviços, apesar de apenas contribuir para o consumo energético com 11% dos gastos de energia, destaca-se com uma taxa de crescimento média anual de 8% (INE, 2011).

Tendo em conta o tipo de fonte de energia, em 2011, o consumo final em Portugal caracterizou-se pelo predomínio do petróleo (49%), seguido da energia elétrica (25%), gás natural com 9% e, finalmente, o carvão com uma percentagem não significativa, com aproximadamente 0% (INE, 2011).

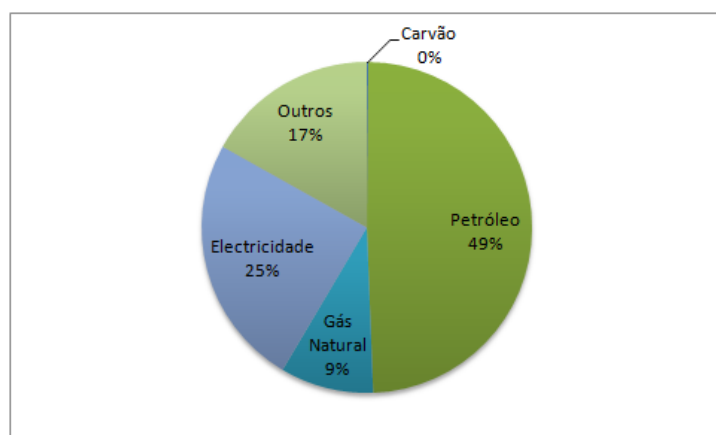


Figura 2.7: Consumo final de energia por tipo de fonte (tep), em 2011 (Adaptado de (INE, 2011))

O consumo de carvão, como energia final, tem vindo a diminuir, sendo que se tem verificado quase uma extinção do uso deste como energia final.

Pelo contrário, o petróleo bruto e os seus derivados (gasolina, gasóleo, butano e propano) têm apresentado um aumento de procura, sendo em 2011, as formas de energia mais consumidas, primária e final, a nível nacional. No entanto, este peso tem vindo a diminuir desde 2005, com a introdução do gás natural (Martins, et al., 2005).

O gás natural foi introduzido em Portugal, em 1997, contribuindo para diversificar a estrutura da oferta de energia e reduzir a dependência nacional em relação ao petróleo. Assim, o seu consumo tem vindo a aumentar fortemente, nos últimos anos, passando a adotar um papel considerável na produção de eletricidade, sector residencial e indústria, com a expectativa de uma maior penetração no sector dos transportes (ADENE, 2012b).

O consumo de eletricidade está a crescer mais rápido do que qualquer outra fonte de energia, tornando-se esta de elevado valor, pois o processo tecnológico promove a sua utilização; pode ser produzida a partir de qualquer fonte de energia; chega aos consumidores de uma forma segura e na quantidade necessária; e é um vetor energético limpo e cómodo, na sua utilização (WBCSD, 2006).

Com o desenvolvimento da economia, o consumo de eletricidade *per capita* aumentou predominantemente no sector doméstico, serviços e sector comercial. No entanto, este consumo é muito inferior ao valor de consumo da média de UE-27, sendo explicado pela baixa procura de energia para aquecimento na época de clima ameno e pelo mercado das pequenas indústrias (IEA, 2009).

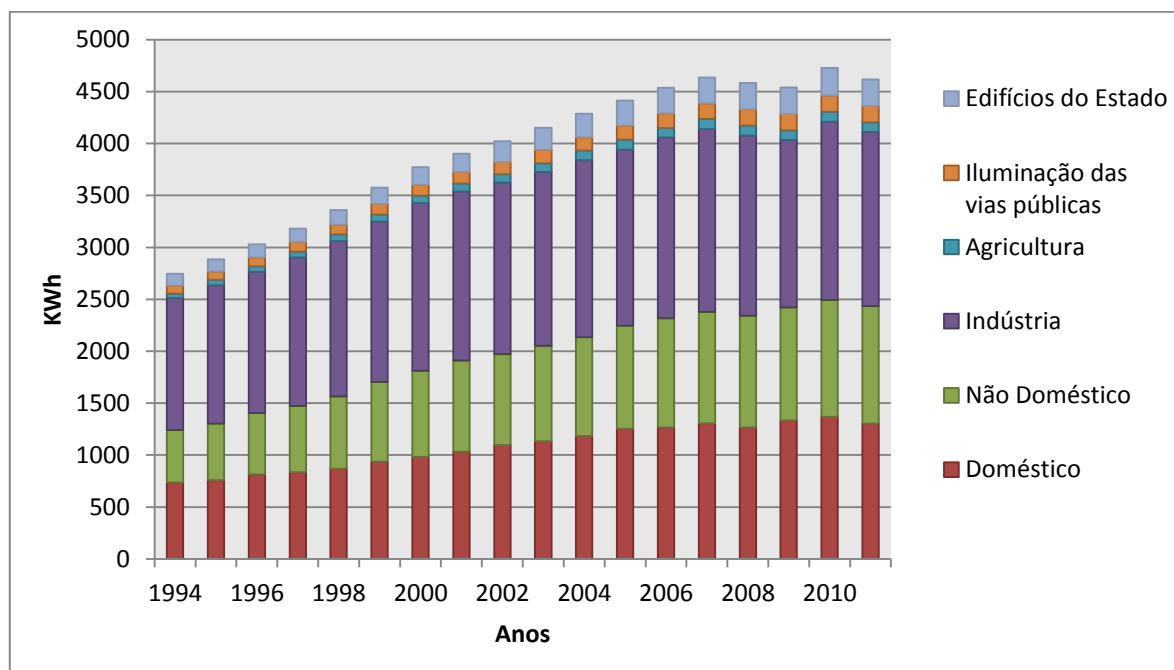


Figura 2.8: Consumo de eletricidade per capita, por sector de atividade, em kWh (Adaptado de (Pordata, 2011))

Tal como a figura anterior demonstra, os sectores com maior consumo de energia elétrica *per capita* são a indústria, o sector doméstico e o sector não-doméstico (hospitais, turismo, escolas - serviços). Em 2010, o consumo *per capita* chegou aos 4772,6 kWh e em 2011, ocorreu uma quebra para os 4654,7 kWh, sendo que, desse total 36% corresponderam ao consumo de eletricidade no sector industrial, 28% corresponderam ao sector doméstico, o não-doméstico consumiu 25% e os restantes 11% corresponderam aos edifícios do Estado, iluminação das vias públicas e agricultura (Pordata, 2011).

As fontes de energia renováveis (FER) já têm uma contribuição significativa no balanço energético, na medida em que a sua incorporação no consumo de eletricidade, para efeitos de cumprimento da Diretiva 2001/77/CE, foi de 50,8% em 2010, para Portugal. Assim, Portugal foi neste ano o 3º país da UE-15 com maior incorporação de energias renováveis, melhorando a sua posição em relação a 2009, devido ao aumento de produção hídrica (86%) e eólica (21%) (DGEG, 2012).

No próximo subcapítulo será abordado o consumo energético em Portugal, no sector doméstico, de forma mais detalhada.

2.3. Consumo energético no sector doméstico em Portugal

O consumo de energia nas habitações está relacionado com as características de utilização de energia dos equipamentos, assim como com a integridade das características térmicas da habitação. Este consumo está em crescimento em todo o mundo, sendo que, esta tendência reflete a maior dimensão das casas, os maiores níveis de conforto esperados e o maior número de aparelhos domésticos. Nos países desenvolvidos, os apartamentos consomem menos energia do que as moradias, principalmente devido à menor dimensão das habitações (menor volume para aquecer e arrefecer) e menor número de paredes e telhados (menos perdas e ganhos de energia) (WBCSD, 2009).

O consumo nacional, no sector residencial (cerca de 3,9 milhões de edifícios) contribui com 17% do consumo total de energia final e 28% do consumo da eletricidade, o que pode demonstrar uma grande necessidade de repensar hábitos (ADENE, 2012b). Com o desenvolvimento tecnológico, os menores custos de aquisição de equipamentos, a ineficiência destes e os maus comportamentos/hábitos inerentes à sua utilização, aumentou progressivamente o consumo de energia no sector doméstico.

Na Figura 2.9, demonstra-se a evolução do consumo final de energia (tep), em Portugal, no sector doméstico, tal como o seu peso (%), em relação aos outros sectores de atividade.

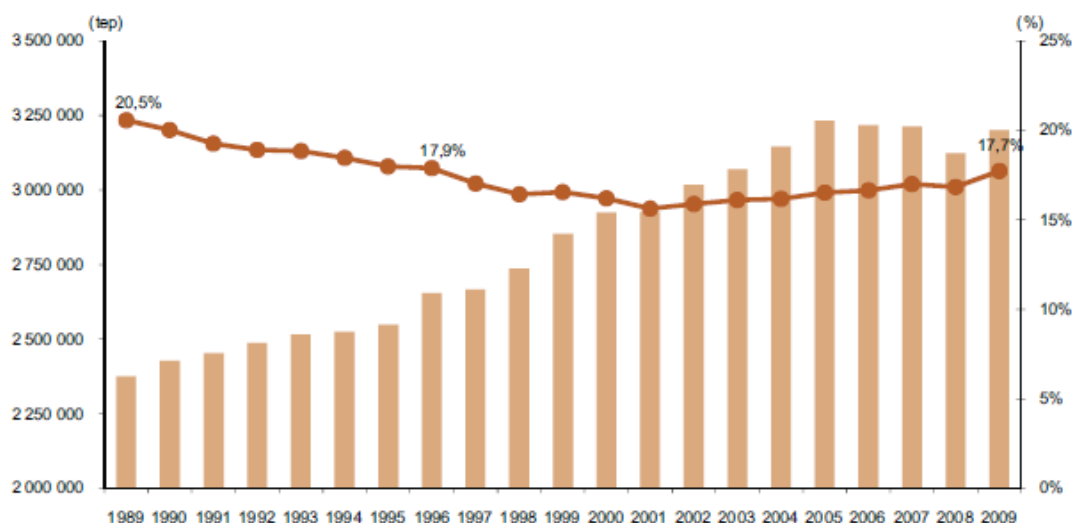


Figura 2.9: Consumo final de energia no sector doméstico (tep) e seu peso (%), no período de 1989 a 2009 (INE/DGEG, 2011)

De acordo com o Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico (2011), os alojamentos em Portugal têm em média uma área de 107 m²/alojamento, com uma ocupação média de 2,7 indivíduos/alojamento, com 70% destas habitações a pertencerem à Área Predominantemente Urbana (APU) (INE/DGEG, 2011).

Conforme a figura anterior, apesar de um crescente consumo de energia final no sector doméstico até ao ano de 2005, verifica-se uma ligeira diminuição até ao ano de 2008 (descida de 2,8% em relação a 2007), ocorrendo novamente uma subida em 2009 de 2,5%, em relação ao ano anterior. Em termos do contributo do sector doméstico no consumo total de energia, no período de 1989 a 2001, verificou-se uma diminuição deste sector em cerca de 4,9%, notando-se uma inversão de tendência com um crescimento de 1,1%, desde 2002 a 2007 (INE/DGEG, 2011).

Apesar do aumento acentuado de consumo no sector residencial, tem-se vindo a denotar uma diminuição da dependência de combustíveis fósseis, que são compensados pela utilização de equipamentos elétricos. Deste modo, a eletricidade tem vindo a predominar neste sector de atividade, tal como se pode conferir na Figura 2.10, que apresenta a repartição do consumo final de energia,

nas habitações domésticas. Até ao ano de 2002, este não era o cenário que se vivia, na medida em que a lenha representava a fonte de energia com maior consumo. Só a partir de 2003, a eletricidade assumiu esse posto, passando a lenha para segunda fonte mais importante.

De acordo com o INE (2010), em 2010, a eletricidade surgiu como a principal fonte de energia consumida no sector doméstico, em Portugal, representando 43% do consumo total de energia. Neste ano, assistiu-se a um aumento do consumo de energia eléctrica por unidade de alojamento, obtendo-se um valor de 2671 kWh/alojamento, em contraposição com os 2630 kWh/alojamento, obtidos em 2009 (DGEG, 2010).

A lenha surge como a segunda principal fonte de energia consumida nos alojamentos familiares, com uma percentagem de 24%, seguindo-se o GPL garrafa de butano com 14%. Verifica-se uma preferência por este tipo de gás, em vez do GPL garrafa de propano, que representa apenas 1% do consumo total de energia consumida.

O gás natural aparece como a quarta fonte de energia mais consumida nas habitações portuguesas, sendo que, a maior parte desta energia é utilizada para o aquecimento de águas (62%), seguido de utilizações na cozinha (35%) e os restantes 3% correspondem ao aquecimento do ambiente.

As fontes de energia gásóleo de aquecimento, GPL canalizado e solar térmico representam 4%, 2% e 1%, respetivamente, do consumo total de energia consumida, sendo que, o carvão apresenta um peso quase insignificante.

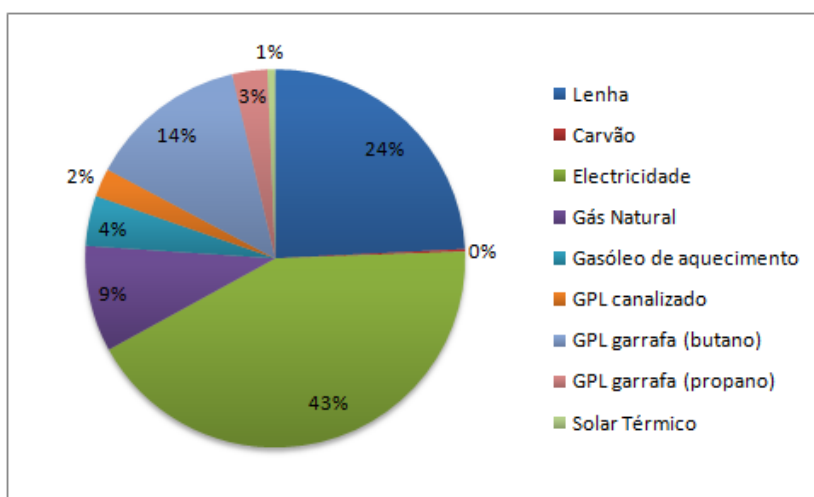


Figura 2.10: Consumo energético, por tipo de fonte de energia, no sector doméstico, em 2010 (Adaptado de (INE, 2010a))

Em termos de despesas nos alojamentos domésticos portugueses, a eletricidade é a fonte que mais pesa na fatura energética. Na Figura 2.11 é apresentada a repartição das despesas de energia neste tipo de alojamentos, por tipo de fonte de energia, em 2010.

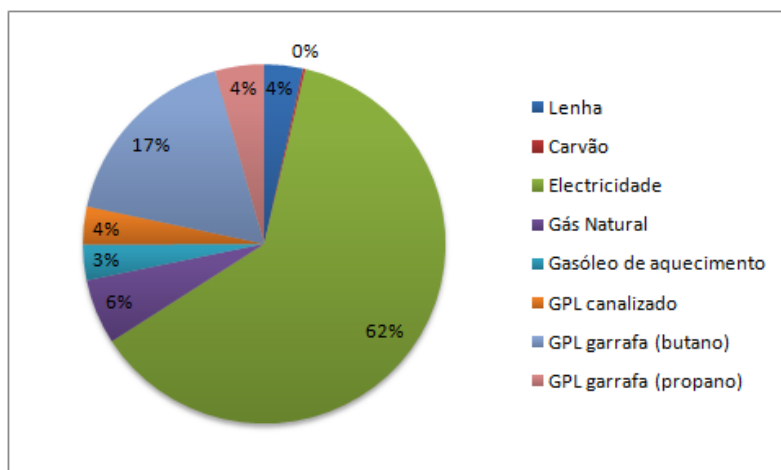


Figura 2.11: Despesas (€) de energia nos alojamentos domésticos, em Portugal, em 2010 (Adaptado de (INE, 2010c))

Analisando a Figura 2.11, verifica-se que a eletricidade sendo a principal e a mais comum fonte de energia utilizada no sector doméstico, é a que predomina quanto às despesas nos alojamentos portugueses. Em 2010, foram gastos mais de dois mil milhões de euros em utilizações residenciais a partir da eletricidade, que representam 62% do total das despesas.

O GPL garrafa de butano surge como a segunda fonte, que mais encargos monetários proporcionou, correspondendo a 17% do total de despesas com a energia. De seguida, apresenta-se o gás natural com 6% do total destas despesas, o GPL garrafa de propano com 4% e o gasóleo de aquecimento, o GPL canalizado e a lenha, ambos com 3% das despesas.

O gasóleo de aquecimento, apesar de ser pouco utilizado nas residências, representa uma elevada parcela na fatura energética, chegando a alcançar uma despesa média de 765€/ano, valor mais elevado do que a média da eletricidade – 523€/ano. Pelo contrário, a lenha revela ser a fonte de energia com menor custo unitário, na medida em que para um consumo de, aproximadamente, 24% apenas correspondeu uma despesa de 3%, o que revela uma relação entre o consumo e despesa reduzida (INE/DGEG, 2011).

Finalmente, tal como no consumo de energia, o carvão também possui um baixo peso de despesas nos alojamentos, com valores próximos do 0%. No entanto, 94% deste carvão corresponde a carvão vegetal, uma importante fonte renovável (INE/DGEG, 2011).

Em todo o mundo, as utilizações de energia diferem por motivos de cultura, clima e riqueza do país. No norte da China domina o aquecimento da habitação e no Japão o aquecimento da água é mais significativo. Já na Índia rural (tal como em muitos países em desenvolvimento) o principal uso de energia é na cozinha, com a utilização de biomassa, pois muitas pessoas não têm acesso à eletricidade (WBCSD, 2009).

A nível nacional, a distribuição do consumo de energia nas habitações por tipo de uso e as suas despesas inerentes, em 2010, são apresentadas nas Figuras 2.12 e 2.13, respetivamente. De acordo com o Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico (realizado para um total de 7 468 alojamentos), a cozinha lidera o consumo de energia num alojamento, seguindo-se o aquecimento de águas e do ambiente da casa (INE/DGEG, 2011).

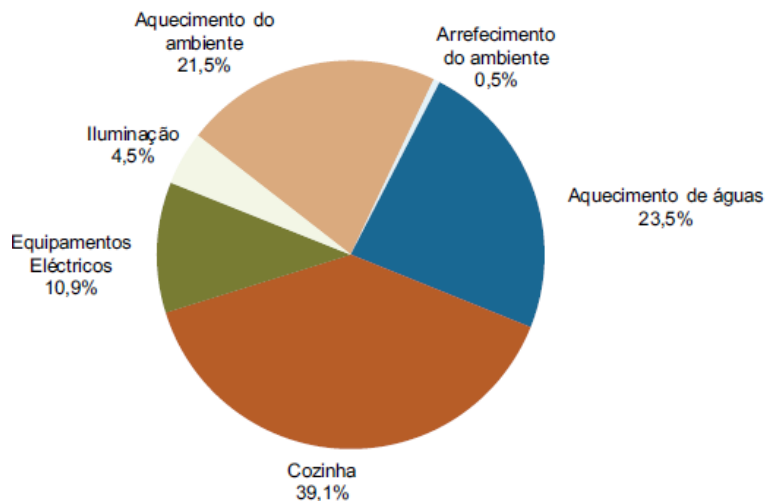


Figura 2.12: Consumo de energia num alojamento, por tipo de uso, em 2010 (INE/DGEG, 2011)

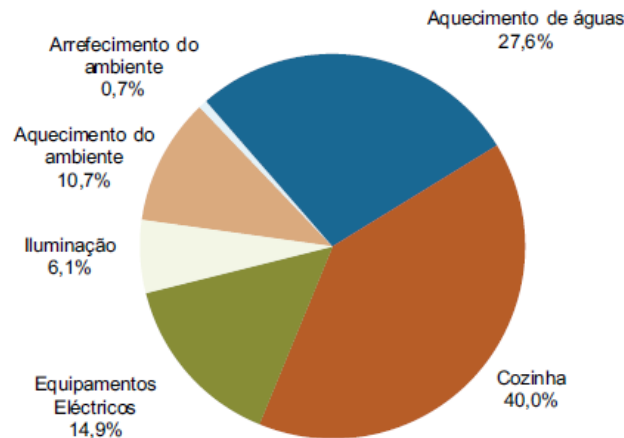


Figura 2.13: Despesas nos alojamentos, por tipo de uso, em 2010 (INE/DGEG, 2011)

Segundo as figuras anteriores, a cozinha foi a parcela que no ano de 2010, maior fração de consumo de energia representou - 39,1% do total de energia consumida - correspondendo também ao tipo de utilização com um valor de despesa mais elevado (40%). A fonte de energia que prevalece neste sector é a eletricidade com mais de 332 ktep, surgindo de seguida a lenha (excluindo *pellets* e briquetes) e como fontes de energia menos utilizadas aparecem o GPL canalizado (24 330 tep) e o carvão com 6 212 tep. O gasóleo de aquecimento e o solar térmico não são utilizados nas atividades da cozinha, pelo que a maior parte do carvão é utilizado nestas mesmas atividades, com 97% do consumo.

O aquecimento de águas surge como o segundo tipo de utilização com maior consumo de energia com 23,5%, tal como o segundo tipo de uso com mais despesas, 27,6% do total. Ao contrário da cozinha, o GPL garrafa de butano correspondeu à fonte de energia mais usada no aquecimento de águas, enquanto, o solar térmico apenas representou, aproximadamente, 3%, da utilização.

Como terceiro tipo de uso mais utilizado, surge o aquecimento do ambiente do alojamento com uma percentagem de 21,5% do consumo total de energia e com 10,7% das despesas totais com esse mesmo consumo, tornando-se assim no tipo de utilização menos dispendioso, devido principalmente ao uso da lenha (fonte de energia mais económica). A lenha foi a fonte de energia com maior peso de utilização, neste caso, prevalecendo com 360 828 tep (68% do consumo), seguindo-se o gasóleo de aquecimento e a eletricidade com 75 445 tep e 74 348 tep, respetivamente.

Os equipamentos elétricos representaram, neste ano, 10,9% do consumo energético e 14,9% das despesas com a energia, sendo responsáveis por 32,9% do consumo total de eletricidade consumida, no período de referência.

Por fim, surgem a iluminação e o arrefecimento do ar com os menores valores de consumo de energia nas habitações e com menor valor em despesas energéticas, neste ano.

O consumo de eletricidade no sector doméstico mostra ser muito importante, visto que a eletricidade esteve presente em todos os tipos de utilização considerados, ao contrário dos outros tipos de energia final. A maioria dos equipamentos existentes nas habitações domésticas consome este tipo de fonte, o que evidencia uma certa dependência da mesma na nossa sociedade, atualmente. Ainda de referir que a maior parte da eletricidade é consumida na cozinha e nos equipamentos elétricos, sendo que, o arrefecimento do ar, os equipamentos elétricos e a iluminação apenas consomem esta fonte de energia.

Nesta análise também é possível concluir que as energias renováveis (lenha, solar térmico e carvão vegetal) apenas representam 25,1% do consumo total de energia, apesar dos baixos valores monetários envolvidos.

Após a análise ao consumo de energia, no sector residencial, importa compreender de que forma o conforto térmico se relaciona com os resultados abordados.

2.4. Conforto térmico

O conforto térmico de uma residência é um fator determinante para a qualidade de vida de quem a habita, na medida em que o nível de exigência de população tem vindo a aumentar cada vez mais, em relação a este tema.

As exigências do ser humano em relação ao conforto térmico encontram-se relacionadas com o clima, características térmicas dos materiais do edifício, tal como os aparelhos de climatização utilizados. Esta dissertação vai focar-se na influência destes aparelhos de climatização no alcance do conforto térmico humano pois, atualmente, a utilização destes aparelhos está diretamente relacionada com o aumento do consumo energético nas habitações portuguesas. Este torna-se assim um problema a ser analisado e que pode ser solucionado através de melhores práticas, nomeadamente, através da escolha acertada do aparelho que melhor se adequa ao tipo de utilização, investimento, conforto térmico e poupanças energéticas pretendidas.

Conforto térmico é um termo difícil de definir, na medida em que este depende de diferenças comportamentais, culturais, estados psicológicos, tal como outras variáveis individuais e sociais. Assim, o conforto térmico varia de pessoa para pessoa, sendo que, um ambiente termicamente confortável para uma pessoa, pode ser desconfortável para outra. A sua quantificação é muito complexa e satisfazer todos os indivíduos, num determinado ambiente térmico, é uma tarefa quase impossível de ser alcançada.

Apesar da complexidade de definição deste conceito, a norma ISO 7730 propõe que o conforto térmico constitui “a satisfação expressa quando se é sujeito a um determinado ambiente térmico”, o que sugere aspetos físicos e subjetivos, a ter em consideração (ISO 7730, 2005). Para além desta norma, também é normalmente utilizado o “standard” internacional ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) que, tal como a norma ISO 7730, considera o conforto térmico resultante somente de variáveis físicas e fisiológicas, sendo “a condição da mente que expressa satisfação com o seu ambiente térmico” (ASHRAE, 2004).

Apesar da subjetividade adjacente ao conforto térmico, um temperatura entre os 19°C e os 21°C é considerada suficiente para a satisfação das pessoas, numa habitação (ADENE, 2012b).

As características arquitetónicas e construtivas dos edifícios têm uma grande influência nas condições de conforto térmico de uma habitação. Atualmente, muitos alojamentos são projetados tendo em conta estas características, no entanto, as questões de conforto também podem ser resolvidas através de sistemas artificiais de climatização (apesar destes sistemas serem considerados menos eficientes, a longo prazo). Contudo, aquando a compra de uma habitação existem fatores que se devem ter sempre em conta e que inevitavelmente irão influenciar os custos energéticos inerentes ao alcance do conforto térmico.

A temperatura do ar exterior do alojamento é preponderante no estabelecimento de trocas de calor entre o interior e o exterior, pelo que no Inverno surgem perdas de calor do interior para o exterior e no Verão ocorre o processo inverso, ocorrem perdas do exterior para o interior da habitação (EnerBuilding, 2008).

A radiação solar também influencia o conforto de uma habitação, na medida em que a trajetória do sol e a duração de exposição solar podem contribuir para o aumento ou diminuição da temperatura no interior dos edifícios. Portugal é um país onde se nota de forma muito significativa a estação quente (Verão) e estação fria (Inverno) (EnerBuilding, 2008), sendo que, o quadrante sul é aquele que mais radiação solar recebe, ao longo do dia. Tendo como base esta informação, verifica-se que o desenvolvimento de estratégias para um melhor aproveitamento da energia solar, reduz de forma significativa as necessidades energéticas de uma habitação (Ecocasa, 2013a).

A localização do edifício, tal como o comportamento dos seus habitantes são outros fatores que condicionam o conforto térmico nas habitações. Tendo em consideração o clima do nosso país, este é dividido em três zonas de Inverno e Verão. As zonas com menores necessidades de aquecimento no Inverno são as zonas classificadas como I1, sendo que, as zonas I3 são consideradas as zonas com maiores necessidades de aquecimento, durante este período do ano. No Verão, as zonas V1 necessitam de menores necessidades de arrefecimento, enquanto, as zonas V3 necessitam de maiores necessidades.

A repartição do país, por zonas climáticas encontra-se na Figura 2.14.

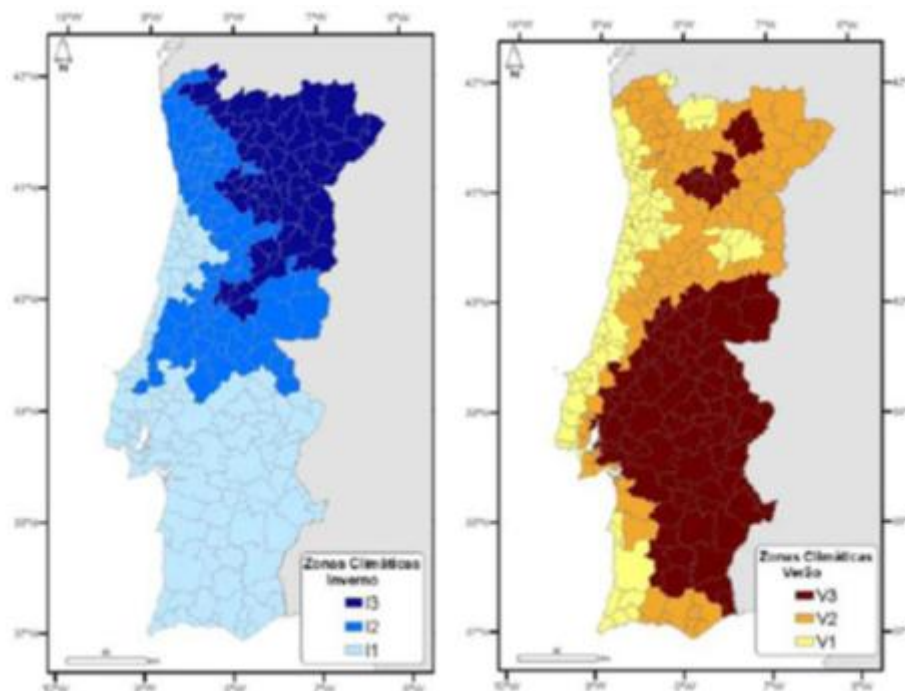


Figura 2.14: Zoneamento climático em Portugal (DL, 2006)

2.5. Equipamentos de climatização

2.5.1. Introdução

Em 2012, 28% da população portuguesa não teve capacidade financeira para suportar despesas com uma climatização adequada, nas suas habitações. Prevê-se que estes valores possam vir a aumentar, este ano, pois com o agravar da crise económica nacional e o aumento dos preços dos combustíveis, a situação do setor do aquecimento pode vir a tornar-se bem pior. Deste modo, na tentativa de diminuição de custos, muitos consumidores optam pela diminuição dos tempos de utilização dos sistemas de aquecimento, o que provoca a perda de conforto. Por outro lado, ainda existem consumidores que recorrem aos sistemas de aquecimento mais eficientes e/ou consumíveis de fontes energéticas mais económicas (Cardoso, 2013).

Nesta perspetiva importa, cada vez mais, perceber que fatores são tidos em conta na escolha de um sistema de climatização e de que forma essa escolha pode ser feita sem grandes gastos económicos e energéticos.

A climatização é entendida como o processo que permite purificar/filtrar o ar e condicioná-lo a temperaturas e humidades de conforto. Assim, climatizar um determinado meio ambiente consiste em controlar as condições do local estabelecido, de acordo com as necessidades de conforto de cada indivíduo (Carvalho, 2013).

Quando não é possível atuar em termos construtivos, a climatização de uma casa baseia-se na utilização de equipamentos que, por sua vez, podem utilizar energias com recurso direto renovável, eletricidade (parcialmente renovável) ou gás. A escolha dos equipamentos de climatização para uma habitação ainda é um problema na vida de muitas famílias portuguesas. Assim, esta escolha deve ser alvo de vários critérios para que se possa obter um maior conforto na habitação, tal como poupanças energéticas. Os fatores que são importantes ter-se em consideração são: o tipo de habitação (apartamento ou moradia), o espaço disponível para armazenar o equipamento, a qualidade de isolamento do alojamento, a localização e orientação do edifício, a possibilidade de combinação do equipamento com outras FER, a capacidade de investimento inicial, o período de retorno, o consumo energético que não se pretende ultrapassar e as emissões de GEE (EnerBuilding, 2008).

Deste modo, de seguida serão apresentados os tipos de aquecimento existentes, o seu modo de funcionamento, as características associadas e os aparelhos que se podem encontrar no mercado, para cada tipo de aquecimento. Os tipos de aquecimento encontram-se divididos por equipamentos fixos ou móveis, sendo estes distribuídos pelas categorias de aquecimento central, aquecimento elétrico, aquecimento com recurso direto de FER e, finalmente, aquecimento móvel a parafina ou gás. Também é feita uma diferenciação entre a utilização de energia totalmente renovável e parcialmente renovável. De forma a esquematizar os tipos de climatização existentes e contemplados no âmbito desta dissertação, é apresentado um diagrama (Figura 2.15) para uma melhor compreensão.

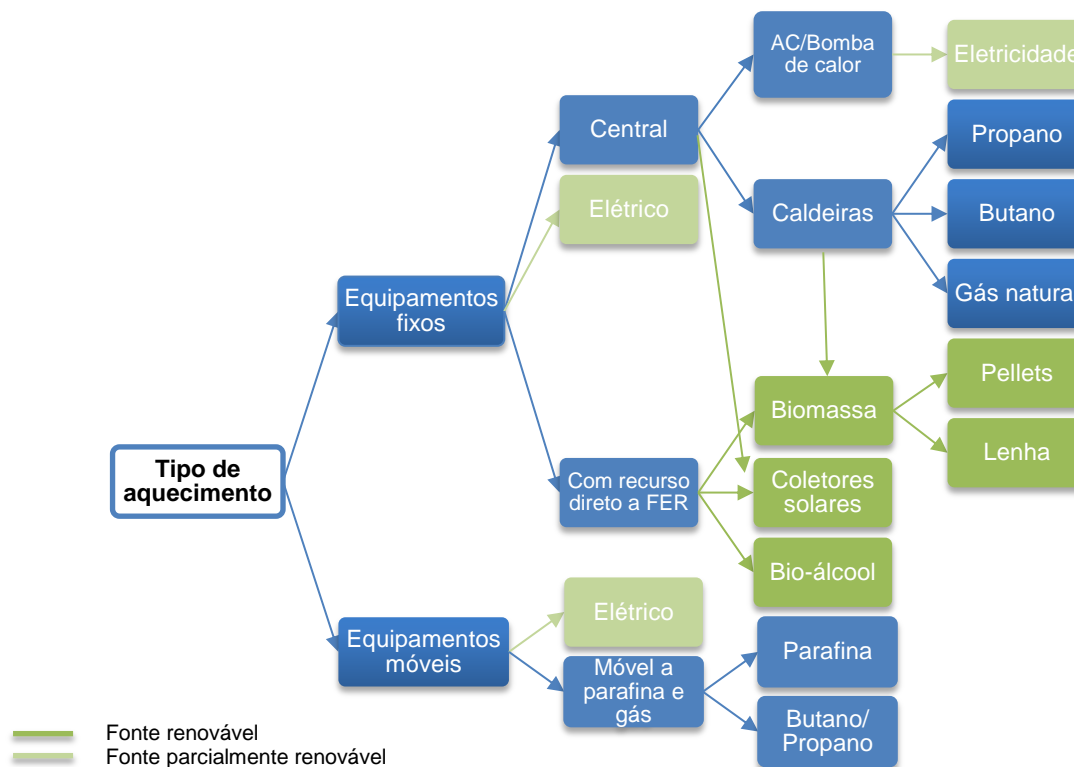


Figura 2.15: Tipos de aquecimento

2.5.2. Equipamentos fixos

Aquecimento central

O aquecimento central é um sistema que permite a diminuição da humidade relativa do ar interior, tal como o aumento da temperatura ambiente, mesmo em situações de existência de baixas temperaturas do exterior (Chama, 2012).

É um sistema constituído por uma caldeira, radiadores, um sistema de transporte de energia para os radiadores, um sistema de controlo (Ecocasa, 2013c), tubagens e, por vezes, um depósito acumulador de água sanitária (Euroventil, 2013a). Este tipo de aquecimento implica a instalação de um sistema que aquece o ar ou a água, sendo que, o calor é produzido a partir de um ponto central e distribuído para vários emissores por uma rede de tubagens para as unidades terminais. Deste modo, permite que todo o espaço do alojamento seja aquecido, não se restringindo a apenas uma divisão, constituindo uma solução integral e silenciosa. Este sistema deverá incluir um regulador de temperatura, que permita que não se utilize inutilmente energia quando for alcançada a temperatura ambiente desejada (Leroy Merlin, 2012).

O aquecimento central permite alcançar o máximo de conforto, com poupanças a longo prazo e através de várias funcionalidades; permite a climatização do ar ambiente da habitação, tal como a obtenção de águas quentes sanitárias (AQS) e o seu uso na cozinha; permite, ainda, controlar de forma individual a temperatura de cada divisão que se pretende climatizar (Euroventil, 2013a).

Numa instalação descentralizada, o fornecimento de combustível para cada aparelho de aquecimento é feito de modo separado. É vantajoso para as casas onde apenas se pretende aquecer algumas divisões ou ainda quando um aquecimento central é muito difícil de instalar (Leroy Merlin, 2012).

- **Caldeiras**

As caldeiras constituem unidades geradoras de calor, sendo a sua seleção fundamental para a otimização da economia de energia, numa habitação. Constituem aparelhos onde se efetua o aquecimento de águas, através da queima de combustíveis fósseis sólidos, líquidos ou gasosos. Estas águas aquecidas designam-se de AQS e são águas de consumo doméstico com uma temperatura superior às águas fornecidas pela rede de abastecimento doméstico público (Vulcano, 2013).

As caldeiras mais tradicionais são denominadas de caldeiras de alta eficiência e apenas utilizam uma parte do calor que é gerado pela queima do combustível fóssil (EnerBuilding, 2008). Para um alcance de rendimento de 100% é necessário que a água da caldeira atinja os 60º/70ºC (Leroy Merlin, 2012), sendo que existem diversas soluções que se adequam a cada tipo de funcionalidade e situação de aquecimento central ou aquecimento de AQS. Assim, as caldeiras podem ser de aquecimento de águas instantâneas ou de águas por acumulação.

Para o aquecimento de águas instantâneas, a água fria entra na caldeira, sendo aquecida de imediato, conforme a sua circulação por dentro do permutador de calor, obtendo-se assim AQS sem tempos de espera. No que diz respeito ao aquecimento de águas por acumulação, a água fria que entra na rede de distribuição pública é enviada e aquecida por um acumulador. Através de uma serpentina a água é aquecida em circuito fechado, garantindo assim um fornecimento de AQS em várias torneiras da habitação (Vulcano, 2013). Esta última constitui uma solução ideal para residências que necessitam de grandes caudais de águas sanitárias (Euroventil, 2013a).

As caldeiras de alta eficiência apresentam, aproximadamente, 91 a 93% de eficiência. Cerca de 11% da energia produzida através da combustão é perdida, pois quando ocorre a produção de vapor de água (durante a combustão), este é lançado para a atmosfera pela chaminé do alojamento, transportando consigo uma relevante quantidade de calor – calor latente de vaporização – que corresponde à energia perdida (EnerBuilding, 2008).

Na Figura 2.16 são apresentadas caldeiras murais a gás, a gasóleo e a biomassa.



Figura 2.16: Caldeiras a gás, gasóleo e biomassa, respetivamente (Leroy Merlin, 2012)

Uma alternativa às caldeiras tradicionais são as caldeiras de condensação que apresentam uma eficiência maior. Estas apresentam um investimento mais elevado do que as caldeiras convencionais, no entanto, a sua tecnologia de condensação permite aproveitar a energia dos gases de exaustão, na medida em que quando ocorre a passagem do calor dos gases de exaustão para a água do circuito, estes gases arrefecem até ao ponto de condensação do vapor de água, permitindo uma recuperação da energia e a sua utilização na caldeira (Vulcano, 2009).

Para a obtenção de um rendimento de 100% é necessário que sejam utilizadas com equipamentos de baixa temperatura como o piso radiante ou até mesmo radiadores tradicionais que mantenham uma temperatura abaixo dos 55ºC (EnerBuilding, 2008).

Os diversos modelos de caldeiras murais proporcionam calor uniforme em grandes áreas, sendo que a versão combinada de aquecimento central da habitação e das suas AQS revela ser mais uma vantagem na medida em que se verifica a existência de uma única instalação e conduta de evacuação de gases e vapores. Neste tipo de sistema também é relevante ter em conta o tipo de gás existente na habitação, na medida em que o gás natural é a opção mais económica e ecológica (EnerBuilding, 2008). No entanto, optar por uma caldeira a biomassa proporciona uma menor emissão de dióxido de carbono, menor consumo de combustível e o seu controlo de combustão permite que não sejam produzidos fumos, nem cheiros. A durabilidade média de uma caldeira é de 20 anos (Leroy Merlin, 2012).

o **Ar condicionado com Bomba de Calor**

Os equipamentos de ar condicionado com bombas de calor representam alternativas flexíveis, económicas e mais ecológicas às caldeiras de combustíveis fósseis, tornando-se soluções de redução de consumo de energia e emissões de dióxido de carbono (CO₂) (Daikin, 2013a).

Estes equipamentos proporcionam calor uniforme para grandes divisões, oferecendo a conciliação das necessidades de aquecimento e de arrefecimento. Podem utilizar diferentes FER, seja o solo, água ou ar, no entanto, não é um equipamento de fonte totalmente renovável, na medida em que também necessita de eletricidade para funcionar. Só se torna uma fonte 100% renovável, quando a fonte da eletricidade é permanente e inesgotável, ou seja, provém da energia eólica, solar, hidráulica ou biomassa (Leroy Merlin, 2010).

O funcionamento de uma bomba de calor baseia-se na transferência de energia de um ambiente para outro, através de uma unidade interior, uma unidade exterior e tubagem que interliga estas duas unidades. O líquido refrigerante, que circula através da tubagem, absorve energia de uma unidade e liberta-a na outra unidade (EDP, 2013b). Assim, para que este processo ocorra é necessária a criação de um ciclo fechado termodinâmico (representado na Figura 2.17) através da compressão, condensação, expansão e evaporação (Daikin, 2013c).

Na Figura 2.17 é apresentado um esquema com o processo termodinâmico do funcionamento de uma bomba de calor.

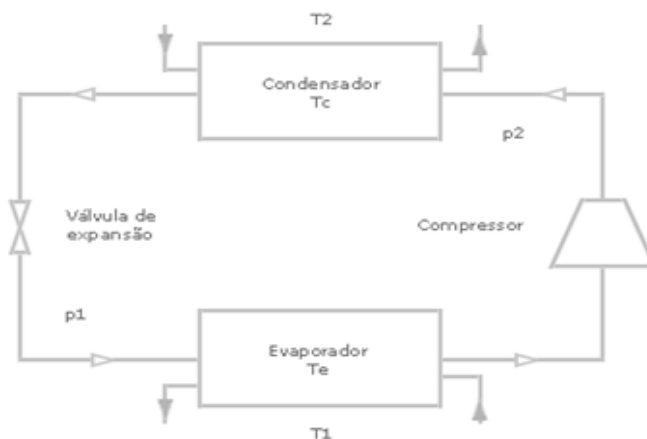


Figura 2.17: Ciclo termodinâmico de uma bomba de calor (EDP, 2013b)

Neste ciclo, a fonte de calor entra no evaporador e arrefece o fluido de transporte (ar ou água), que acaba por evaporar. O vapor entra no compressor e é comprimido, ocorrendo um aumento da pressão e da temperatura do mesmo. Depois deste processo, o vapor entra no condensador, que permite a cedência de calor do fluido refrigerante para o fluido de transporte do meio a aquecer. Finalmente, o fluido refrigerante sai do condensador, entra na válvula de expansão, baixando a pressão do fluido, reduzindo-a ao ponto inicial (EDP, 2013b).

No modo de aquecimento, as bombas de calor extraem o calor latente do exterior e este é transferido para a unidade interior, de forma a aquecer a divisão pretendida e a manter a temperatura deste espaço superior à temperatura do meio ambiente. No modo de arrefecimento, estes equipamentos funcionam de forma inversa, atuando como uma máquina frigorífica, sendo transferido o calor do interior da habitação para o meio ambiente exterior, mantendo-se a temperatura interior inferior à temperatura exterior (Daikin, 2013c).

A eficiência das bombas de calor é indicada pelo COP (*Coefficient Of Performance*), variando entre 3 e 5, ou seja, por cada unidade de energia utilizada pela bomba de calor em funcionamento, são geradas 3 ou mais unidades de calor para utilização na residência. Assim, estes sistemas são 3 a 5 vezes mais eficientes do que as caldeiras. O COP é dado pela razão entre a energia produzida e o consumo elétrico, sendo considerado o rendimento dos sistemas em modo de aquecimento. Em modo de arrefecimento, o coeficiente utilizado é EER (*Energy Efficiency Ratio*) (Daikin, 2013c).

A eficiência destes equipamentos pode ser mais elevada quando utilizam a tecnologia *inverter*, sendo que, esta tecnologia baseia-se num compressor que não pára de funcionar, baixando o regime de funcionamento (evita contínuos arranques e paragens) e permitindo uma redução até 50% do consumo energético do sistema (Leroy Merlin, 2010).

Os equipamentos de bomba de calor podem ser ar-água ou ar-ar, dependendo da aplicação necessária.

Os sistemas de ar-água funcionam a baixas temperaturas e destinam-se, preferencialmente, a habitações novas ou para situações em que se deseje combinar este equipamento com uma caldeira já existente na casa. Para a emissão de calor, podem ser utilizados pisos radiantes hidráulicos, radiadores de baixa temperatura ou unidades ventiloconvetores. As suas funcionalidades acrescidas são a produção de AQS, arrefecimento da habitação e possibilidade de combinação com painéis solares para a produção de águas quentes (Daikin, 2013b).

Os sistemas de ar-ar funcionam a altas temperaturas e são utilizados na substituição de caldeiras tradicionais, sendo necessários radiadores de alta temperatura para a emissão de calor. Em relação a outras funcionalidades, são semelhantes às do sistema de aquecimento de baixa temperatura, no entanto, não permitem o arrefecimento da habitação (Daikin, 2013b).

Na Figura 2.18 é mostrada uma unidade exterior e interior de uma bomba de calor e um depósito de AQS.



Figura 2.18: Unidade exterior, unidade interior e depósito de AQS de uma bomba de calor, respetivamente (Daikin, 2013c)

As desvantagens das bombas de calor estão associadas à ocorrência de baixas temperaturas exteriores, pela dificuldade de captação de calor necessário para o aquecimento e arrefecimento do interior da habitação. Por vezes, torna-se assim necessário recorrer a equipamentos de resistência elétrica de apoio (ADENE, 2012b).

Bomba de calor geotérmica

A elevada inércia térmica, do nosso planeta, possibilita a acumulação de energia solar sob a forma térmica, revelando uma grande quantidade de energia disponível para o aproveitamento na satisfação de necessidades de aquecimento residencial. Neste sentido, surgiram as bombas de calor com aproveitamento de energia geotérmica, que proporcionam aquecimento e arrefecimento e, ainda, AQS como alternativas. No Inverno, a energia disponível é libertada para o alojamento, através de uma bomba de calor, sendo que, no Verão ocorre o processo inverso, verificando-se a transferência do calor da habitação para o solo, arrefecendo-a (EnerBuilding, 2008).

A captação de energia, para estas bombas de calor, é feita através de circuitos de tubagens enterradas no subsolo, por onde circula o fluido de transferência (água ou um aditivo anti -

congelante) e por uma bomba de calor instalada ao nível do solo. A bomba de calor é constituída por um evaporador, um compressor e um condensador, sendo que estes possibilitam a transferência do calor para o interior da habitação e o, conseqüente, aquecimento desta (Which, 2013).

Quanto maior for o gradiente entre a temperatura do fluido térmico e a temperatura do meio exterior, maior será a eficiência de um sistema de bomba de calor geotérmica, sendo esta eficiência medida pelo COP (EnerBuilding, 2008).

As bombas de calor geotérmicas, apesar da sua elevada eficiência, são pouco explorados em Portugal, sendo um das razões o elevado investimento envolvido, pois necessitam de obras que podem ser bastante complicadas e onerosas. Também podem ser levantados problemas de permissão para a escavação necessária neste tipo de sistemas, sendo assim mais adequadas para novas construções, pois já vêm integrados na fase do processo de construção. Outra desvantagem é que estas bombas não são totalmente consideradas de carbono zero, na medida em que o seu funcionamento requer eletricidade. No entanto, as bombas de calor geotérmicas apresentam vantagens a nível de eficiência energética e redução da pegada de carbono, na medida em que é utilizado um combustível de origem renovável (Which, 2013).

A forma de instalação das bombas de calor geotérmicas encontra-se indicada na Figura 2.19.

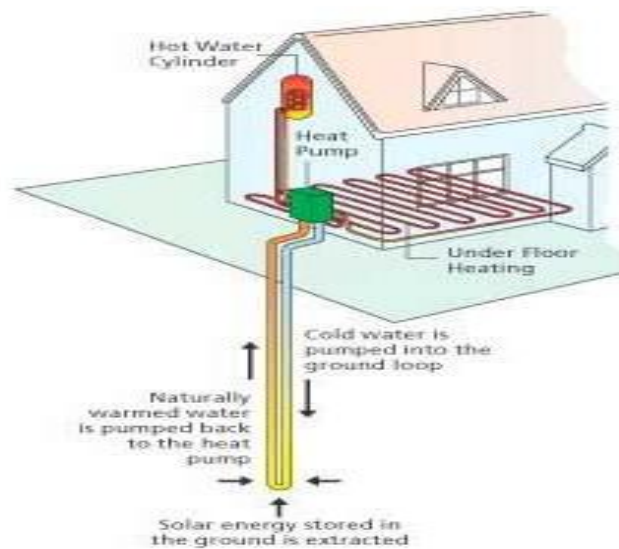


Figura 2.19: Instalação de bombas de calor geotérmicas (Which, 2013)

o Ventiloconvetores

Estes são sistemas terminais que funcionam tanto para o aquecimento como também para o arrefecimento, dependendo das necessidades de climatização e do aparelho gerador de calor utilizado. Funcionam com água a temperaturas mais baixas do que a maioria dos radiadores, pelo que apresentam um consumo energético mais reduzido (Silva, 2011).

Os ventiloconvetores têm a capacidade de serem desativados nas divisões desocupadas e apresentam uma eficiência energética elevada, pois trabalha a temperaturas baixas, podendo conciliar-se com bombas de calor ou coletores solares. As desvantagens conhecidas são a elevada frequência de manutenção necessária, pois quando estes sistemas trabalham em arrefecimento, estes atingem temperaturas muito baixas, o que pode dar origem à propagação de bactérias e mau cheiro. Este é um problema que pode ser remediado através da aquisição de um sistema de ventilação (Silva, 2011).

A Figura 2.20 apresenta um exemplo de um ventiloconvetor.



Figura 2.20: Ventiloconvetor (ENAT, 2013)

○ **Radiadores**

Os radiadores são as unidades terminais mais comuns e mais utilizadas, funcionando apenas para o aquecimento da habitação. Funcionam por convecção natural, por via da troca de energia entre o ar ambiente e a água quente que neles circula, encontrando-se a uma temperatura mais elevada do que a do ar circundante (Silva, 2011).

Os radiadores (Figura 2.21) são formados por elementos ligados entre si, que devem ser determinados consoante a divisão a climatizar e a sua necessidade de aquecimento (Marques, 2010).



Figura 2.21: Radiador (ENAT, 2013)

○ **Piso radiante hidráulico**

Este tipo de climatização consiste na instalação de uma rede de tubagens, por baixo do pavimento da habitação, ligada ao sistema de aquecimento central. Deste modo, ocorre a distribuição da temperatura uniformemente para cada divisão pretendida a temperaturas baixas, sendo a temperatura máxima recomendada de 40°C (Chama, 2012).

O piso radiante hidráulico (Figura 2.22) oferece grande conforto térmico, proporcionando a distribuição de temperatura muito próxima da considerada ideal e apresenta uma elevada poupança energética, devido às baixas temperaturas em que funciona, que levam a menores perdas energéticas e de calor. Estima-se que, em comparação com outros sistemas de climatização, para o mesmo nível de conforto pode-se chegar a uma poupança energética de 20% (Peixoto, 2010). Estas constituem as principais vantagens que este tipo de sistema possui, no entanto, existem outras vantagens associadas. É um sistema que não “seca o ar” e não produz poeiras ou gases, conservando assim a qualidade do ar interior da habitação, além de o seu funcionamento ser silencioso (Silva, 2011). O facto de ser um sistema instalado por baixo do pavimento, possibilita uma maior liberdade de decoração e maior espaço habitável, na medida em que é um “aquecimento invisível”, para além de constituir um equipamento seguro, pois não proporciona queimaduras ou qualquer outro tipo de choques (Peixoto, 2010).

Em relação às desvantagens associadas ao piso radiante hidráulico, o elevado custo de investimento e de instalação constituem fatores desfavoráveis a este sistema. Estes são sistemas pensados para habitações ainda por construir, pelo que a sua implementação para remodelações pode tornar-se uma solução demasiado dispendiosa e complexa (Peixoto, 2010).



Figura 2.22: Piso radiante hidráulico (Solius, 2012)

Aquecimento elétrico

Este tipo de aquecimento permite uma instalação sem obras, através de uma simples fixação e ligação do circuito elétrico mais apropriado ou serve para necessidades de aquecimento pontuais/complementares de outros aparelhos (Leroy Merlin, 2010). Distinguem-se, assim, os equipamentos elétricos fixos e os móveis.

O aquecimento elétrico possui vantagens para o meio ambiente, na medida em que os seus equipamentos não produzem gases de combustão, nem odores ou sujidades. A sua utilização é simples (basta ligar-se o aparelho à tomada elétrica), é ideal para divisões pequenas e existe uma grande variedade de modelos (fixos, móveis ou com rodas). Tem desvantagens como o custo muito elevado de consumo energético, quando não existe a utilização de programadores e a presença de saturação do ar que pode ser colmatado com a utilização de purificadores de ar, humificadores ou desumidificadores (Leroy Merlin, 2010).

Nesta categoria podem encontrar-se equipamentos como os acumuladores de calor, piso radiante, placa radiante, emissor térmico, ar condicionado, termoventilador, convetor, aquecedor a infravermelhos e aquecedor cerâmico.

○ **Acumulador de calor**

Os acumuladores de calor (Figura 2.24) são sistemas de aquecimento projetados para tirar proveito do tarifário bi-horário, pois acumulam calor durante as horas de vazio (período noturno ou fins-de-semana), para mais tarde libertá-lo lentamente e com um fluxo controlável, permitindo uma redução de custos para o consumidor (Ecocasa, 2013c). Estes equipamentos funcionam através do aquecimento de uma resistência em contacto com pedras refratárias, por efeito de joule, o que permite manter a temperatura constante, durante 24 horas (Leroy Merlin, 2010). O aquecimento obtém-se por dissipação do calor, por convecção natural, por ventilação forçada ou por radiação, armazenado em blocos de cerâmica (EDP, 2013a).

O esquema da difusão de calor, por um acumulador de calor, encontra-se na Figura 2.23.

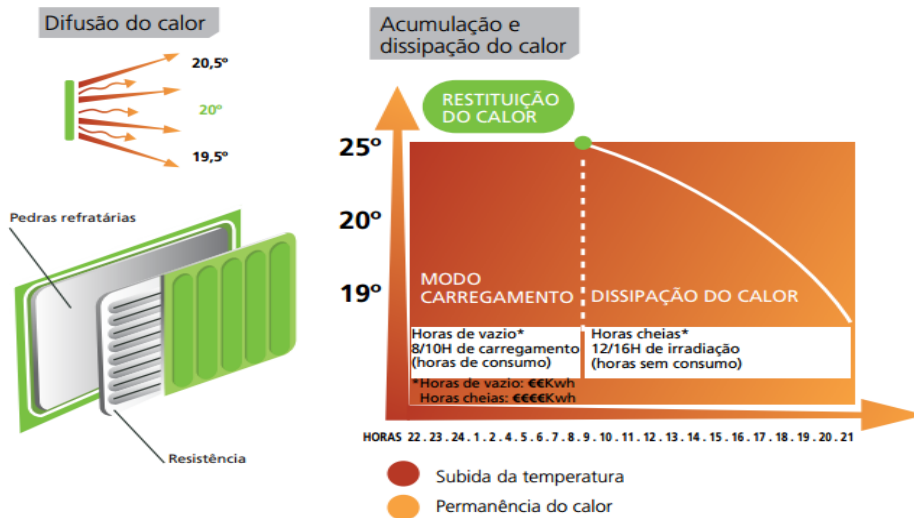


Figura 2.23: Funcionamento de um acumulador de calor (Leroy Merlin, 2010)

Podem-se distinguir acumuladores de calor estáticos e dinâmicos. Os estáticos adequam-se a habitações com poucas perdas de calor e necessidades permanentes de aquecimento ou a divisões onde não é necessário um controlo de temperatura, como os corredores, hall de entrada e cozinhas. Em contraste, os acumuladores dinâmicos permitem um maior controlo de temperatura, possuindo um ventilador que provoca o movimento constante do ar. Estes são recomendados para divisões como salas e escritórios (Ecocasa, 2013c). Os acumuladores de calor dinâmicos dispõem de uma maior capacidade de retenção de calor do que os acumuladores de calor estáticos, pelo que a sua instalação é mais aconselhável para situações onde se deseje mais regulação de temperatura e rápida restituição do calor, depois de desligado o aparelho (AMESEIXAL, 2013).

Estes equipamentos têm como desvantagem a limitação da recarga ao período de vazio, ou seja, não é possível uma adaptação do aparelho às diferentes condições de cada dia, pelo pode ocorrer excedentes de calor, tal como insuficiência de calor (ADENE, 2012b). As vantagens associadas relacionam-se com a possibilidade de diminuição de custos por kWh de eletricidade, permitida pela utilização da tarifa bi-horária e o uso permanente permitido.



Figura 2.24: Acumulador de calor (Leroy Merlin, 2010)

○ **Piso radiante elétrico**

O aquecimento por piso radiante proporciona grande conforto térmico à habitação, a partir de uma temperatura uniforme e ótima distribuição de calor, que provoca uma sensação de bem-estar. A temperatura do pavimento pode ser controlada através de um termóstato, sendo evitadas temperaturas muito elevadas, que poderiam proporcionar queimaduras. Este é um tipo de aquecimento discreto que oferece uma grande liberdade para a decoração do espaço a aquecer e aproveita toda a área possível, com um elevado nível de segurança para os habitantes do alojamento (Piso radiante, 2013).

Os pisos radiantes elétricos consistem na colocação de cabos elétricos no chão da divisão que se pretende aquecer e o aquecimento é feito através da passagem da corrente elétrica por um fio ou resistência pelo efeito de Joule (ADENE, 2012b).

Desta forma existem diversas vantagens associadas a este tipo de sistema de aquecimento. A utilização de pisos radiantes elétricos permite uma redução de perdas de calor nas paredes e teto (poupança de energia) e não seca ar, evidenciando uma utilização saudável. Estes sistemas não emitem fumos nem odores, não produzem ruídos e não geram correntes de ar, não havendo assim circulação de poeiras. Em relação ao piso radiante hidráulico, o piso radiante elétrico possui vantagens a nível de eficiência energética, na medida em que pode ser instalado individualmente em diferentes divisões da habitação, proporcionando um controlo individual de cada termóstato e temperaturas desejadas em cada divisão, evidenciando uma poupança energética. Também se poupa energia elétrica na medida em que um sistema de piso radiante elétrico consome menos de 0,01€/m²/h, pois só consome energia continuamente durante o período de aquecimento inicial (cerca de dez minutos). Em contrapartida, os sistemas de piso radiante hidráulico consomem energia durante muito mais tempo (aproximadamente cinco horas), pois demoram mais a atingir as temperaturas desejadas. Os custos de instalação do piso radiante elétrico são menos elevados, pois são mais simples e rápidos de instalar (três horas em contraste de três dias de instalação dos pisos radiantes hidráulicos) e não requerem manutenção, ao contrário dos sistemas hidráulicos que necessitam de uma limpeza regular de resíduos das tubagens, para que o movimento da água seja feito de forma eficiente (Warmup, 2013).

○ **Ar condicionado/Bomba de calor**

Este tipo de equipamento é constituído por uma unidade interior, uma unidade exterior e tubagem para a interligação destas. Através desta tubagem, ocorre a circulação de um líquido refrigerante que absorve a energia de uma unidade e a liberta na outra, permitindo o arrefecimento dos alojamentos ou até mesmo, o seu aquecimento (quando têm uma bomba de calor incorporada) (EDP, 2013c). Assim, funcionam da mesma forma que o ar condicionado e bomba de calor (ar-ar) enunciados no aquecimento central, mas de forma descentralizada.

O ar condicionado (Figura 2.25) pode ser encontrado no mercado em sistemas centralizados ou independentes. Em Portugal, a maioria das instalações é composta por elementos independentes, sendo raras as instalações centralizadas ou coletivas, apesar de estas constituírem soluções mais eficientes e de não alterarem a arquitetura dos edifícios (ADENE, 2012b). As unidades individuais apresentam mais inconvenientes na medida em que ocupam muito espaço, produzem ruído e a sua instalação pode ser impedida, através de regras de condomínio de prédios ou imposições urbanísticas (EnerBuilding, 2008).

Os sistemas centralizados apresentam capacidades instaladas inferiores à soma das capacidades instaladas dos sistemas individuais, tal como custos de manutenção e de instalação mais baixos, permitindo assim uma poupança energética. Sendo a sua instalação mais complicada em habitações já construídas, aconselha-se que sejam incorporados em residências novas, pois os custos tornam-se mais baixos (EnerBuilding, 2008).

Os sistemas de ar condicionado independentes não se encontram ligados a um sistema central de aquecimento e/ou arrefecimento, sendo que podem ser:

- Aparelhos de ar condicionado de instalação em janela ou monoblocos convencionais, que são compostos por uma só unidade, em que um dos lados se encontra em contacto com o ar exterior para condensação e o outro lado fornece arrefecimento direto, através de uma ventoinha. Estes aparelhos consomem mais energia do que os aparelhos do tipo *split* e costumam ser de menores dimensões que os outros tipos de aparelhos e por essa razão a sua eficácia é menor. A maioria destes aparelhos só consegue arrefecer o ambiente, sendo pouco silenciosos (EnerBuilding, 2008);

- Aparelhos mono-*split* ou com compressor incorporado (modelos mais comuns) que são compostos por duas unidades (uma interior e outra exterior) e podem permitir o arrefecimento e aquecimento de uma divisão da habitação (EnerBuilding, 2008). As unidades interiores são compostas por um evaporador (onde se realiza a evaporação do fluido refrigerante, com a conseqüente absorção de calor) e uma unidade de tratamento do ar. Nas unidades exteriores verifica-se a existência de um condensador, um ventilador do condensador e um compressor. O condensador funciona como um permutador de calor em que o fluido refrigerante cede calor ao fluido de transporte (ar ou água) do

local a aquecer e, finalmente, o compressor aumenta a pressão e temperatura do fluido refrigerante, através de uma compressão sobre este último (EDP, 2013b);

- Aparelhos multi-*split*, compostos por uma unidade para colocação no exterior e várias para o interior da habitação, o que permite ter ar condicionado em várias divisões da casa. Este tipo de equipamento também pode permitir o aquecimento da habitação.

As principais vantagens dos aparelhos de ar condicionado são a nível ambiental, na medida em que, atualmente, são utilizados fluidos refrigerantes (R-410A e R-407C) que respeitam o meio ambiente, em detrimento dos fluidos que se utilizavam anteriormente que aumentavam o efeito de estufa (fluidos R22). A nível de consumo energético, estes aparelhos permitem uma redução dos níveis de eletricidade, através da preferência pelos sistemas *inverter*, sendo que, com o controlo deste sistema é possível detetar alterações nas condições interiores e exteriores e ajustar a temperatura interior em poucos segundos. O controlo remoto é fácil de utilizar, permitindo o controlo até 5 unidades interiores, nos sistemas centralizados. Os equipamentos de ar condicionado também conciliam os aspetos estéticos e higiénicos, na medida em que as unidades interiores apresentam um *design* elegante e possuem filtros de purificação do ar, que permitem a retenção de elementos como o pó, pólen e bactérias. Outra funcionalidade possível com este tipo de sistema de climatização é a ativação do modo silencioso (Euroventil, 2013b). Em relação aos aparelhos de ar condicionado móveis, os aparelhos fixos são mais adequados para grandes áreas e possuem um nível de ruído mais reduzido (Carvalho, 2013). Como desvantagens podem ser apresentados os equipamentos que produzem um grande nível de ruído e a dificuldade de controlar a humidade, durante o Inverno (EnerBuilding, 2008).

De uma forma geral, considera-se que a vida mínima de um aparelho de ar condicionado é superior a 10 anos (Carrier, 2013).



Figura 2.25: Ar condicionado (unidade interior e unidade exterior) (AKI, 2012)

o Placa radiante

Este tipo de equipamento funciona a partir da ligação de uma placa de resistência, que transmite calor através da fachada protetora (de alumínio, gesso, vidro ou pedra natural). Funciona a infravermelhos e o calor é libertado por difusão, de forma homogénea (Leroy Merlin, 2012). Esta constitui, assim, a maior vantagem deste aparelho. Na Figura 2.26 é apresentado o esquema da difusão de calor, por uma placa radiante.

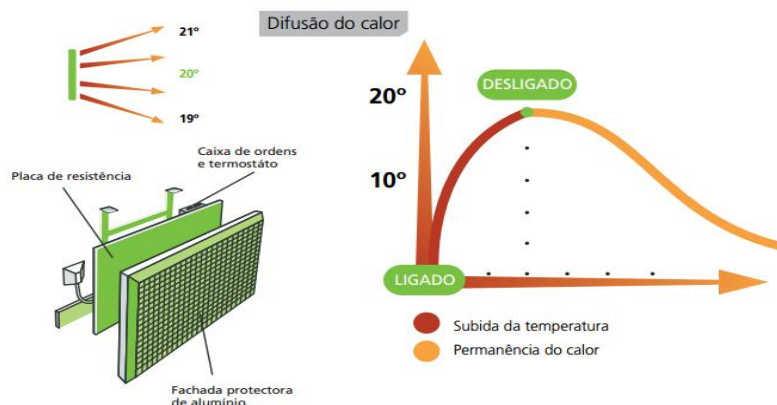


Figura 2.26: Funcionamento de uma placa radiante (Leroy Merlin, 2012)

As placas radiantes (Figura 2.27) proporcionam um aquecimento rápido, mas com conforto reduzido, devido à grande diferença de temperatura verificada entre o chão e o teto, durante o tempo de aquecimento. Quando não incluem programadores para ligar/desligar o aparelho consoante as necessidades do utilizador, o consumo de energia elétrica é elevado (Leroy Merlin, 2010). Estes aparelhos têm uma reduzida inércia, ou seja, o seu tempo de restituição do calor, depois do aparelho ser desligado é elevado (Leroy Merlin, 2012).

A sua utilização é mais adequada para quartos, cozinha e escritório, constituindo assim, uma fonte de aquecimento pontual.



Figura 2.27: Placa radiante (Leroy Merlin, 2010)

o **Emissor térmico**

São constituídos por corpos de alumínio que proporcionam a distribuição homogénea da temperatura, com uma dissipação lenta do calor, mesmo depois de ser desligado o aparelho. Assemelha-se ao calor do aquecimento central a água, obtendo assim uma inércia elevada (Leroy Merlin, 2010).

O esquema da difusão de calor, através do aquecimento da habitação com um emissor térmico, encontra-se na Figura 2.28.

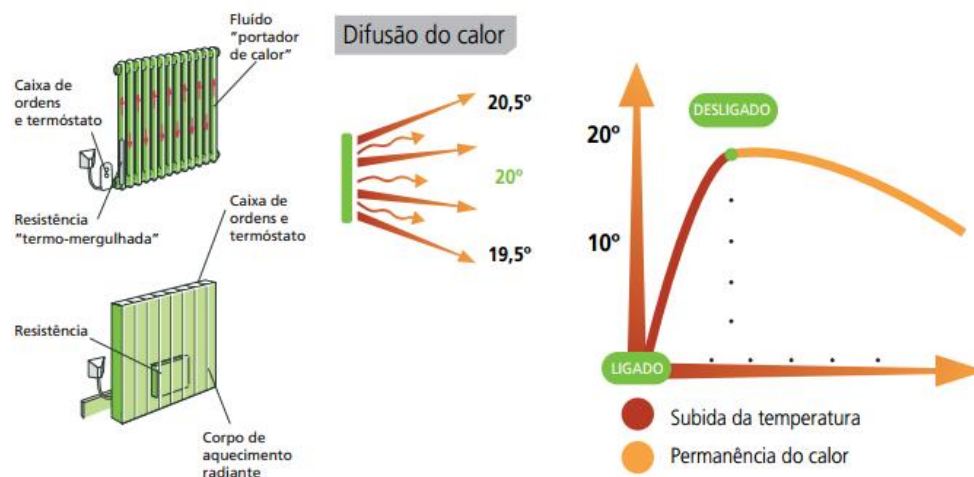


Figura 2.28: Funcionamento de um emissor térmico (Leroy Merlin, 2012)

Não necessitam de manutenção periódica e não secam muito o ar, sendo que, não é possível ser feita uma programação de ativação/desativação do aparelho e o consumo energético pode ser muito elevado (Leroy Merlin, 2010). A sua instalação baseia-se na colocação de dois pequenos suportes em cada emissor térmico e podem ser programados e regulados por um termostato manual, digital ou eletrónico. Estes aparelhos não provocam queimaduras, em caso de contacto com a pele e existem em vários tamanhos e modelos, possibilitando uma conjugação das necessidades de cada espaço com a dimensão e função pretendida do emissor (Euroventil, 2013c).

Na Figura 2.29 é apresentado um emissor térmico.



Figura 2.29: Emissor térmico (Euroventil, 2013c)

Os emissores térmicos são disponibilizados em duas categorias distintas: emissores a seco e emissores com fluido.

Os emissores térmicos secos são os emissores mais comuns e caracterizam-se pelo aquecimento efetuado através de resistências envolvidas em núcleo maciço, como cerâmica, pedra natural *steatite* e ferro fundido, que não necessitam de fluido e armazenam o calor. Este calor é restituído por inércia ou ventilação, permitindo uma dissipação lenta (Leroy Merlin, 2010). O consumo energético neste tipo de emissores é menor, em relação aos emissores a fluido, na medida em que aquecem mais rapidamente e a uma temperatura mais elevada, permitindo uma otimização da dissipação do calor (nos emissores a fluido, o líquido de aquecimento leva mais tempo a aquecer). Também se verificam vantagens a nível ambiental, pois os emissores secos facilitam a reciclagem no fim de tempo de vida útil (Vulcano, 2010).

Nos emissores a fluido, o calor também é produzido com recurso a uma resistência elétrica, que se encontra envolvida num fluido térmico de elevado rendimento, que aquece graças à resistência incorporada, circulando no interior do emissor. O fluido transporta o calor obtido e reparte-se, permitindo uma dissipação do calor, lenta e contínua (Vulcano, 2010).

Estes tipos de aparelho proporcionam um excelente conforto, preservação da qualidade do ar, não fazem ruído, possuem um sistema de bloqueio de segurança muito eficiente e são muito fáceis de montar, sem ser necessário recorrer a obras na habitação. São ideais para o uso permanente nas salas de estar e quartos (Leroy Merlin, 2012).

- o **Termoventilador, aquecedor a infravermelhos e aquecedor cerâmico**

Este tipo de aparelho permite um aquecimento muito rápido, mas instantâneo, sendo aparelhos muito eficientes, mas que podem consumir muita energia, o que justifica a sua utilização preferencialmente, pontual. São os equipamentos que menores níveis de conforto proporcionam e são considerados complementos de aquecimento (Leroy Merlin, 2010). Na Figura 2.30 são apresentados um exemplo de um termoventilador fixo, um aquecedor a infravermelhos e um aquecedor cerâmico.



Figura 2.30: Termoventilador fixo (Leroy Merlin, 2010), aquecedor a infravermelhos e aquecedor cerâmico (AKI, 2012)

Os termoventiladores constituem uma das formas mais rápidas de aquecimento e possuem uma ventilação forçada, com uma resistência de aquecimento e uma ventoinha que empurra o ar para a divisão pretendida (AKI, 2012).

Os aquecedores a infravermelhos funcionam a partir da transferência de energia térmica sob a forma de ondas eletromagnéticas, sendo que, os raios infravermelhos são uma forma natural de radiação, que representa 50% dos raios solares. Possuem raras características de aquecimento localizado e imediato, o que evita perdas de energia durante o período de aquecimento (InfraredHeaters, 2013).

Os aquecedores cerâmicos são mais eficientes do que os termoventiladores e aquecedores a infravermelhos, na medida em que aquecem mais depressa, devido à existência de uma turbina que aquece o ar. Funcionam a partir de uma placa cerâmica onde se encontra uma resistência elétrica e um ventilador, que empurra o ar quente para fora do aparelho, de forma bastante eficiente. As principais vantagens são que são equipamentos compactos, facilmente transportáveis e muito silenciosos, sendo que, podem dispor de um comando com função de temporizador (AKI, 2012).

o **Convetor**

O funcionamento de um convetor consiste na aspiração do ar da divisão, a partir da sua parte inferior, sendo este aquecido pela resistência elétrica e projetado pela parte superior do aparelho. A resistência elétrica permite o aquecimento gradual do ar, pois quando este arrefece, volta a ser aspirado pelo convetor e novamente aquecido, permitindo um processo contínuo que funciona como uma convecção natural (Leroy Merlin, 2012).

O esquema da difusão de calor, através do aquecimento da habitação com um convetor, encontra-se na Figura 2.31.

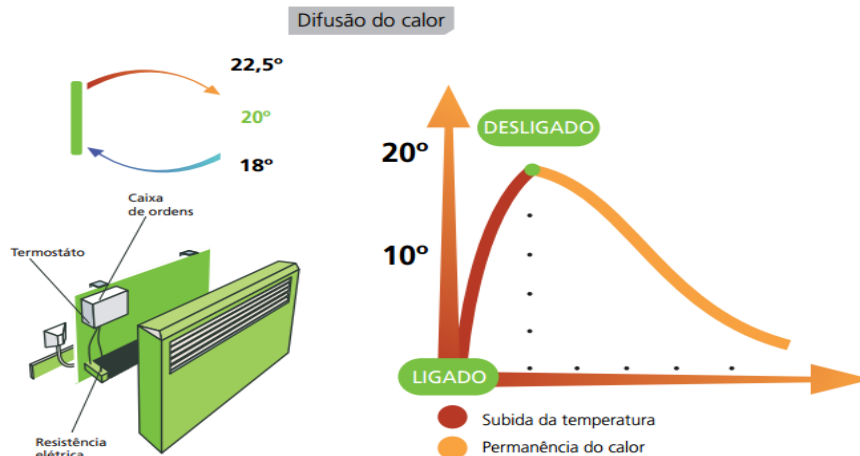


Figura 2.31: Funcionamento de um convetor (Leroy Merlin, 2012)

Este tipo de equipamento é habitual em divisões pequenas e para uso pontual, sendo que o seu nível de ruído é elevado, daí a sua não utilização por períodos longos. Existem convetores que se acompanham por uma ventoinha, que permite que o ar aquecido se misture com o ar ambiente da divisão em causa, o que proporciona um aquecimento muito mais eficiente e rápido.

Apesar do seu rápido aquecimento, este aparelho “seca o ar” e não possui grandes níveis de conforto, pois existe uma repartição heterogénea da temperatura do chão e do teto da divisão aquecida. Além disso, os seus níveis de consumo energético podem ser elevados (Leroy Merlin, 2010). Na Figura 2.32 é mostrado um exemplo de um convetor fixo.



Figura 2.32: Convetor (Leroy Merlin, 2010)

Aquecimento com recurso direto a Fontes de Energias Renováveis

Estas fontes são inesgotáveis, pelo que se renovam de forma natural e caracterizam-se por terem um impacto ambiental nulo em emissões de GEE. Numa habitação estas energias podem ser aproveitadas, através da utilização de um equipamento capaz de as transformar em energia útil (ADENE, 2012b).

A utilização de energias renováveis é o segundo passo a dar para responder às necessidades energéticas de uma residência sustentável (Ascenso, 2013). As fontes de energia renováveis existentes no mercado são a biomassa, os coletores solares e a bomba de calor geotérmica (ADENE, 2012b).

Biomassa

Segundo a Diretiva 2001/77/EC, biomassa é uma fração biodegradável de produtos e resíduos de agricultura, floresta e indústrias conexas, tal como de resíduos industriais e urbanos.

A utilização de biomassa para o aquecimento do ambiente residencial motivou o aparecimento de diversos tipos de equipamentos modernos, eficientes e versáteis, que podem funcionar a lenha ou a *pellets*.

O aquecimento a lenha proporciona a distribuição do calor de forma uniforme, com fraca emissão de dióxido de carbono (CO₂), tornando-se uma solução de combustão ecológica, na medida em que são utilizadas fontes de energia natural. Este tipo de fonte é ideal para aquecer uma divisão ampla, durante muito tempo (forte potência), conseguindo uma propagação duradoura do calor, com eficácia e boa *performance*. Como limitações podem surgir problemas com cheiros, fumos e emissão de gases tóxicos e CO₂, tal como a necessidade de instalar um detetor de monóxido de carbono, possuir equipamento de segurança contra incêndios e escolher um local arejado e aberto para a instalação do aparelho (Leroy Merlin, 2010).

Atualmente, a utilização de equipamentos a biomassa permitem uma poupança de 10% em relação aos combustíveis fósseis, podendo esta poupança aumentar, dependendo do tipo de biomassa utilizada, localização do alojamento e tipo de combustível fóssil que se pretende substituir (ADENE, 2012b).

Neste tipo de equipamentos é importante ter em conta a localização e providenciar um dimensionamento feito por um técnico especializado, de forma a obter a máxima eficiência energética do aparelho. A nível nacional, o PNAEE promove incentivos à instalação de recuperadores de calor, em substituição das lareiras convencionais (Construção Sustentável, 2012).

Nesta categoria podem encontrar-se equipamentos como as salamandras, os recuperadores de calor e as lareiras metálicas.

○ **Salamandras**

Funcionam como principal equipamento de aquecimento, proporcionando a distribuição do calor de forma uniforme e com grande rendimento, visto que o calor aquece rapidamente as divisões pretendidas. Existe uma grande variedade de modelos deste equipamento, com um aproveitamento do calor até 75%. São de muito fácil instalação, pois não necessitam de obras, mas requerem uma saída de fumos (Leroy Merlin, 2012).

As salamandras podem ser equipamentos em aço, aço com interior refratário ou ferro fundido.

As salamandras em aço são mais leves que as de ferro fundido e aquecem rapidamente o espaço pretendido. Podem ser de aço com interior refratário (vermiculite, tijolo refratário) e atingir temperaturas elevadas, pois o material utilizado é mais eficiente na acumulação e emissão de calor. Geram uma combustão mais limpa e têm valores de investimento mais acessíveis do que os outros tipos de salamandras existentes (Leroy Merlin, 2012).

As salamandras em ferro fundido são muito resistentes e são consideradas mais eficientes na acumulação e emissão de calor, na medida em que o seu material é mais resistente do que o aço (Leroy Merlin, 2012).

As salamandras podem ainda ter como fonte de energia, os *pellets*.

As salamandras com *pellets* não necessitam de obras na sua instalação, sendo a sua estrutura de aço. Dispõem de um reservatório para guardar o combustível que funciona de acordo com uma regulação definida e aproveitam até 90% do calor formado, proporcionando um elevado nível de conforto e fácil armazenamento. A sua fonte de energia constitui uma solução ecológica, formada por pequenos cilindros de aglomerado composto por resíduos provenientes de trabalhos de limpeza florestal e indústria madeireira triturados. Podem aproveitar as cinzas resultantes para fertilizantes de jardins, pois é um combustível puro (Leroy Merlin, 2012). Uma vez que as florestas se regeneram e que não é necessário abater árvores para produzir pellets, esta é uma fonte de energia “amiga do ambiente”, pois resultam da limpeza das florestas e dos desperdícios das indústrias madeireiras (Solzaima, 2013).

Na Figura 2.33 são apresentados modelos de salamandras, tal como a fonte de energia, *pellets*.



Figura 2.33: Salamandras em aço, aço com interior refratário, ferro fundido, pellets e fonte de energia pellets, respetivamente (Leroy Merlin, 2012)

○ Lareiras

As lareiras são constituídas, principalmente, por uma fornalha, uma câmara de fumo e uma chaminé. A fornalha compõe-se por uma boca (abertura da lareira para o meio ambiente) e as suas costas proporcionam o movimento das ondas de calor para a divisão pretendida. Acima da fornalha é encontrada a câmara de fumo, que tem como objetivo encaminhar os gases de combustão para a chaminé, impedindo o ar frio de incidir sobre o fogo. Em relação à chaminé, esta deve possuir uma dimensão adequada, não sendo demasiado grande, para que os gases não arrefeçam a meio caminho, nem deve ser demasiado estreita, para que não se chegue a velocidades elevadas de exaustão (Euroventil, 2013d).

Segundo a Euroventil, é recomendado que seja colocada uma grelha de ventilação, numa parede exterior, perto da lareira, para que seja fornecido o ar necessário para a divisão a aquecer e se evite que o oxigénio se esgote, evitando o retorno de fumos (Euroventil, 2013d).

As lareiras podem distinguir-se por lareiras abertas ou fechadas.

As lareiras abertas (chamadas tradicionais) proporcionam um ambiente ameno com baixa eficiência calorífica, pois grande parte do calor é perdida pelas condutas de evacuação de fumos (chaminé), sendo apenas 20% do calor aproveitado (AKI, 2012). Este tipo de lareiras tem problemas de segurança associados à situação de queima não confinada nem controlada e só aquecem a divisão mais próxima da lareira. Assim, a utilização de recuperadores de calor em lareiras tradicionais aumenta a eficiência calorífica e proporciona maior aproveitamento do calor formado, sendo estas consideradas as lareiras fechadas (Leroy Merlin, 2010).

Na Figura 2.34 é apresentada uma lareira metálica.



Figura 2.34: Lareira metálica (Leroy Merlin, 2010)

- **Recuperadores de calor**

Foram desenvolvidos para eliminar as limitações e inconvenientes das lareiras convencionais, como a existência de fagulhas e cinzas, a necessidade de uma vigilância constante, o contacto directo com o fogo e a ocorrência de combustões incontroláveis. Assim, a sua aplicação numa lareira permite um melhor controlo da queima da fonte de energia e maior aproveitamento da energia que é fornecida. Estes são equipamentos com uma grande poupança energética, na medida em que recuperam mais de 70% da energia que pode ser desperdiçada pela chaminé. Aquecem grandes divisões da residência, através de chamas suaves e controladas, que podem queimar durante a noite e deixar brasas suficientes para que no dia seguinte, estas ainda consigam ser aproveitadas (Euroventil, 2013f).

Os recuperadores de calor (Figura 2.35) podem ser não ventilados ou de obra e ventilados ou de encastrar.

Os recuperadores de calor não ventilados ou obra aproveitam até 80% do calor que é gerado, podendo ser de diferentes materiais, de aço ou de ferro fundido. A sua instalação requer revestimentos novos, sendo que, o seu funcionamento consiste na entrada do ar frio pelas grades inferiores dos aparelhos, no seu aquecimento e na sua saída pelos orifícios superiores e grades da chaminé. Para uma melhor circulação e aproveitamento do ar quente, existe a possibilidade de colocação de grelhas de descompressão (Leroy Merlin, 2010).

Os recuperadores de calor não ventilados em ferro fundido são mais eficientes na acumulação e emissão de calor, pois este material é mais resistente do que o aço (Leroy Merlin, 2012).

Os recuperadores de calor ventilados ou de encastrar também podem distinguir pelo material de aço ou em ferro fundido. Aproveitam até 70% do calor formado e a sua instalação pode ser revestimentos novos, tal como em construções já existentes. Neste último caso é necessário ter-se em conta as medidas do equipamento anterior e também é importante existir uma ligação à antiga saída de fumos. A grande vantagem destes recuperadores é a possibilidade de aquecimento de outras divisões da habitação, através de um sistema de saída de ar, no entanto, é necessária uma instalação prévia de condutas para este efeito (Leroy Merlin, 2010).



Figura 2.35: Recuperadores de calor não ventilados em aço e em ferro fundido e ventilados em aço e em ferro fundido, respetivamente (Leroy Merlin, 2012)

Coletores solares

A energia solar é o recurso energético mais abundante que Portugal dispõe. Numa altura em que o nosso país se encontra em crise económica importa fazer escolhas tanto para o presente como para o futuro, desenvolvendo e gerando valor, interno e para exportação de tecnologia e equipamentos. Neste sentido, a energia solar pode ser entendida como “uma solução para a energia em Portugal”, mas também como “parte de uma solução para a economia em Portugal”. Assim, uma aposta nos equipamentos solares poderia atenuar a austeridade e refletir um crescimento do país (O aproveitamento da energia solar em Portugal, 2012).

Portugal é o país europeu com maior tempo de exposição solar, sendo a sua média anual superior a 8h/dia, recebendo cerca de 1000W/m^2 . É neste sentido que se verifica a importância do aproveitamento da energia solar, no nosso país (Euroventil, 2013e).

Os coletores solares são sistemas que captam a energia do Sol e têm como objetivo convertê-la em energia térmica, sendo constituídos por um painel (recebe a luz solar), um permutador (onde circula o fluido de aquecimento) e um depósito (onde se armazena a água quente). Este tipo de sistema tem como principal funcionalidade a produção de águas quentes sanitárias a baixas temperaturas (entre 50°C a 90°C) (EnerBuilding, 2008). Um sistema corretamente dimensionado e com manutenção e limpezas regulares permitem satisfazer cerca de 60 a 80% das necessidades de água quente de uma habitação, sendo o restante garantido por um sistema de apoio (EDP, 2013f).

Este tipo de sistema solar pode ser encontrado, para o uso doméstico, em forma de coletores planos e concentradores parabólicos compostos (CPC). Os coletores planos são utilizados para a produção de AQS abaixo dos 60°C , enquanto, os CPC são equipamentos com maior rendimento, na medida em que podem funcionar como coletores planos e também podem ser usados para a produção de AQS a temperaturas superiores a 70°C (Ecocasa, 2013d).

A transferência do calor através dos coletores solares, para o fluido térmico pode ser realizada através de um sistema em termossifão ou por um sistema forçado.

O sistema em termossifão é aconselhado para pequenas instalações, sendo autorregulado e não se recorrendo a sistemas mecânicos ou controlos eletrónicos para a circulação da água, no entanto, o depósito tem de ser instalado acima do coletor solar (por exemplo, no telhado da residência). Sendo o fluido quente (aquecido pelo Sol, no coletor) menos denso que o fluido frio, esse sobe do coletor para o depósito, ocorrendo uma convecção natural. A água fria vai descer, entrando novamente no coletor, de forma contínua, até que não haja radiação solar (Euroventil, 2013e). Os materiais utilizados para estas estruturas são de características leves para não sobrecarregar a cobertura da habitação, sendo que alguns destes equipamentos incluem apoio de resistência elétrica (Leroy Merlin, 2010).

O sistema forçado recorre a uma bomba para a circulação do fluido térmico, desde os coletores até ao depósito, sendo instalado quando a colocação do depósito acima dos coletores não é possível. Este tipo de sistema é mais indicado para médias e grandes instalações, sendo bastante dispendioso (Ecocasa, 2013d). Tal como no sistema em termossifão o acumulador de fluido térmico é instalado dentro da residência e os coletores solares encontram-se no exterior. A bomba funciona através da instalação de uma central eletrónica que funciona com duas sondas que permitem avaliar continuamente a temperatura dos coletores de energia e do depósito de água (Leroy Merlin, 2010).

A Figura 2.36 apresenta o esquema de funcionamento de um painel solar, com sistema em termossifão e em sistema forçado.

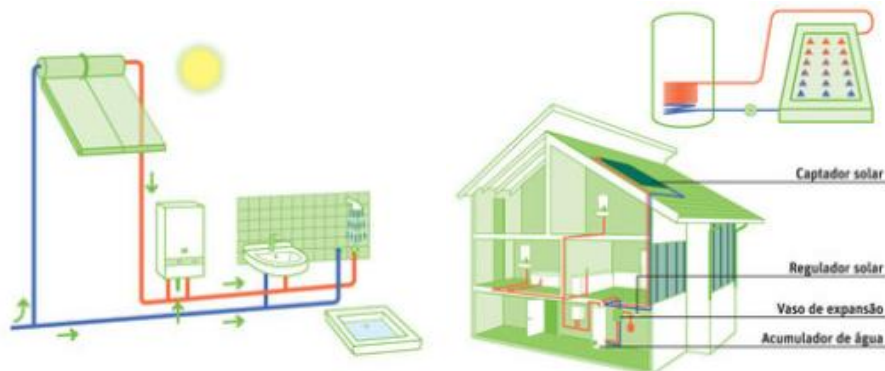


Figura 2.36: Funcionamento de um painel solar com sistema em termossifão e em sistema forçado, respetivamente (Leroy Merlin, 2010)

Desde Julho de 2006, com a introdução do novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), que se prevê um aumento da utilização da energia solar térmica em edifícios que apresentem boas condições de captação de energia solar. Nos últimos anos, esta tecnologia tem vindo a alcançar maiores níveis de fiabilidade e eficiência, apesar do pouco aproveitamento que é feito no nosso país (EnerBuilding, 2008). Para o aquecimento das águas sanitárias em edifícios licenciados depois de 1 de Julho de 2008, tornou-se obrigatória a instalação de sistemas solares térmicos, sendo de considerar o proveito deste sistema para máquinas de lavar loiça, pois atualmente já existem no mercado máquinas preparadas para receber água quente solar. Outra funcionalidade possível destes equipamentos é o seu aproveitamento no arrefecimento do ar ambiente, para sistemas de grandes potências, sendo esta também uma forma de rentabilizar a utilização desta tecnologia (Ecocasa, 2013e).

Este tipo de tecnologia requer investimentos elevados (em média, entre 500€ - 1000€/m² de coletor solar) (EnerBuilding, 2008), no entanto, segundo o Fundo de Eficiência Energética (2012), o investimento em sistemas solar térmicos permite a comparticipação de 50% das despesas totais elegíveis, até ao limite de 1500€, tal como é enumerado no Aviso para Apresentação de candidatura ao Fundo de Eficiência Energética. Neste Aviso (ADENE, 2012a) é possível constatar que:

“São elegíveis as naturezas de investimento que visem a implementação em edifícios de habitação existentes, de soluções que promovam o aumento do desempenho energético pela via da eficiência energética, suportadas por processos de auditoria e avaliação do potencial de melhoria do desempenho energético, a realizar no âmbito da certificação energética dos edifícios. As soluções indicadas devem restringir-se às áreas de energia solar térmica e da envolvente passiva, assumindo duas opções de tipologia:
a) Instalação de sistemas solares térmicos, para produção de água quente sanitária (...).”

Em 2012, verificou-se uma queda em 35% de instalação de novos coletores solares, em relação a 2011, valores equivalentes aos obtidos em 2008, antes da aplicação da Medida Solar Térmico (MST). Segundo um estudo da Apisolar, o mercado dos sistemas solares térmicos tem vindo a seguir a mesma tendência que o mercado económico e de construção, em Portugal, sendo que, 22% das vendas efetuadas diziam respeito aos coletores individuais. 69% do total de vendas destes coletores foram vendidos para residências (Cardoso, 2013).

Os coletores solares (Figura 2.37) em habitações são opções mais viáveis para o aquecimento das AQS, do que para o aquecimento do ar ambiente. Neste último caso, o investimento torna-se demasiado elevado, na medida em que a sua utilização seria para poucos meses do ano, tornando-se uma opção menos rentável (Ecocasa, 2013e).



Figura 2.37: Coletores solares (AKI, 2013c)

Aquecedor a bio – álcool

Estes aquecedores utilizam como fonte de energia, uma solução ecológica, o bio - álcool, que é produzido a partir da fermentação de restos orgânicos e açúcares de proveniência vegetal, sendo que possuem aditivos que produzem uma réplica da chama, a partir da combustão obtida pela lenha. A sua instalação não necessita de ligação à saída de fumos e este tipo de aparelho funciona a partir de uma câmara de combustão, onde se encontra o bio – álcool (Leroy Merlin, 2012).

As salamandras a bio-álcool constituem soluções com combustões limpas e eficientes e sem resíduos, pois as emissões de gases são de baixa toxicidade e a queima de álcool é perfeita e

integral. Apresentam vantagens em relação às lareiras convencionais, nomeadamente, menor custo de aquisição, menor custo de operação, custo zero de manutenção e possibilidade de movimentação dos aparelhos para diferentes divisões do alojamento (Artfire, 2013).

A Figura 2.38 mostra um modelo de uma salamandra a bio-álcool.



Figura 2.38: Salamandra a bio-álcool (Leroy Merlin, 2012)

2.5.3. Equipamentos móveis

Aquecimento elétrico

Nesta categoria podem encontrar-se equipamentos como o ar condicionado, os irradiadores a óleo, termoventiladores, termoventiladores cerâmicos, infravermelhos de chão, convetores e lareiras elétricas.

- **Ar condicionado**

Estes são aparelhos idênticos aos aparelhos a aquecimento elétrico fixo, no entanto, possuem rodas que lhes permitem uma facilidade de mobilidade e instalação, sendo vantajoso a quem não é possível instalar uma unidade no exterior da residência; necessita de climatização em duas ou mais divisões, no entanto, não o deseja na mesma altura; e a área a climatizar é pequena. Como principais desvantagens possui uma baixa eficiência energética; necessidade de manter entreabertas uma porta ou janela, pois é exigida uma saída para o exterior, para a expulsão do ar (quente ou frio); e possui um nível elevado de ruído. Estes aparelhos têm a capacidade de climatização até aos 30m² (Leroy Merlin, 2012).

Apesar de o mercado de equipamentos portáteis ser relativamente pequeno, prevê-se um crescimento, devido à retoma geral da economia mundial (Climatização, 2012).

Na Figura 2.39 é apresentado um modelo de ar condicionado portátil.



Figura 2.39: Ar condicionado portátil (AKI, 2013b)

- **Irradiadores a óleo**

Consistem num conjunto de finas secções de metal, nas quais circula um óleo, por dentro. Este óleo é aquecido por uma resistência elétrica, transmitindo o calor ao metal circundante, que por sua vez aquece o ar da habitação. Depois de ser desligado o aparelho e até o óleo arrefecer, continua a ser libertado calor, por alguns minutos, o que pode permitir uma poupança energética. Tal como as placas radiantes, o aquecimento do alojamento é rápido, no entanto, verifica-se um nível de conforto

reduzido pois este aparelho proporciona uma grande diferença entre a temperatura do chão e do teto (Leroy Merlin, 2010). Na Figura 2.40 é possível visualizar o aspeto de um modelo de irradiador a óleo.



Figura 2.40: Irradiador a óleo (Leroy Merlin, 2010)

Este tipo de equipamento proporciona uma fonte de calor segura, silenciosa, sem secar o ar, oferecendo uma combinação entre o calor por radiação e por convecção (AKI, 2012). Atualmente, os irradiadores a óleo possuem funcionalidades que permitem um maior conforto e adaptabilidade, através da existência de programadores que permitem ligar ou desligar o aparelho à hora desejada e até mesmo, aparelhos em forma de toalheiros, para a secagem de toalhas (Ecocasa, 2013c). Os irradiadores a óleo, que não possuem programadores, apresentam um consumo elétrico elevado (Leroy Merlin, 2010).

- o **Termoventiladores, infravermelhos de chão e aquecedores a halogéneo**

Tal como os termoventiladores fixos, os termoventiladores móveis aquecem rapidamente o ambiente, mas podem consumir muita eletricidade. Como não têm termóstato podem mesmo sobreaquecer, pelo que se recomenda a sua utilização por curtos períodos de tempo. É importante ter também em atenção o nível de ruído produzido (Ecocasa, 2013c). Funcionam da mesma forma que os termoventiladores fixos, ou seja, através da resistência elétrica, sendo leves e transportáveis, podendo vir ligados a um temporizador que permite ligar ou desligar o aparelho, sempre que se pretenda. Atualmente, também existem termoventiladores cerâmicos que são considerados mais resistentes e económicos, a nível energético, do que os termoventiladores convencionais.

Os infravermelhos de chão funcionam da mesma forma que os aquecedores de infravermelhos, sendo aparelhos de altas temperaturas, que proporcionam calor imediato. Não queimam o ar, não formam partículas e poeiras e são aparelhos silenciosos (Domoheat, 2013).

Os aquecedores a halogéneo são distinguidos pela utilização de elementos de halogéneo e estão equipados com um sistema automático de corte de energia em caso de acidente, tal como uma caixa externa que permanece fria ao toque. Estas características tornam este aparelho, uma fonte de calor ideal para a presença de animais ou crianças (Wiseseek, 2013).



Figura 2.41: Termoventilador, termoventilador cerâmico, infravermelho de chão e aquecedor a halogéneo, respetivamente (Leroy Merlin, 2012)

Estes três aparelhos implicam investimentos bastante acessíveis, mas podem apresentar consumos energéticos elevados, sendo leves, transportáveis e podem possuir um movimento oscilatório (exceto os termoventiladores) para uma melhor distribuição do calor, pela divisão pretendida.

- **Convetores**

Tal como acontece com os convetores fixos, estes convetores móveis (Figura 2.42) têm altas subidas de temperatura, devido à presença de uma resistência elétrica no seu interior. Não possuem qualquer tipo de ventilação e a dissipação do calor é feita de forma natural (Leroy Merlin, 2012).

Apesar de existir uma grande variedade deste tipo de aparelho, estes não são considerados energeticamente eficientes.



Figura 2.42: Convetores móveis (Leroy Merlin, 2012)

- **Lareiras elétricas**

Este tipo de equipamento apresenta uma instalação muito simples, não necessitando de obras, com exceção da necessidade de proximidade com uma tomada elétrica (AKI, 2012).

As lareiras elétricas proporcionam calor imediato, logo após a sua ligação, sendo possível a sua regulação através de um botão de ativação. Não libertam fumos, cinzas ou outras substâncias tóxicas para o meio ambiente e são consideradas seguras, na medida em que o vidro que protege a lareira não aquece, logo não provoca queimaduras. Também têm uma componente de decoração, pois existe uma grande variedade deste tipo de aparelho, o que o torna facilmente adaptável a qualquer tipo de estilo decorativo do consumidor (Leroy Merlin, 2012).

Tal como os convetores, em termos de conforto, as lareiras elétricas não permitem uma repartição homogénea da temperatura do chão ao teto e quando não possuem programação de ligação dos aparelhos, o consumo energético (elétrico) é elevado, sendo aparelhos que “secam o ar” (Leroy Merlin, 2010).

Um modelo de uma lareira elétrica é apresentado na Figura 2.43.



Figura 2.43: Lareira elétrica (AKI, 2013a)

Aquecimento móvel a parafina e a gás

Com este tipo de aquecimento o calor proporcionado difunde-se de forma homogênea e constante, tornando-se uma solução de aquecimento para grandes superfícies.

As grandes vantagens associadas são o funcionamento independente de ligações elétricas, a utilização de gás líquido, que proporciona um calor duradouro, suave e económico e uma atmosfera húmida. O rendimento com este tipo de equipamento é elevado e é assegurada uma mobilidade (em aquecedores sem condutas), que permite a colocação do aparelho em qualquer divisão da residência (Leroy Merlin, 2010).

As suas limitações encontram-se a nível da presença de cheiros, fumos, gases tóxicos e emissão de CO₂ (Leroy Merlin, 2010). Tal como para os aparelhos a aquecimento a lenha, também no aquecimento móvel a parafina e a gás, verifica-se a presença do monóxido de carbono. Este é um gás invisível, inodoro, mas muito tóxico, que se mistura facilmente no ar, podendo provocar intoxicações ou mesmo a morte, quando encontrado em elevadas quantidades (AKI, 2012). Para a prevenção destas consequências torna-se necessária a existência de um detetor de monóxido de carbono no alojamento, tal como a escolha de um local arejado e aberto. O aquecimento a parafina e a gás também exige equipamento de segurança contra incêndios e a existência de um espaço seguro para o armazenamento das reservas de energia (Leroy Merlin, 2010).

Nesta categoria podem encontrar-se equipamentos como os aquecedores a parafina e aquecedores a gás.

○ **Aquecedores a parafina**

Estes aquecedores proporcionam um aquecimento rápido da divisão, podendo aquecer superfícies até 120 m², sem a necessidade de instalação de tubos ou extratores. São seguros, programáveis, ideais para aquecimento pontual e o seu reduzido peso possibilita uma maior mobilidade (Leroy Merlin, 2012).

Existem dois tipos de tecnologia para este aquecimento: aparelhos a mecha e aparelhos eletrónicos. Os aparelhos a mecha aquecem 70% do ar por radiação e 30% por convecção, com um rendimento de 85% (AKI, 2012).

Os aparelhos eletrónicos possuem queimadores de injeção eletrónica, sendo o combustível aspirado para o reservatório devido à existência de um sistema de bombagem. Neste tipo de aparelhos a combustão é menor, permitindo uma maior segurança e *performance*, apresentando um queimador com um rendimento de 100% (AKI, 2012).

Na Figura 2.44 são apresentados exemplos de aquecedores a parafina.



Figura 2.44: Aquecedores a parafina: a mecha e eletrónico, respetivamente (Leroy Merlin, 2012)

○ **Aquecedores a gás**

Estes equipamentos são utilizados idealmente para o aquecimento pontual de grandes superfícies e podem ser encontrados em dois diferentes tipos: infravermelhos e catalíticos.

Os aquecedores a gás com sistema de infravermelhos apresentam uma combustão do butano, que proporciona uma sensação de calor rápida e direta. Estes equipamentos permitem uma difusão instantânea de calor por convecção e radiação (AKI, 2012).

Nos aquecedores a gás com sistema catalítico, o gás passa pelo catalisador e a sua combustão é feita à superfície de um painel catalítico em fibra, o que oferece uma difusão de calor mais homogênea, suave e constante, por convecção (AKI, 2012).

O que distingue estes dois aparelhos é a forma como cada um emite o calor para a habitação. No caso dos aquecedores a infravermelhos é possível obter-se uma sensação de calor mais rápida e direta. Pelo contrário, os aquecedores catalíticos oferecem maior distribuição de temperaturas, proporcionando maior homogeneidade entre o chão da casa e o teto (Galp, 2010)

Para a utilização deste tipo de aparelhos é necessário ter-se em conta um sistema de segurança, que permita interromper o funcionamento do aparelho, quando existe uma concentração excessiva de gases de combustão e/ou quando a chama se apaga de forma acidental. Também é importante escolher uma área ventilada, para a libertação dos gases (Ecocasa, 2013c). Para maiores níveis de segurança, também existem no mercado aparelhos sem chama, que para além de serem mais seguros, garantem uma melhor preservação da qualidade do ar (Leroy Merlin, 2012).

Os aquecedores a gás (Figura 2.45) são de fácil controlo de consumo energético, pois limitam-se ao conteúdo de uma garrafa de gás, tornando-se fáceis de transportar (apesar do seu peso elevado), quando acompanhados por um sistema de rodas. Aquecem as divisões por longos períodos de tempo (Leroy Merlin, 2012).



Figura 2.45: Aquecedores a gás, a infravermelhos e catalítico, respetivamente (Leroy Merlin, 2012)

2.6. Utilização de aparelhos de climatização em Portugal

Em Portugal, a busca por um maior conforto (aquecimento e arrefecimento) tem aumentado nas habitações domésticas, com uma maior procura por equipamentos que transmitam esse conforto esperado.

Segundo o Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico (2011), em 2010, a maior parte das habitações utilizaram para o seu aquecimento, o aquecedor elétrico individual, como o radiador, convetor, termo-convetor, termoventilador e radiador cerâmico. Este equipamento foi utilizado em 1,9 milhões de alojamentos, o que corresponde a 61,2% do total de alojamentos que utilizaram este aparelho e em que cada alojamento possuía 0,7 equipamentos desta categoria.

Na Figura 2.46, é apresentada a distribuição dos aparelhos de aquecimento consoante o número de alojamentos que disfrutaram do seu uso.

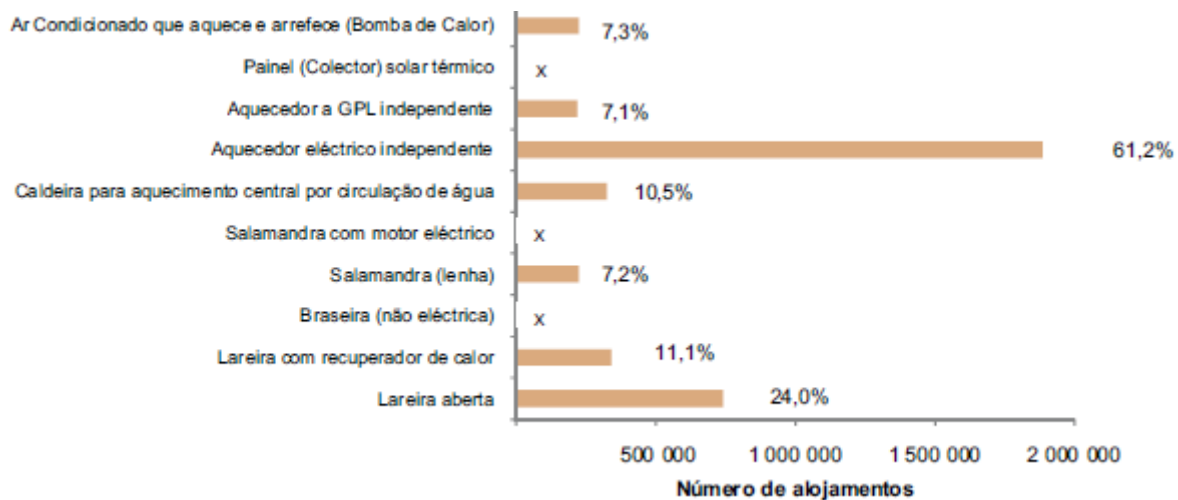


Figura 2.46: Número de alojamentos que utilizam equipamentos para aquecimento (INE/DGEG, 2011)

A seguir ao aquecedor eléctrico independente surge a lareira aberta com, aproximadamente, $\frac{1}{3}$ da utilização do aquecedor, ou seja, com 24% da utilização. As lareiras com recuperador de calor surgem de seguida com 11,1% e os equipamentos menos utilizados para o Aquecimento do Ambiente nos alojamentos, em 2010, foram a bomba de calor (7,3%), a salamandra a lenha (7,2%) e o aquecedor a GPL independente (7,1%). Em relação ao painel solar térmico, à salamandra a motor eléctrico e à braseira não eléctrica não se conseguiu obter dados para análise.

Em relação ao consumo energético para o aquecimento da habitação, por tipo de fonte de energia, as conclusões que se podem tirar são que a lenha é com 68% do total de energia, a fonte com maior consumo, tal como é visível na Figura 2.47.

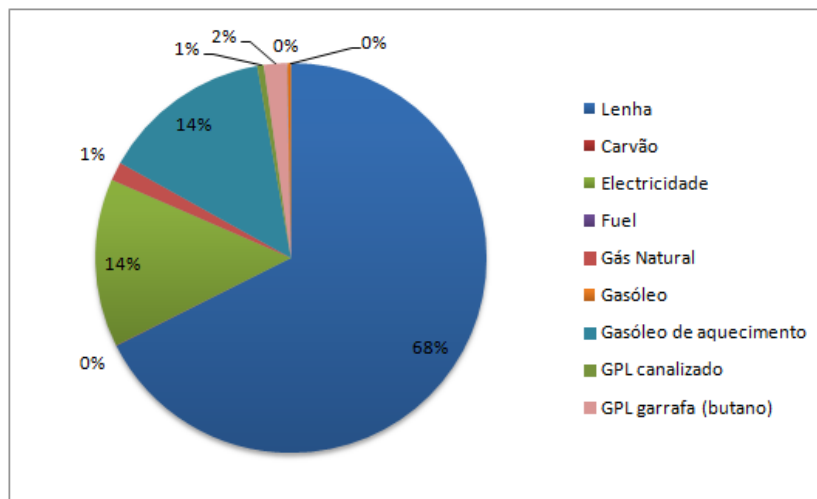


Figura 2.47: Consumo total de energia para aquecimento do ambiente (tep) nos alojamentos por tipo de fonte de energia (Adaptado de (INE, 2010b))

Como se constata, a lenha tem um papel preponderante no aquecimento do ambiente dos alojamentos, seguindo-se da eletricidade e do gasóleo de aquecimento, ambos com um consumo de 14% do total do consumo de energia para o aquecimento. O fuel e o gasóleo não foram utilizados para o aquecimento das habitações, em 2010.

No que diz respeito ao arrefecimento do ar ambiente nos alojamentos portugueses, em 2010, verificou-se que apenas 22,6% do total de alojamentos nacionais utilizaram este tipo de processo, sendo que só três aparelhos foram utilizados.

Na Figura 2.48 é mostrada a distribuição dos aparelhos de arrefecimento consoante o número de alojamentos que disfrutaram do seu uso.

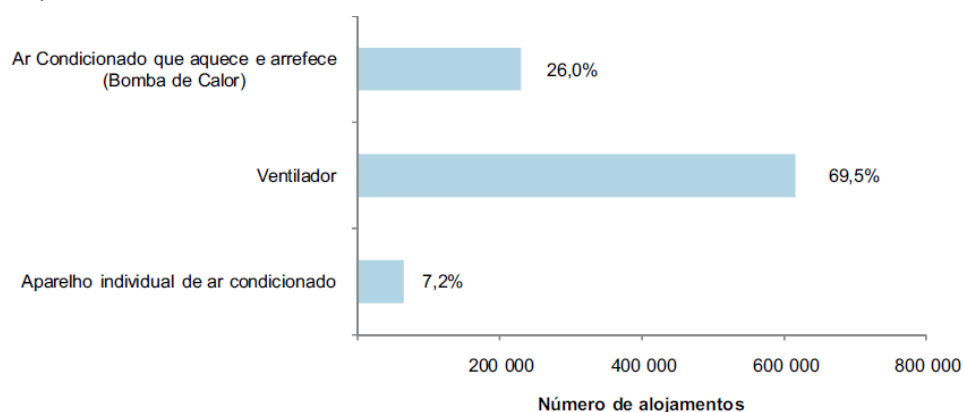


Figura 2.48: Número de alojamentos que utilizam equipamentos para arrefecimento (INE/DGEG, 2011)

O ventilador foi o equipamento com maior utilização, sendo usufruído o seu uso em 230 063 alojamentos, contabilizando 69,5% do total de alojamentos analisados no inquérito, para o arrefecimento do ambiente. Dos 756 108 equipamentos usados, apenas 19,2% possuíam termóstato.

A bomba de calor aparece como o segundo equipamento com maior utilização com 26% do total de alojamentos, sendo que a sua potência média foi de 2 236W. O aparelho individual de ar condicionado foi apenas utilizado em 7,2% dos alojamentos, sendo que neste último caso 60,9% dos equipamentos possuíam termóstato.

2.7. Apoios na área da climatização doméstica e enquadramento legislativo

Na Europa, os edifícios são responsáveis por 40% do consumo total de energia e por 36% do total de emissões de CO₂, sendo que as previsões são de um aumento destes valores. Deste modo, a racionalização da energia deve ter uma grande relevância, pautando por uma maior consciência e alterando padrões de comportamento na forma como se utilizam os edifícios. Estas mudanças não necessitam de causar desconforto, privação ou redução de consumos, mas sim promover o acesso à informação relativa à quantidade de energia consumida e desperdiçada, de forma a se poder optar por soluções mais inteligentes (Sousa, 2012).

Investir em medidas de eficiência energética em edifícios pode originar grande economia de energia e proporcionar crescimento económico, o desenvolvimento sustentável e criação de emprego. Maior uso de aparelhos e tecnologias energeticamente eficientes, combinadas com as energias renováveis, são formas eficientes de melhorar a segurança do abastecimento de energia (EPEC, 2012). Aumentar a eficiência energética dos edifícios pode ser um contributo considerável para a redução da procura de energia e das emissões de GEE.

Assim, a eficiência energética baseia-se na otimização do consumo de energia, através da sua utilização de uma forma mais racional, económica e inteligente, sem que seja necessária a renúncia ao conforto ou à qualidade de vida. O seu objetivo é evitar o desperdício energético, através da alteração de comportamentos ou hábitos dos residentes de uma habitação, implementando estratégias e medidas de combate ao desperdício, tal como a utilização de equipamentos mais eficientes e ecológicos. A importância da eficiência energética encontra-se, deste modo, na redução na fatura de energia, na melhoria do meio ambiente, na redução das emissões de GEE e na redução da dependência em combustíveis fósseis (EDP, 2012).

Desde a revolução industrial que a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera aumentou em cerca de 25%, devido às atividades humanas ligadas à combustão de energias fósseis e à desflorestação. Estes fenómenos têm vindo a trazer graves problemas para o ambiente, a nível local e regional (poluição do ar e de águas ou a modificação de ecossistemas), nos diversos sectores sócio – económicos, na saúde pública e na qualidade de vida da população mundial. Deste modo, a

utilização da energia na sua forma mais eficiente assume uma elevada importância no alcance do desenvolvimento sustentável, tornando-se urgentes e necessárias medidas para a redução das emissões de GEE, na medida em que a população e a procura de energia tem vindo a aumentar, podendo mesmo em 2050, duplicar ou triplicar (EDP, 2013e). O desenvolvimento sustentável é, assim, definido como sendo a satisfação das necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das gerações do futuro (Glandwin, et al., 1995).

Na Europa e, mais concretamente em Portugal, a maior parte da energia consumida é importada do exterior, sendo que, esta situação tem trazido problemas económicos, sociais e ambientais para o país. A nível da economia, verifica-se um aumento da fatura externa, flutuações de preços e vulnerabilidade e perda de competitividade das empresas (Ciscar, et al., 2004). Para além disso, a nível social regista-se uma redução do poder de compra e de qualidade de vida dos consumidores e a nível ambiental reflete-se a produção crescente de GEE e a poluição do ar, águas e solo (EDP, 2013d). Assim, as alternativas para este cenário são o aumento da eficiência energética no país e o aproveitamento do potencial de energias renováveis que, no nosso país, é assinalável, devido à existência de uma rede hidrográfica relativamente densa, uma elevada exposição solar média anual e de uma vasta costa marítima (EDP, 2013d). É neste sentido que Portugal encontra-se numa situação vantajosa em termos climáticos para dar início a uma nova revolução energética.

O consumo energético no sector residencial depende diretamente do rendimento disponível das famílias e de quanto cada família se dispõe a pagar para a utilização dos equipamentos que pretende adquirir. Assim, a eficiência energética relaciona-se diretamente com o rendimento disponível de cada agregado familiar, ou seja, relaciona-se com o balanço entre o que se está disposto a investir e o que se pode gastar (Ascenso, 2013). Deste modo, cada cidadão possui um papel ativo em relação às poupanças energéticas, em cada alojamento, sendo relevantes as suas necessidades, preferências e comportamentos.

A otimização do desempenho de energia de um edifício requer uma abordagem de projeto integrada de modo a minimizar os consumos energéticos, não ignorando as necessidades dos seus ocupantes. A conciliação de estratégias como a forma, localização e orientação de um edifício, a captação de energia solar com as suas características arquitetónicas e o controlo dos sistemas ativos de climatização é uma das abordagens de eficiência energética (Ascenso, 2013).

Tal como referido no capítulo 2.4, o primeiro passo para a eficiência energética é a otimização das características construtivas. No entanto, apesar de os edifícios serem criados ou reabilitados para que se consiga o máximo conforto e menor custo energético possível, o fator do conforto térmico é difícil de alcançar apenas com a utilização de soluções passivas. É neste contexto que surgem os sistemas ativos, que podem provocar vários impactes negativos sobre o meio ambiente (Ascenso, 2013). No âmbito desta dissertação vai ser abordada a legislação em vigor para a minimização destes impactes negativos e o alcance das metas relativas à eficiência energética em Portugal.

O nível de intensidade energética verificada na Europa, nos últimos anos, fortaleceu a necessidade de um plano de eficiência energética nos diferentes Estados-Membros. Apesar da melhoria recente da intensidade energética em Portugal, este continua aquém dos níveis europeus, segundo um cenário *Business as Usual*, que revelou que o país necessitaria de 15 anos para atingir o atual nível europeu, ou seja, atingir os 120tep/milhão de PIB (RCM, 2008).

Neste sentido e de forma a cumprir com as metas europeias propostas “20-20-20” foram estabelecidos os seguintes objetivos e compromissos (RCM, 2013):

“(i) 20% de redução das emissões de gases com efeito de estufa relativamente aos níveis de 1990, (ii) 20% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto e (iii) 20% de redução do consumo de energia primária relativamente à projeção do consumo para 2020 (efetuada a partir do *Baseline 2007* por aplicação do modelo *PRIMES* da Comissão Europeia), mediante um aumento da eficiência energética, foi estabelecido para Portugal, para o horizonte de 2020, um objetivo geral de redução no consumo de energia primária de 25% e um objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%. No plano da utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis, pretende -se que os objetivos definidos de, em 2020, 31% do consumo final bruto de energia e 10% da energia utilizada nos transportes provir de fontes renováveis, sejam cumpridos ao menor custo para a economia.”

O primeiro PNAEE (também designado “Portugal Eficiência 2015”) foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº80/2008 e surgiu para o período de 2008-2015, constituindo um documento com um conjunto de programas e medidas consideradas preponderantes para o alcance dos objetivos propostos para Portugal, no âmbito da Diretiva n.º 2006/32/CE. Esta diretiva, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de abril de 2006, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, identificou o seu principal objetivo como a economia em 9%, em 2016, tendo o período de 2001-2005 como referência (RCM, 2013).

Este primeiro documento abrangeu as áreas Transportes, Residencial e Serviços, Indústria e Estado e três áreas transversais - Comportamentos, Fiscalidade e Incentivos e Financiamentos - sendo estas áreas, tal como as medidas de eficiência energética a adotar, apresentadas na Figura 2.49 (RCM, 2008).

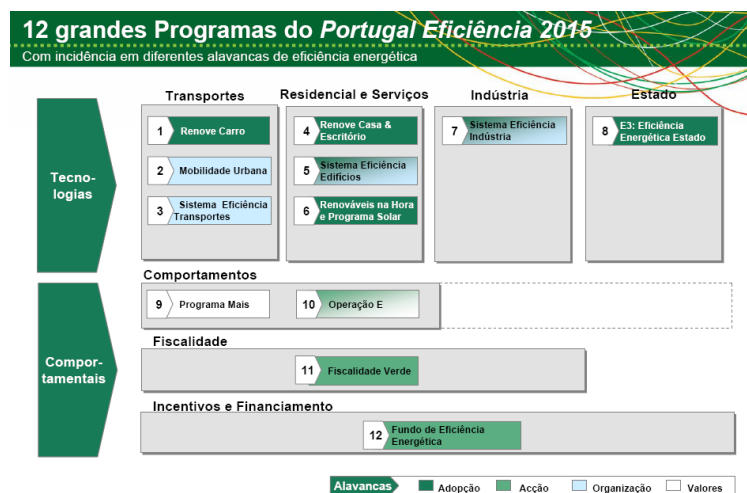


Figura 2.49: Medidas do plano "Portugal Eficiência 2015" (RCM, 2008)

Tal como a Figura 2.49 evidencia, o sector residencial e serviços integraram os programas Programa Renove a Casa, Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios e Programa Renováveis na hora.

O Programa Renove Casa teve como objetivo tornar o parque de equipamentos domésticos mais eficiente, através da sua substituição direta ou através do desincentivo à compra de equipamentos com desempenhos energeticamente inferiores. Também foram abordadas medidas de remodelação no parque de edifícios e renovação de escritório (RCM, 2008).

As medidas do Sistema de Eficiência Energética pretenderam melhorar o desempenho energético dos edifícios, através da melhoria das duas classes médias de eficiência energética com a implementação do Sistema de Certificação Energética (RCM, 2008).

Finalmente, o Programa Renováveis na Hora, que foi orientado para o aumento de introdução de energias endógenas nos sectores residencial e dos serviços, com o objetivo de promover a substituição de equipamentos de energia não renovável por equipamentos de energia renovável, nomeadamente, através da implementação de tecnologias de micro - geração e de sistemas de solar térmico (RCM, 2008).

Em resultado da implementação das medidas preconizadas no PNAEE o consumo de energia no nosso país poderia ser reduzido em 10% (RCM, 2008).

O PNAEE implicou a criação de um fundo – Fundo de Eficiência Energética (FEE) – criado com o objetivo de financiar os seus programas e medidas, encontrando-se este direcionado para fomentar a reabilitação urbana, substituição de eletrodomésticos e criação e dinamização de empresas de serviços de energia que implementassem as medidas de eficiência (RCM, 2008).

O Fundo de Eficiência Energética (FEE) foi um instrumento financeiro criado através do Decreto-Lei nº50/2010, de 20 de Maio, que pretendeu contribuir para a melhoria da eficiência energética de Portugal, de modo a alcançar as novas metas estabelecidas pelo governo na redução de 25% do consumo até 2020. Teve como objetivos financiar os programas e medidas previstas no PNAEE; incentivar e apoiar projetos de natureza tecnológica, de eficiência energética no país, nomeadamente,

na área dos transportes, no sector residencial, serviços, indústria e serviços do Estado; e promover a mudança de comportamento por parte de cidadãos e empresas, através do apoio nesta área (ADENE, 2013a).

Para o âmbito desta dissertação, importa salientar que, no sector doméstico, este instrumento permite a comparticipação de 50% das despesas, até ao máximo de 1500€, pela instalação de sistemas solares térmicos e, igualmente, comparticipação de 50% de despesas, até ao limite de 1250€, na instalação de janelas eficientes (ADENE, 2013a).

Paralelamente ao PNAEE foi estabelecido um plano de ação para as energias renováveis, pela Diretiva n.º 2009/28/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de abril de 2009, com os objetivos para as quotas de energia com fonte renovável, consumida através de utilização de eletricidade, aquecimento e arrefecimento e transportes. Assim, este plano tem como objetivo o alcance de 31% de consumo final bruto de energia e de 10% consumo de energia nos transportes, provenientes de fontes de energia renováveis, até 2020 (RCM, 2013).

Segundo a Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, com a aplicação do PNAEE e do PNAER, Portugal apresenta uma intensidade energética de energia primária muito próxima dos valores da média da UE. No entanto, no que diz respeito à intensidade energética da energia final, Portugal apresenta valores 27% superiores aos da média da UE, o que evidencia uma necessidade de se intensificar compromissos em relação ao consumo de energia final. Com base nesta premissa, foi realizada uma revisão dos planos PNAEE e PNAER, com a finalidade de integrar os dois planos, potenciar sinergias e maximizar a eficácia e eficiência no aproveitamento dos recursos existentes e necessários para o cumprimento dos objetivos assumidos por Portugal, perante as metas europeias (RCM, 2013).

Deste modo, o principal objetivo da revisão do PNAEE é o de projetar novas ações e metas para 2016, integrando as preocupações relativas à redução de energia primária para o horizonte de 2020, constantes da diretiva comunitária relativa à eficiência energética, não negligenciando o PNAER. Este último é redefinido em função do cenário atual de excesso de oferta de produção de eletricidade decorrente de uma redução da procura, de forma a adequar e a mitigar os custos inerentes, para o período de 2013-2020 (ADENE, 2013b).

A maioria das medidas do primeiro documento do PNAEE irão continuar a integrar o PNAEE 2016 no entanto, algumas medidas poderão ser ligeiramente modificadas, no que diz respeito às metas a atingir. Eventualmente, poderão deixar de existir medidas devido ao seu insucesso e poderão ser adicionadas novas medidas (RCM, 2013).

A definição da nova Estratégia de Eficiência Energética estabelece novos objetivos gerais de redução de 25% energia primária e objetivos específicos de redução de 30% de energia primária pelo Estado, até 2020 (RCM, 2013).

2.8. Sistemas de apoio à decisão (SAD)

Atualmente, uma parte significativa do consumo energético de uma habitação diz respeito aos consumos relacionados com as necessidades de climatização da mesma. Escolher o tipo de equipamento de climatização mais adequado para a residência pode tornar-se uma tarefa complicada, na medida em que existe uma grande variedade de opções disponíveis no mercado, pelo que uma decisão acertada e consciente torna-se essencial.

Uma decisão baseia-se em um processo de redução de possibilidades de ação, evocando uma relação entre esta última e a razão e fundamentando-se em interrogações sobre os comportamentos humanos (Maldonado, 2005). Assim, perante um vasto conjunto de opções é relevante adquirir e aplicar uma metodologia que apoie as pessoas na tomada de uma decisão.

A elaboração de um SAD para os equipamentos de climatização torna-se uma ferramenta essencial para uma tomada de decisão com maior poupança energética e, conseqüentemente, económica. Trata-se, deste modo, de um processo de difícil análise por parte da população portuguesa, pelo que o objetivo principal da criação deste sistema de apoio passa pela maior facilidade de escolha de um equipamento mais adequado às condições necessárias e pretendidas.

2.8.1. Definição

Um SAD é entendido como um sistema baseado em conhecimento e destinado a apoiar decisões em situações sem uma estrutura pré-definida ou parcialmente estruturadas. Este tipo de sistemas tem o propósito de estender a capacidade de tomada de decisão e tem um conjunto de características que devem ser respeitadas. Estes sistemas pretendem responder a situações de julgamento humano, que não são resolvidas de forma quantitativa e exata, ou seja, dependem de julgamentos subjetivos. Outra característica inerente é a sua facilidade de utilização e percepção, podendo ser projetados para um indivíduo ou grupos de indivíduos. Os SAD devem ser adaptáveis e flexíveis, interativos e fáceis de implementar pelos utilizadores finais, através de um acesso à informação tratada e útil para a tomada de decisão. Os sistemas de suporte a decisão oferecem o potencial de gerar maiores lucros, menores custos e melhores produtos e serviços, utilizando metodologias específicas para resolução de problemas (Ahuja, et al., 2007).

Não são as melhores técnicas utilizadas no SAD que o tornam melhor, mas sim a sua capacidade de induzir melhores decisões. Deste modo, o principal objetivo não é o de alcançar uma solução “ótima” para o utilizador, nem tomar decisões, mas sim dar o auxílio necessário ao decisor na escolha de uma alternativa que o satisfaça (Júnior, 2005).

A aplicação de um SAD baseia-se em cinco componentes: a base de dados; o modelo; a informação/conhecimento; interface gráfica; e o utilizador.

Na Figura 2.50 encontra-se esquematizada a ligação destes elementos num processo de tomada de decisão.

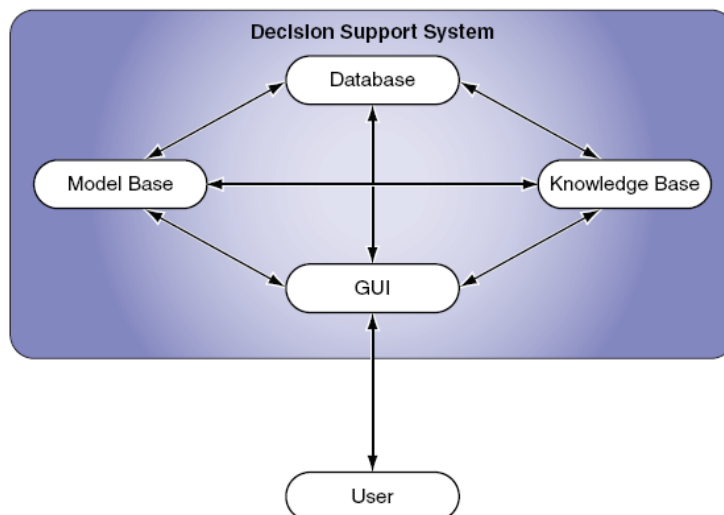


Figura 2.50: Esquema de um sistema de apoio à decisão (Ahuja, et al., 2007)

A base de dados, o modelo e as informações recolhidas armazenam e gerem os dados, os modelos quantitativos e o conhecimento organizacional, sendo que, a interface com o utilizador (“GUI”) serve para fornecer o ponto de vista do sistema visto pelo utilizador, suportando assim a comunicação e interação destes (Teaching Spreadsheet-Based Decision Support Systems with Visual Basic for Applications, 2002).

A base de dados fornece os dados que vão ser tomados em consideração para a tomada de decisão, permitindo o seu acesso aos utilizadores, tal como a sua manipulação e consulta. Os dados podem ser organizados por um sistema de informação básica (Ahuja, et al., 2007).

Em relação ao modelo dos SAD, este tem o propósito de proporcionar aos utilizadores o acesso a uma variedade de modelos e auxiliá-los no processo decisório. Pode apresentar análises estatísticas, financeiras, cálculos, gráficos ou modelos de simulação que fornecem capacidades de análises avançadas, tal como capacidade de executar a combinação de modelos (Martins, et al., 2005).

A base do conhecimento baseia-se na aquisição de conhecimentos específicos para alcançar uma solução, podendo estes ser armazenados para que o funcionamento de outras componentes do SAD

seja melhorado. Pode conter resultados de pesquisa simples para análise dos dados da base de dados (Ahuja, et al., 2007).

A interface gráfica serve para a comunicação entre o utilizador e o SAD, sendo que interage com a base de dados, modelo e base de conhecimento. É esta componente que permite ao utilizador inserir e atualizar dados, executar o modelo escolhido e observar os resultados obtidos. Esta é, assim, muito relevante na medida em que é a partir dela que é possível uma flexibilidade e facilidade de utilização do SAD (Ahuja, et al., 2007).

Finalmente, o utilizador é a pessoa que faz uso do SAD. Importa conhecer para que classe de utilizador o SAD está a ser projetado para que este consiga ser de fácil compreensão e o utilizador alcance a resposta pretendida (Ahuja, et al., 2007).

2.8.2. Sistemas de Apoio à Decisão no Excel

Nos últimos anos, a Microsoft Excel tornou-se uma das ferramentas mais utilizadas para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão (Hayrapetyan, 2013). Ao longo dos anos, o conhecimento desta ferramenta e a sua evolução permitiu que esta seja muito utilizada tanto em empresas como para a população em geral, por apresentar sofisticados recursos, ser de fácil utilização e perceção e conseguir integrar-se em outros aplicativos existentes (Miglioli, et al., 2004).

Através do Excel também é possível aceder ao *Visual Basic for Applications* (VBA), que constitui um ambiente de programação dentro do *Microsoft Office*[®]. Esta aplicação possui técnicas sofisticadas e científicas de gestão e permite uma interface simples, fácil e agradável ao utilizador, pertencendo ao Excel os cálculos e gráficos (Winston, et al., 2009).

O VBA é uma linguagem de programação que permite uma maior manipulação das funcionalidades do Excel, permitindo aos utilizadores com menor nível de conhecimento desta ferramenta serem capazes de manipular e executar aplicações de SAD (Ahuja, et al., 2007).

Este tipo de linguagem permite a implementação de modelos, por parte dos utilizadores, sem que estes se encontrem bastante familiarizados tecnicamente com ferramentas de informática, sendo uma das suas grandes vantagens, o facto de ser uma ferramenta gratuita.

O primeiro passo para a construção do SAD é o desenvolvimento da visão geral de todo o processo, tendo em conta os inputs, cálculos necessários e *outputs*. Depois é necessário tornar-se consciente dos recursos necessários para a simulação, de modo a verificar se a ferramenta, de facto, possibilita a implementação do modelo. O terceiro passo diz respeito à estrutura e construção da interface entre o utilizador e o simulador, sendo que, de seguida é importante delinear procedimentos de códigos de programação. Por fim, são delineadas as componentes do sistema, que vão recolher as hipóteses que o utilizador pode ter (Ahuja, et al., 2007).

3. Metodologia

3.1. Descrição das fases de trabalho

A metodologia do trabalho desenvolvido encontra-se centrada no seu principal objetivo, ou seja, na seleção de equipamentos de climatização ativa, com menores custos associados de fatura energética e investimento, conciliados com uma elevada eficiência energética.

Após a definição dos principais objetivos desta dissertação, foi recolhida informação de modo a desenvolver uma pesquisa bibliográfica no âmbito do tema apresentado.

A revisão bibliográfica centrou-se no consumo de energia em todo o mundo, na Europa e mais especificamente, em Portugal. Esta pesquisa foi baseada em documentos da IEA, EEA e WBCSD e a nível nacional foi recolhida informação estatística do INE ou DGEG.

Foi tida em conta informação da legislação, diretivas e documentos estratégicos que permitiram compreender a mentalidade em relação à poupança energética e consciencialização para o paradigma da energia existente na atualidade. Sendo o tema desta dissertação relacionado com o consumo energético dos equipamentos de climatização que uma família pode possuir na sua habitação, tornou-se relevante estudar o funcionamento destas e suas fontes de energia. Os catálogos da *Leroy Merlin* serviram como fonte de pesquisa para estes equipamentos, sendo possível recolher informação a nível de conforto, consumo, investimento e variedade de modelos existente.

A pesquisa bibliográfica para a eficiência energética, no sector residencial, foi baseada na utilização de equipamentos de climatização com fontes de energia renovável, sendo abordadas metodologias/comportamentos a ter no uso destes equipamentos e vantagens e desvantagens associadas. Também foi realizada uma pesquisa acerca da evolução destes equipamentos no mercado de energia e a poupança energética que pode resultar da sua utilização.

Ainda na abordagem à eficiência energética, foi obtida informação em relação à legislação nacional para as residências portuguesas, sendo que, a Resolução do Conselho de Ministros n.º20/2013 foi o documento base utilizado, sendo abordadas a revisão do primeiro PNAEE e as novas metas de redução de energia.

Na medida em que esta dissertação pretende apresentar um sistema de apoio à decisão, no que diz respeito à escolha de equipamentos de climatização, também foi realizada recolha de informação acerca desta temática. O livro "*Developing Spreadsheet-Based Decision Support Systems - Using Excel and VBA for Excel*" (Ahuja, et al., 2007) foi a principal fonte de pesquisa, servindo para explicar em que consistem estes sistemas e como podem ser desenvolvidos através da ferramenta Excel.

Perante uma recolha de dados bibliográficos e uma melhor compreensão da situação energética atual, admitiu-se que o próximo passo seria o desenvolvimento de um simulador que permitisse aos utilizadores de equipamentos de climatização fazer uma escolha mais consciente a nível ambiental e, igualmente, económico.

O simulador foi desenvolvido através da introdução de dados específicos da habitação do utilizador e das necessidades inerentes, sendo apresentadas propostas de aparelhos considerados mais adequados para as condições apresentadas. Depois do seu desenvolvimento, procedeu-se à sua caracterização, obtenção de resultados e sua discussão e, por fim, foram tiradas conclusões e apresentados possíveis desenvolvimentos futuros.

A metodologia utilizada na presente dissertação encontra-se resumida na Figura 3.1.

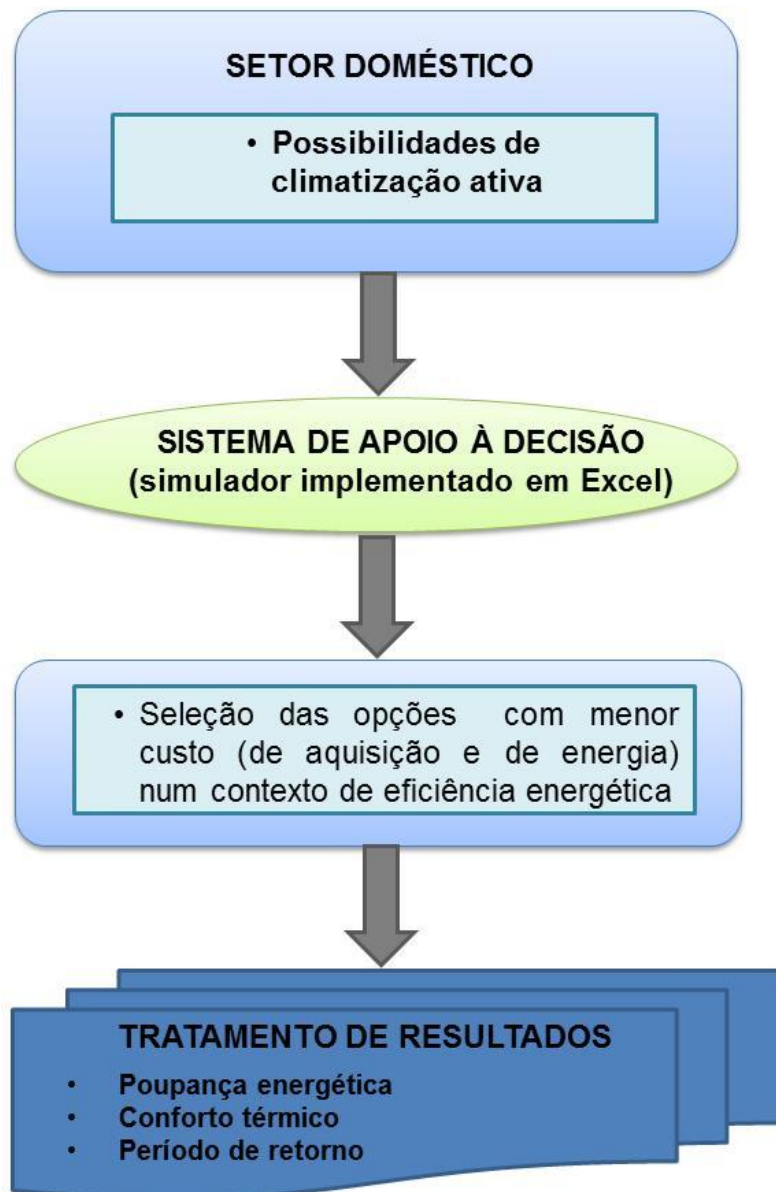


Figura 3.1: Esquema metodológico geral

3.2. Árvores de decisão

Para uma melhor compreensão da metodologia aplicada para o desenvolvimento do simulador de apoio à decisão de sistemas ativos de climatização, foram desenvolvidas duas árvores de decisão para o aquecimento e arrefecimento de uma habitação, tal como para apenas o seu aquecimento. Em primeiro lugar é apresentada a árvore de decisão para o aquecimento e arrefecimento da habitação, na Figura 3.2.

Para a realização desta árvore da decisão considerou-se que a questão vital para a apresentação de soluções viáveis seria a seguinte “É viável a instalação de ar condicionado com bomba de calor?”. Esta questão é colocada na medida em que o ar condicionado (com bomba de calor) é o aparelho que combina as duas necessidades de aquecimento e arrefecimento, pelo que saber se é possível a sua instalação, pode ou não excluir esta hipótese.

A instalação do ar condicionado fixo pode levantar algumas objeções nos utilizadores. Muitas vezes, não é permitida a colocação de equipamentos do lado exterior do edifício devido a contestações por parte dos condomínios ou mesmo por parte dos proprietários da habitação, no caso de casas arrendadas. Assim, este simulador tem em conta também estes fatores, questionando acerca da possibilidade destas instalações.

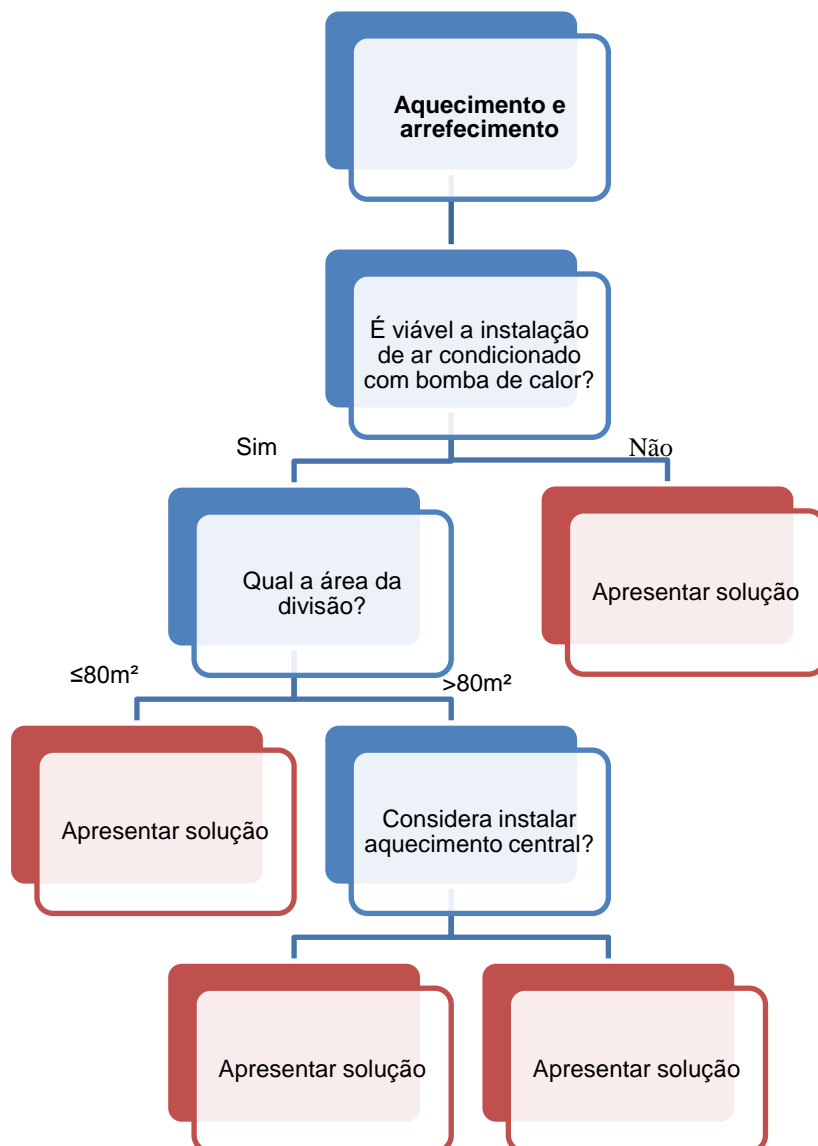


Figura 3.2: Árvore de decisão de aquecimento e arrefecimento da habitação

De seguida é apresentada a árvore de decisão para o aquecimento de uma habitação, na Figura 3.3.

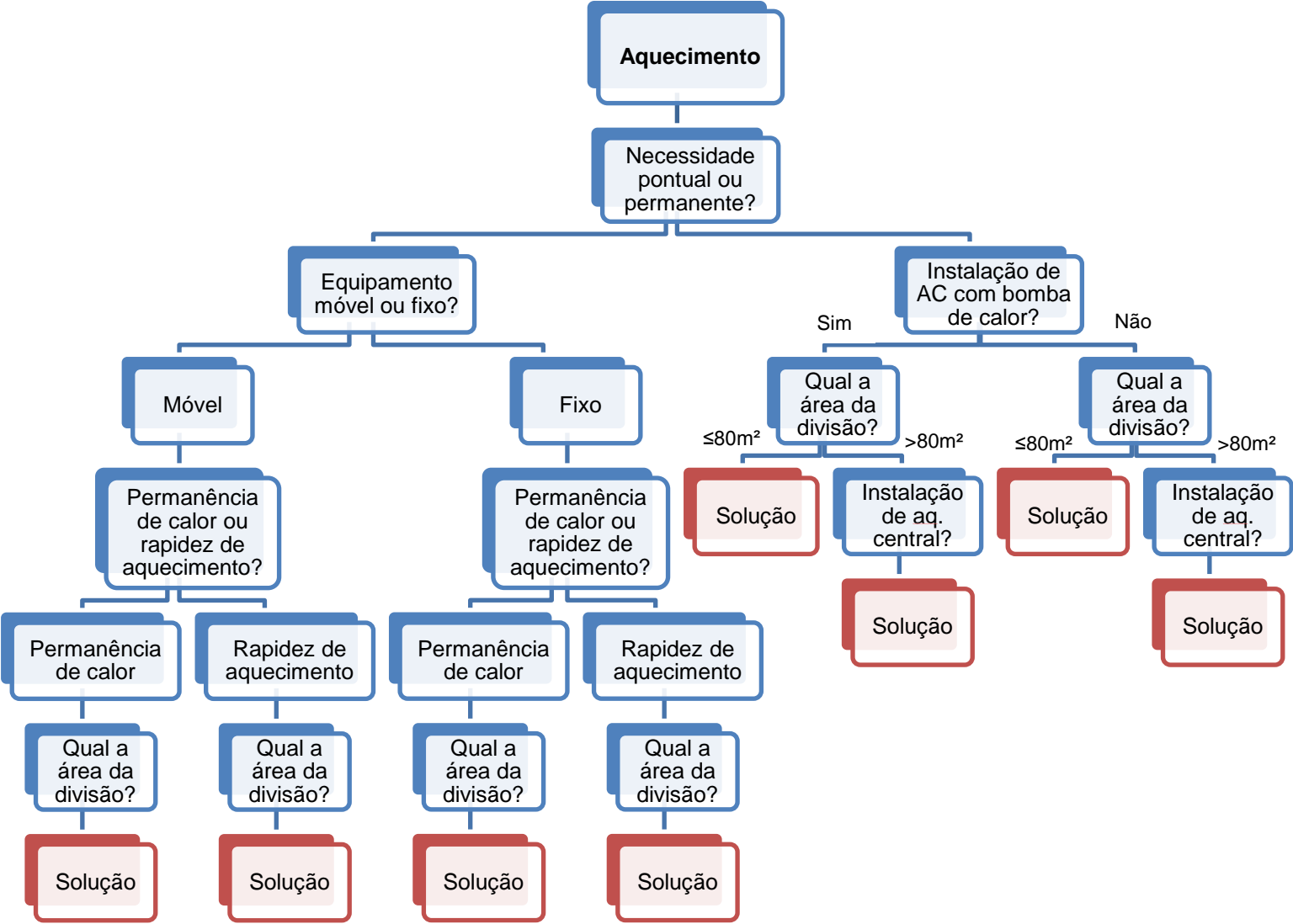


Figura 3.3: Árvore da decisão para o aquecimento de uma habitação

4. Caracterização do simulador

Este simulador foi desenvolvido em Microsoft Excel 2010 e encontra-se dividido em quatro secções:

- I. A primeira folha apresenta instruções para o preenchimento do simulador, de modo a se obter uma solução o mais fiável possível;
- II. Na segunda folha são introduzidos os dados característicos da habitação do utilizador e são colocadas questões em relação a esses dados fornecidos;
- III. A terceira folha foi desenvolvida para servir as necessidades de utilizadores que necessitem de equipamentos que conjuguem o aquecimento e o arrefecimento;
- IV. A última folha revela as melhores soluções para necessidades de aquecimento, consoante as respostas dadas às questões colocadas ao utilizador.

Para o desenvolvimento do simulador foi necessário recorrer-se ao programa Microsoft Excel 2010, sendo este escolhido pelo sistema simplificado e intuitivo que apresenta, tal como o facto de ser um *software* bastante conhecido pelos utilizadores, o que facilita o seu manuseio e compreensão. No entanto, alguns pormenores podem levar a algum conflito na sua utilização, pelo que por essa razão foi desenvolvida uma folha denominada "Instruções". Esta folha foi criada com o objetivo de dar a conhecer ao utilizador possíveis problemas que possam surgir, tal como fragilidades do programa e formas de as ultrapassar. Nesta primeira folha, as instruções apresentadas dizem respeito a todas as folhas seguintes e encontra-se representada na Figura 4.1.

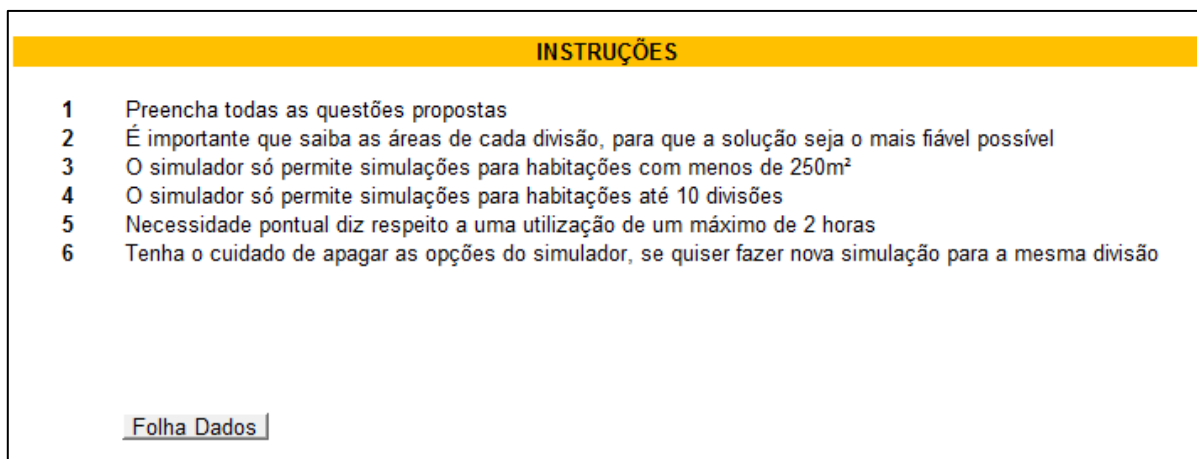


Figura 4.1:Folha "Instruções" do simulador

As instruções que são relevantes a ter em conta são as seguintes:

- ✓ Preencher todas as questões propostas, sem deixar algumas em branco. Se não forem respondidas todas as questões pretendidas, o simulador pode não apresentar uma solução;
- ✓ Tente conhecer a dimensão das divisões da sua habitação, pois só assim será dada uma solução o mais fiável possível;
- ✓ O simulador foi desenvolvido para habitações com áreas menores a 250m². Casas com áreas superiores a este valor podem ser incluídas no último intervalo de valores, no entanto, esta poderá não ser a melhor alternativa para a casa;
- ✓ A necessidade pontual diz respeito a uma utilização do aparelho, para um máximo de 2 horas (AKI, 2013a);
- ✓ Para novas simulações, numa mesma divisão, é importante apagar os dados colocados anteriormente.

No próximo subcapítulo são apresentadas as informações dos tipos de energia utilizados na habitação por parte do utilizador, para que a solução final devolvida possa ter em conta esses fatores.

4.1. Dados do utilizador

A segunda folha do simulador, denominada “Dados”, serve para a introdução dos dados do utilizador relativamente à sua habitação. A Figura 4.2 mostra a folha do simulador “Dados”.

Figura 4.2: Folha "Dados" do simulador

Nesta secção pretende-se conhecer os dados de consumo energético, diferenciando a eletricidade do gás. No caso da eletricidade, é importante saber o tarifário do utilizador, sendo que, este pode optar pelo tarifário simples, bi-horário ou tri-horário. Para o gás é relevante conhecer o tipo utilizado (butano, propano ou gás natural), e a sua forma de abastecimento (botija ou canalizado). Estes serão dados importantes na criação de uma proposta, para que haja o máximo de aproveitamento de recursos disponíveis e investimento mais baixo. As soluções apresentadas pelo simulador encontram-se projetadas para utilizadores que pretendam um equipamento de climatização como primeira aquisição.

Depois de conhecidas as características energéticas da residência, importa saber se o utilizador já possui algum equipamento de climatização e, em caso afirmativo, conhecer qual o equipamento. Esta informação vai ser preponderante para o conhecimento do período de retorno, quando este for aplicável.

Os equipamentos que a folha “Dados” considera são a salamandra, recuperador de calor, lareira, bomba de calor, caldeira mural a gás, ar condicionado, aparelho elétrico, aquecedor a parafina, aquecedor a gás e acumulador de calor.

Por aparelhos elétricos são considerados todos os equipamentos que possuam como fonte de energia apenas a eletricidade, no entanto, o acumulador de calor não se encontra aqui englobado, porque quando o utilizador possui tarifa bi-horária, o seu consumo energético pode ser menor, se a sua utilização for maioritariamente feita nas horas de vazio.

Após a resposta à questão da posse de equipamento de climatização, pretende-se que o utilizador distinga se quer aquecer e arrefecer a sua habitação ou apenas aquecê-la. Esta opção permite que sejam abertas as folhas “Aquecimento e arrefecimento” ou “Aquecimento” consoante a necessidade apresentada pelo utilizador.

No próximo capítulo é mostrada a estrutura da folha que apresenta a simulação da opção de aquecimento e arrefecimento da residência.

4.2. Aquecimento e arrefecimento

No caso de pretender aquecimento e arrefecimento, vão ser apresentadas as soluções de equipamentos que conjugam estas duas opções, consoante a quantidade de divisões a climatizar. Na Figura 4.3 é apresentada a folha “Aquecimento e Arrefecimento”.

Figura 4.3: Folha do simulador "Aquecimento e arrefecimento"

Nesta folha, a primeira questão colocada diz respeito à quantidade de divisões a aquecer e arrefecer. Esta questão permite que seja obtida uma solução que conjugue, o mais possível, as necessidades de todas as divisões.

Tal como foi apresentado na Figura 3.2, a pergunta crucial para a necessidade de aquecimento e arrefecimento é se “É viável a instalação de ar condicionado?”, sendo que uma resposta afirmativa ou negativa determina qual a escolha mais apropriada.

Se o utilizador não puder ou não estiver disposto a instalar ar condicionado, o simulador assume que a opção de aquecimento central também não é viável. Esta solução só é considerada para habitações com áreas superiores a 80m².

A solução apresentará os menores custos de energia, de investimento e de período de retorno (se aplicável), permitindo assim uma poupança energética. Deste modo, depois de apresentada a solução também é possível ao utilizador verificar qual o investimento associado.

No que diz respeito à relação entre área da divisão a climatizar e a potência de equipamento a escolher, recorreu-se ao catálogo de conforto da *Leroy Merlin* (2012). Este catálogo indica que a potência média útil para um sistema de aquecimento corresponde a 100W/m², no caso de divisões ocupadas.

Assim, a relação entre as potências dos equipamentos e as áreas da habitação encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Relação entre a potência útil dos equipamentos e as áreas da habitação

Potência útil (W/m ²)	Área (m ²)
2 500	25
4 000	40
6 000	60
8 000	80
12 000	120
14 000	140
18 000	180
25 000	250

Quando o utilizador pretender aquecer e arrefecer mais do que uma divisão, será necessário responder aos questionários que são apresentados para outras divisões pretendidas.

Nesta folha, é possível ainda, apagar todos os dados colocados e retornar a responder ao questionário, através do botão “Apagar”, tal como voltar à folha “Dados”, através do botão que foi criado com a denominação “Folha dados”. Estes botões foram criados a partir da utilização de macros, sendo que, através de um clique, os botões desempenham as funções pretendidas.

O subcapítulo seguinte apresenta a folha do simulador, para a opção de aquecimento da habitação.

4.3. Aquecimento

A folha seguinte do simulador, a folha “Aquecimento”, pretende apresentar ao consumidor soluções para aquecer a sua habitação, tendo em conta diversos fatores. Tal como demonstrado no capítulo 2.4. existe uma grande variedade de equipamentos de aquecimento, que têm o objetivo de preencher as necessidades de climatização, que variam de pessoa para pessoa.

Esta folha surge, no caso de o utilizador pretender apenas a opção de aquecimento da habitação, em detrimento do arrefecimento.

A Figura 4.4 apresenta a folha “Aquecimento” do simulador desenvolvido.

Em quantas divisões pretende ter aquecimento?

Não preencha esta secção

1	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>

Solução		
Quantidade de aparelhos		
Custos (€)	Investimento (€)	
	Consumo energético (€/ano)	
	Total (€/ano)	
Período de retorno (anos)		

Solução para toda a casa

Apagar

Folha Dados

Figura 4.4:Folha "Aquecimento" do simulador

Tal como na folha “Aquecimento e arrefecimento”, a primeira questão colocada relaciona-se com a quantidade de divisões a aquecer. De seguida, como surge na Figura 3.3, é questionada a necessidade de aquecimento do utilizador, se pontual ou permanente.

Para necessidades pontuais, procede-se a questão se existe a preferência por um equipamento móvel ou fixo. Pode-se ainda optar por escolher a opção “indiferente”, sendo que, nesta última situação o simulador apresenta a melhor opção independentemente de ser um equipamento móvel ou fixo.

As questões que se seguem dizem respeito à área da divisão a aquecer e à rapidez de aquecimento (subida rápida da temperatura) ou tempo de permanência de calor na habitação. Em relação aos intervalos de valores de áreas, para esta folha, foram considerados os apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Intervalos de valores de áreas

	Área (m ²)
Nível 1	<25
Nível 2	25 - 40
Nível 3	41 - 60
Nível 4	61 - 80
Nível 5	81 - 120
Nível 6	121 - 140
Nível 7	141 - 180
Nível 8	181 - 250

Para necessidades permanentes, a primeira questão colocada relaciona-se com a viabilidade de instalação de ar condicionado. Tal como na folha “Aquecimento e arrefecimento”, este tipo de equipamento revela algumas objeções por parte dos condomínios e, no caso de habitações arrendadas, por parte dos seus proprietários.

Após a resposta acerca da viabilidade do ar condicionado, segue-se a questão acerca da área da divisão. Os intervalos de valores das áreas são os mesmos apresentados para as necessidades pontuais.

Para habitações com divisões com áreas superiores aos 80m², é ainda questionada a colocação de aquecimento central. Consoante a resposta obtida é desenvolvida uma solução.

Após ser revelada a melhor solução, é também apresentado o investimento associado, tal como a quantidade de equipamentos necessários para preencher as necessidades de climatização. Este fator foi abordado, pois em determinadas situações, uma maior quantidade de equipamentos com potências baixas e com baixo investimento, tornaram-se melhores opções, em contraposição com equipamentos pré-definidos para áreas mais elevadas. No capítulo 4, são apresentadas essas soluções.

O investimento e o período de retorno foram abordados da mesma forma que na folha “Aquecimento e arrefecimento”, tal como a escolha de equipamentos.

Nesta folha do simulador também é possível apagar-se os dados para se iniciar uma nova simulação, para a mesma divisão e regressar à folha de dados, através da utilização dos botões “Apagar” e “Folha dados”.

Existem, ainda, folhas a que o utilizador não tem acesso, como as folhas do investimento e do consumo energético associados aos equipamentos de climatização. Estas folhas encontram-se caracterizadas nos próximos subcapítulos.

4.4. Investimento

A folha “Investimento” possui os preços associados aos equipamentos avaliados ao longo desta dissertação. Os valores foram obtidos através do catálogo da *Leroy Merlin* (2012) e do seu *site*.

Os valores de investimento foram encontrados através da realização de uma média de valores, pelo que o valor apresentado não diz respeito ao valor exato do equipamento.

Com esta página pretende-se obter uma hiperligação às folhas do aquecimento e arrefecimento e apenas do aquecimento, para que seja possível conhecer-se os valores de investimento associados ao equipamento que o simulador apresenta como melhor solução, em relação às necessidades de climatização da habitação.

Os valores de investimento são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Valores de investimento associados a cada equipamento de climatização

Equipamentos	Investimento (€)
*Ar condicionado com bomba de calor mono-split	835
*Ar condicionado com bomba de calor multi-split	2199
*Ar condicionado com bomba de calor multi-split 2x1	1170
Acumulador de calor	400
Aquecedor a infravermelhos	19
Aquecedor cerâmico	39
Aquecedores a gás (catalítico)	90
Aquecedores a gás (infravermelhos)	89
Aquecedores a halogéneo	60
Aquecedores a parafina (eletrónico)	199
Aquecedores a parafina (mecha)	99
Aquecimento central a gás butano/propano	1201
Aquecimento central com bomba de calor	5310
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382
Conveter fixo	51
Conveter móvel	22
Emissor térmico	325
Infravermelhos de chão	43
Irradiador a óleo	74
Lareira	796
Lareira elétrica	245
Placa radiante	97
Recuperador de calor	1006
Salamandra	921
Termoventilador fixo	44
Termoventilador (cerâmico)	61
Termoventilador móvel	35

*O investimento do ar condicionado envolve também equipamentos *inverter*

4.5. Consumo energético

As últimas folhas dizem respeito ao consumo energético, sendo que, encontram-se divididas por fontes de energia.

A folha “Eletricidade” apresenta os cálculos realizados para o consumo de energia elétrica, para necessidades pontuais e permanentes. Estes cálculos dizem respeito a todos os aparelhos apenas elétricos, sendo feita a distinção entre a tarifa simples, bi-horária e tri-horária. O consumo energético foi calculado a partir da equação 1.

$$\text{Consumo energético (kWh/dia)} = \text{Potência (kW)} \cdot \text{Horas de utilização (h)} \quad (\text{eq.1})$$

Para as necessidades pontuais, o número de horas de utilização foi considerado o valor máximo, ou seja, 2 horas por dia, enquanto, para as necessidades permanentes foram consideradas 8 horas de utilização do aparelho, por dia. Assim, considerando que a utilização foi diária, para o cálculo do consumo energético anual aplicou-se a equação 2.

$$\text{Consumo energético anual (kWh/ano)} = \text{Consumo energético (kWh)} \cdot 7 \text{ dias} \cdot \text{semanas do ano} \quad (\text{eq.2})$$

Segundo o RCCTE, em Portugal, a estação de arrefecimento dura cerca de 4 meses e a estação de aquecimento varia consoante o concelho a analisar. Deste modo, foi efetuada uma média entre os meses de aquecimento de todos os concelhos de Portugal, verificando-se um resultado de seis meses para a estação de aquecimento (DL, 2006).

Para as necessidades de aquecimento e arrefecimento foram consideradas as 40 semanas do ano (16 semanas de arrefecimento e 24 de aquecimento), enquanto, para as necessidades de somente

aquecimento considerou-se a utilização de aparelhos de aquecimento apenas durante 6 meses por ano (24 semanas).

Em relação aos preços de consumo de eletricidade aplicados, estes variam consoante a potência contratada e a tarifa que o utilizador tenha em sua casa. Deste modo, para potências contratadas inferiores ou iguais a 6,9 kVA e tarifas simples, admitiu-se o preço de 0,1405 €/kWh, sendo que, para a tarifa de bi-horário ou tri-horário, foi aplicado o preço de horas de vazio, 0,0870 €/kWh. Neste último caso, não foram considerados os preços das horas de fora de vazio ou de ponta (na tarifa tri-horária), pois admitiu-se que um utilizador que não possua tarifa simples tem o objetivo de tirar o maior partido dos preços bi-horários / tri-horários das horas de vazio e de ponta, sendo que, raramente iria fazer uso de um aparelho de climatização nestas horas.

Para potências superiores a 6,9 kVA e tarifas simples, o preço associado é de 0,1418 €/kWh e para as tarifas de bi-horário e tri-horário aplicou-se o valor de 0,0878 €/kWh (correspondente às horas de vazio) (EDP Serviço Universal, 2013).

De forma a conhecer qual a potência contratada a considerar recorreu-se à equivalência 1kW ~ 1kVA (EDP, 2009).

O preço associado a cada consumo energético foi calculado a partir da equação 3.

$$\text{Consumo energético anual (€/ano)} = \text{Consumo energético anual (kWh/ano)} \cdot \text{Preço(€/kWh)} \quad (\text{eq.3})$$

Para o cálculo do consumo energético associado às bombas de calor e ao ar condicionado (com bomba de calor) foram utilizadas as folhas “Bomba de calor” e “Ar condicionado”. Nestas folhas, foram consideradas 8 horas de utilização dos equipamentos e as potências apresentadas na Tabela 4.1, sendo depois calculado o consumo energético de acordo com a fórmula 1. No entanto, como os aparelhos considerados apresentam um rendimento mais elevado do que os aparelhos que só funcionam a eletricidade, foi necessário considerar o seu funcionamento possui uma eficiência de 400%, o que resulta em consumos energéticos mais baixos.

O consumo energético anual foi calculado segundo as equações 2 e 3.

Ao longo desta dissertação, o equipamento de ar condicionado considerado apresenta em todas as situações bomba de calor.

Na folha “Caldeiras” são apresentados os cálculos referentes ao consumo de gás natural, butano e propano.

O consumo de gás natural foi calculado a partir das fórmulas 1, 2 e 3, sendo que, o preço considerado de gás natural foi de 0,0755€/kWh (EDP, 2013h).

Para o consumo de gás butano e propano, foi necessário proceder à conversão das unidades de energia, pois as potências das caldeiras surgem em unidades de kWh.

O preço do butano é de 1,92€/kg (Tien 21, 2013) sendo necessário recorrer-se ao seu poder calorífico para obter um valor em kWh. O poder calorífico do butano é de 45,8MJ/kg (BP, 2013), ou seja, 12,72kWh/kg. Assim, o consumo de uma caldeira a butano foi calculado a partir das seguintes equações:

$$\text{Consumo energético (kg/dia)} = \text{Consumo energético (kWh/dia)} \cdot \text{Poder calorífico (kWh/kg)} \quad (\text{eq.4})$$

$$\text{Consumo energético anual (kg/ano)} = \text{Consumo energético (kg)} \cdot 7 \text{ dias} \cdot \text{semanas do ano} \quad (\text{eq.5})$$

$$\text{Consumo energético anual (€/ano)} = \text{Consumo energético anual (kg/ano)} \cdot \text{Preço(€/kg)} \quad (\text{eq.6})$$

No caso do propano foi considerado o poder calorífico de 86,1MJ/m³ (BP, 2013) e o preço associado de 3,915€/m³ (EDP, 2013g), sendo o seu consumo calculado da mesma forma que o butano.

A folha “Gás e Parafina” contém os cálculos efetuados para o consumo dos aquecedores a gás e a parafina.

De forma a obter os valores de consumo energético, recorreu-se ao catálogo de conforto da *Leroy Merlin* de 2012, tal como ao seu *site*, e foi realizada uma seleção dos equipamentos com baixo consumo, para cada intervalo de valores de áreas.

Para os aquecedores a gás (catalíticos), verificou-se que o equipamento com valor mais baixo de consumo, consome 206g/h, sendo capaz de aquecer uma área de 24m². A seguir a este equipamento, o valor mais baixo diz respeito ao aquecimento de 40m², com um consumo de 220g/h, que será uma melhor opção a considerar para áreas superiores a 25 m².

Os aquecedores a gás a infravermelhos são equipamentos com capacidade para aquecer áreas até aos 25m², sendo que, foi considerado o modelo com menor consumo de gás, 206g/h.

Relativamente ao preço associado ao consumo de gás (butano), considerou-se que uma bilha de gás butano, com 13kg, possui o valor de 24,95€ (Tien 21, 2013). A partir desta referência, foram feitos cálculos que permitiram conhecer o preço de consumo, para cada área de divisão.

O número de horas consideradas foram as mesmas que as para a eletricidades, ou seja, 2 horas. Deste modo, considerando uma utilização diária dos aparelhos a gás, foram utilizadas as equações 7 e 8, para o cálculo do consumo energético anual, respetivamente.

$$\text{Consumo energético anual (kg/ano)} = \text{Consumo energético(kg/dia)}. 7 \text{ dias. semanas do ano} \quad (\text{eq.7})$$

$$\text{Consumo energético anual (€/ano)} = \text{Consumo energético anual (kg/ano)}. \text{Preço(€/kg)} \quad (\text{eq.8})$$

Para os aquecedores a parafina (a mecha), a obtenção dos valores de consumo energético foi feita da mesma forma que os aquecedores a gás, ou seja, foram procurados equipamentos, no catálogo de conforto da *Leroy Merlin* de 2012 e no seu *site*, sendo selecionados os aparelhos com menores consumos de parafina (L/h).

Deste modo, para os aquecedores a mecha, constatou-se que para uma área de 25m² existe um aparelho com um consumo de 0,24L/h e para uma área de 44m², foi encontrado o consumo de 0,28L/h. Este último foi também considerado para áreas superiores a 44m².

Os equipamentos eletrónicos têm a capacidade de aquecer maiores áreas, no entanto, apresentam investimentos muito mais elevados. O equipamento com menor consumo encontrado apresenta um consumo de 0,31L/h, tendo a capacidade de aquecimento de 48m². Para áreas superiores, verificou-se que o equipamento com o consumo de 0,39L/h correspondia à capacidade de aquecimento de 62m², sendo este considerado para os outros intervalos de valor de áreas.

O preço associado ao consumo de aquecedores a parafina, foi encontrado também no catálogo da *Leroy Merlin*, sendo que, um bidão de parafina, com 20L, apresenta o valor de 49,95€. A partir desta referência, foram feitos cálculos que permitiram conhecer o preço de consumo, para cada área de divisão.

Para o número de horas de utilização foram consideradas 2 horas. Deste modo, considerando uma utilização diária dos aparelhos a parafina, foram utilizadas as equações 9 e 10, para o cálculo do consumo energético anual, respetivamente:

$$\text{Consumo energético anual (L/ano)} = \text{Consumo energético(L/dia)}. 7 \text{ dias. semanas do ano} \quad (\text{eq.9})$$

$$\text{Consumo energético anual (€/ano)} = \text{Consumo energético anual (kg/ano)}. \text{Preço(€/L)} \quad (\text{eq.10})$$

Na folha “Lenha” são apresentados os cálculos efetuados para o consumo dos equipamentos com funcionamento a lenha, ou seja, as salamandras, as lareiras e os recuperadores de calor.

Para estes cálculos foi considerado que uma salamandra ou um recuperador de calor apresentam um rendimento de 75% e gastam, aproximadamente, 1,6kg de lenha por hora, numa área de 35m². Para as lareiras convencionais foi admitido o valor de aproveitamento de calor de 10%, ou seja, consomem 1,92kg/h de lenha, numa divisão de 35m² (Solzaima, 2013). Assim, considerando que os

equipamentos de aquecimento a lenha são aquecedores permanentes, o número de horas assumidas de utilização foram 8 horas por dia. O consumo energético foi calculado a partir da equação 11.

$$\text{Consumo energético (kg/dia)} = \text{Consumo energético (kg/h)} \cdot \text{Horas de utilização (h)} \quad (\text{eq.11})$$

Assim, considerando que a utilização foi diária, para o cálculo do consumo energético anual aplicou-se a equação 12.

$$\text{Consumo energético anual (kg/ano)} = \text{Consumo energético (kg/dia)} \cdot 7 \text{ dias} \cdot \text{semanas do ano} \quad (\text{eq.12})$$

O preço da lenha é de 0,28€/kg (Leroy Merlin, 2012), pelo que para o cálculo do preço total associado ao consumo energético anual com a utilização de um equipamento a lenha, foi utilizado a equação 13.:

$$\text{Consumo energético anual (€/ano)} = \text{Consumo energético anual (kg/ano)} \cdot \text{Preço(€/kg)} \quad (\text{eq.13})$$

A opção pela fonte energética *pellets* proporciona um consumo energético mais económico, pois o preço dos *pellets* é de 0,22€/kg (Leroy Merlin, 2012).

4.6. Custo total

O fator crucial para a seleção dos equipamentos mais eficientes e com maior poupança energética, por ano, foi o somatório do custo energético associado a um determinado equipamento e o seu investimento, por ano. Sendo assim, foi necessário admitir período de vida útil dos aparelhos de climatização, encontrando-se estes na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Períodos de vida dos equipamentos de climatização

Equipamentos de climatização	Período de vida útil (anos)
Aquecedores a gás ou parafina	7
Bomba de calor/ar condicionado	15
Emissor térmico/Acumulador de calor	10
Equipamentos elétricos	5
Salamandras/Recuperadores de calor/Lareiras	20

Assim, para os custos totais associados a cada equipamento recorreu-se à equação 14.

$$\text{Custos totais (€/ano)} = \frac{\text{Investimento (€)}}{\text{Período de vida útil (anos)}} + \text{Consumo energético (€/ano)} \quad (\text{eq.15})$$

Depois de obtidos os resultados, foram selecionadas as hipóteses com menores custos totais apresentados.

4.7. Período de retorno

Para o cálculo dos períodos de retorno associados a cada equipamento foi criada a folha “Período de retorno”.

A estipulação do período de retorno associado à substituição de um equipamento que o utilizador já possa conter na sua habitação é um fator importante a considerar, pois permite conhecer se a sua substituição será compensatória e em quanto tempo ocorrerá essa compensação, ou seja, quanto tempo será necessário para abater o valor do investimento em um novo equipamento de climatização.

A obtenção dos períodos de retorno foi calculada a partir da equação 16.

$$\text{Período de retorno (anos)} = \frac{\text{Investimento (€)}}{\text{Poupança energética (€/ano)}} \quad (\text{eq.16})$$

Todos os custos considerados e admitidos para a realização de cálculos, foram considerados custos fixos, sendo que, não foram tidos em conta os custos de manutenção.

É também de referir que os preços apresentados relativos à energia elétrica, são preços sem IVA.

5. Análise e discussão de resultados

5.1. Enquadramento

Neste capítulo vão ser apresentados e analisados os resultados obtidos, depois de elaborado o simulador para equipamentos de climatização.

De acordo com o objetivo desta dissertação, o simulador de apoio à decisão consiste numa ferramenta que auxilia a escolha de sistemas ativos de climatização. Esta ferramenta tem em conta os diversos fatores que o consumidor avalia no ato de compra de um equipamento para a sua habitação. Assim, vão ser apresentadas as melhores soluções de aquecimento e arrefecimento ou de apenas aquecimento da habitação, tendo em consideração fatores como valor de investimento, consumo energético, conforto térmico e poupança energética.

A análise de resultados baseia-se nos cálculos efetuados para a qualificação dos tipos de aparelhos a utilizar, dependendo da área da divisão, da necessidade pontual ou permanente e da preferência por um equipamento fixo ou móvel.

Os cálculos foram obtidos através da metodologia apresentada no capítulo 3, sendo comparados equipamentos com capacidades de climatização semelhantes e selecionando a opção mais económica do ponto de vista de investimento e ambiental (consumo de energia).

Em primeiro lugar são apresentadas as soluções para o aquecimento e arrefecimento e de seguida as para o aquecimento. Para alguns equipamentos são feitas recomendações de utilização, para que a poupança energética possa ser aumentada.

Por fim, são apresentados os sucessos e insucessos ocorridos ao longo do desenvolvimento da dissertação.

5.2. Aquecimento e arrefecimento

Para a conciliação das necessidades de aquecimento e de arrefecimento, os únicos equipamentos considerados foram o ar condicionado com bomba de calor (fixo ou móvel) e o aquecimento central a bomba de calor.

Sem viabilidade de instalação de ar condicionado/bomba de calor

Para as situações de inviabilidade de instalação de ar condicionado (fixo), a opção considerada foi o ar condicionado móvel. Este aparelho apresenta um investimento de, aproximadamente, 309€.

O consumo energético associado a estes equipamentos foi calculado a partir das equações 2 e 3 do capítulo 4, sendo que, o único equipamento encontrado no *site* da *Leroy Merlin* com as duas funções de aquecimento e arrefecimento apresenta um consumo energético de 0,95 kWh/h, para o aquecimento e arrefecimento de uma área até aos 20m². Deste modo, o consumo energético por dia foi calculado a partir da equação 17.

$$\text{Consumo energético (kWh/dia)} = \text{Consumo energético (kWh/h)} \cdot \text{Horas de utilização (h)} \quad (\text{eq.17})$$

Para áreas menores que 25m², o consumo energético associado à utilização de um aparelho de ar condicionado portátil é de 299€/ano, sendo os seus custos totais avaliados em 320€/ano.

Sendo os aparelhos de ar condicionado portátil, os únicos aparelhos a serem considerados como opção quando não existe a possibilidade de instalação de ar condicionado fixo, para áreas superiores a 25m², a solução apresentada é a colocação de vários equipamentos de ar condicionado portátil, com a mesma potência e investimento apresentados para áreas menores que os 25 m² de área.

Assim, na Tabela 5.1 é apresentada a quantidade de equipamentos a colocar, consoante a área da divisão, tal como o investimento, o consumo energético e os custos totais associados.

Tabela 5.1: Quantidade de equipamento, investimento e consumo energético associados a áreas superiores a 25m²

Área (m ²)	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
25 - 40	2	618	598	639
41 - 60	2	618	598	639
61 - 80	3	927	897	958
81 - 120	4	1236	1196	1278
121 - 140	5	1545	1495	1598
141 - 180	6	185	1794	1918
181 - 250	8	2781	2691	2876

Em relação ao período de retorno, verifica-se que, para qualquer dimensão considerada, a substituição de um aparelho de ar condicionado fixo ou aquecimento central com bomba de calor por um aparelho de ar condicionado móvel, não compensa o investimento associado.

Com viabilidade de instalação de ar condicionado/bomba de calor

No caso de viabilidade de instalação de ar condicionado fixo (com bomba de calor), as duas hipóteses consideradas foram esta última e o aquecimento central com bomba de calor.

O investimento associado a aparelhos de ar condicionado, para uma divisão, é de cerca de 835€ e para mais do que uma divisão o investimento eleva para, aproximadamente, 1170€.

O aquecimento central com bomba de calor apresenta um investimento muito superior, cerca de 5310€.

Para a seleção das melhores opções para a climatização de uma divisão da casa foram calculados os consumos energéticos de cada equipamento e os seus custos totais associados. Foram realizados cálculos para a climatização de uma divisão, de duas e de mais de duas divisões. Na Tabela 5.2 são apresentados esses resultados associados à climatização de uma divisão.

Tabela 5.2: Investimento, consumo energético e custos totais associados ao ar condicionado e aquecimento central, para uma divisão

Área (m ²)	Investimento (€)		Consumo energético (€/ano)		Custos totais (€/ano)	
	Ar condicionado	Aquecimento central	Ar condicionado	Aquecimento central	Ar condicionado	Aquecimento central
<25	835	5310	197	197	252	551
25 - 40	835	5310	315	315	370	669
41 - 60	835	5310	472	472	528	826
61 - 80	835	5310	635	635	691	989
81 - 120	1170	5310	953	953	1031	1307
121 - 140	1170	5310	1112	1112	1190	1466
141 - 180	2199	5310	1429	1429	1574	1783
181 - 250	2199	5310	1985	1985	2132	2339

Pela análise da Tabela 5.2 é possível constatar que, para uma divisão, os custos totais associados ao aparelho de ar condicionado são inferiores aos custos totais do aquecimento central a bomba de calor.

Estas diferenças de custo diminuem a partir dos 80m² pois os aparelhos de ar condicionado considerados apresentam uma potência máxima de 8kW, ou seja, só possibilitam a climatização de divisões até à área referida. Assim, para uma área entre os 81m² e 140m² a opção considerada foi a colocação um aparelho de ar condicionado multi-split 2x1 e para uma área entre os 141m² e os 250m² considerou-se a colocação um aparelho multi-split para mais de duas divisões.

Deste modo, o simulador apresenta como melhor opção a considerar, o ar condicionado. Estes resultados são explicados pelo elevado investimento associado ao aquecimento central com a bomba de calor.

Todo este procedimento foi feito da mesma forma para cada uma das divisões da habitação, consoante a quantidade de divisões que o utilizador apresentou.

Para a climatização de duas divisões também foram calculados os consumos energéticos do ar condicionado fixo e do aquecimento central e os seus custos totais associados. Esses resultados encontram-se visíveis na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Investimento, consumo energético e custos totais associados ao ar condicionado e aquecimento central, para duas divisões

Área (m ²)	Investimento (€)		Consumo energético (€/ano)		Custos totais (€/ano)	
	Ar condicionado	Aquecimento central	Ar condicionado	Aquecimento central	Ar condicionado	Aquecimento central
<25	1170	5310	197	197	275	551
25 - 40	1170	5310	315	315	393	669
41 - 60	1170	5310	472	472	550	826
61 - 80	1170	5310	635	635	713	989
81 - 120	2199	5310	953	953	1100	1307
121 - 140	2199	5310	1112	1112	1258	1466
141 - 180	3033	5310	1429	1429	1663	1783
181 - 250	3033	5310	1985	1985	2219	2339

Estes resultados dizem respeito ao somatório das duas divisões, sendo que, o simulador apresenta como melhor solução de aquecimento e arrefecimento de duas divisões de uma habitação, o ar condicionado.

O aquecimento central permite conjugar as necessidades de aquecimento e arrefecimento com a opção de AQS, pelo que apesar de os seus custos totais se mostrarem mais elevados do que a instalação de ar condicionado, o aquecimento central poderá ser também uma opção a considerar para quem tenha também a necessidade de aquecimento de águas, na habitação.

Entre os 141m² e os 250m² verifica-se que diferença não muito significativa entre o ar condicionado e o aquecimento central, sendo esta de cerca de 120€/ano.

No caso de climatização de mais de duas divisões, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Investimento, consumo energético e custos totais associados ao ar condicionado e aquecimento central, para mais de duas divisões

Área (m ²)	Investimento (€)		Consumo energético (€/ano)		Custos totais (€/ano)	
	Ar condicionado	Aquecimento central	Ar condicionado	Aquecimento central	Ar condicionado	Aquecimento central
<25	2199	5310	197	197	343	551
25 - 40	2199	5310	315	315	461	669
41 - 60	2199	5310	472	472	629	826
61 - 80	2199	5310	635	635	782	989
81 - 120	3033	5310	953	953	1155	1307
121 - 140	3033	5310	1112	1112	1314	1466
141 - 180	5232	5310	1429	1429	1778	1783
181 - 250	5232	5310	1985	1985	2334	2339

Relativamente à climatização de mais de duas divisões, através da tabela anterior verifica-se que a partir dos 141m² os custos totais associados à instalação de ar condicionado aproximam-se aos valores para a instalação de aquecimento central com bomba de calor. Isto acontece porque a partir dos 80m² é necessária a colocação de mais do que uma unidade interior numa divisão, verificando-se assim uma reduzida diferença de cerca de 5€/ano.

Assim, para áreas até aos 140m² o simulador devolve que a melhor solução para a habitação é o ar condicionado multi-split e para áreas superiores aos 140m² a melhor solução é o aquecimento central com bomba de calor. Também é importante referir que este último equipamento permite o aquecimento de águas sanitárias, pelo que para pequenas diferenças de custos e para um utilizador que não possua um equipamento para AQS, o aquecimento central poderá tornar-se na melhor hipótese a considerar.

Concluindo, apesar de o ar condicionado fixo (com bomba de calor) e o aquecimento central com bomba de calor apresentarem consumos energéticos semelhantes e baixos, o investimento elevado do aquecimento central aponta o ar condicionado como uma melhor opção a ter em conta. A instalação de aquecimento central só começa a fazer sentido para o aquecimento e arrefecimento de mais de duas divisões numa habitação que tenha uma área superior a 80m².

Contudo, para situações em que se pretenda conjugar as necessidades de aquecimento e arrefecimento e AQS, o aquecimento central com bomba de calor pode tornar-se numa melhor opção, sendo necessário fazer-se uma nova avaliação de custos totais associados.

5.3. Aquecimento

5.3.1. Enquadramento

Para aquecimento de uma habitação, foram diferenciadas as necessidades pontuais das necessidades permanentes e de seguida, a preferência por equipamentos móveis ou fixos, sendo assim possível ir excluindo equipamentos que não se adequassem à categoria.

Na Tabela 5.5 encontra-se a distribuição dos equipamentos de aquecimento.

Tabela 5.5: Equipamentos móveis e fixos para as necessidades pontuais e permanentes

Necessidades Pontuais	Equipamentos móveis	<ul style="list-style-type: none"> - Aquecedores a gás - Aquecedores a halogéneo - Aquecedores a parafina - Convetor - Infravermelhos de chão - Irradiador a óleo - Lareira elétrica - Termoventilador - Termoventilador (cerâmico)
	Equipamentos fixos	<ul style="list-style-type: none"> - Aquecedores a infravermelhos - Aquecedor cerâmico - Convetor - Placa radiante - Termoventilador
Necessidades Permanentes	Equipamentos móveis	<ul style="list-style-type: none"> - Ar condicionado com bomba de calor
	Equipamentos fixos	<ul style="list-style-type: none"> - Acumulador de calor - Aquecimento central com bomba de calor - Aquecimento central com caldeira a gás - Ar condicionado com bomba de calor - Emissor térmico - Lareira - Salamandra - Recuperador de calor

A análise de resultados do aquecimento de uma habitação vai ser feita, primeiro para as necessidades pontuais e, de seguida, para as necessidades permanentes. Assim, para que seja possível conhecer-se as diferenças de investimento, consumos energéticos e custos totais, por ano, foram realizadas tabelas, para cada intervalo de valor de área.

5.3.2. Necessidades pontuais

As necessidades pontuais são consideradas necessidades com uma utilização até duas horas. Neste subcapítulo vão ser abordadas as soluções que o simulador apresenta como mais eficazes e eficientes e as razões para essas escolhas.

Na Tabela 5.6 são apresentados os resultados inerentes aos equipamentos móveis e com função pontual, para divisões com áreas menores a 25m².

Tabela 5.6: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas menores que 25m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	1	35	118	125
Termoventilador (cerâmico)	1	61	118	130
Irradiador a óleo	1	74	118	133
Infravermelhos de chão	2	43	118	127
Aquecedores a halogéneo	2	60	118	130
Convetor	1	22	118	123
Lareira elétrica	1	245	118	167
Aquecedores a parafina (mecha)	1	99	201	216
Aquecedores a parafina (eletrónico)	1	199	260	289
Aquecedores a gás (infravermelhos)	1	89	133	146
Aquecedores a gás (catalítico)	1	90	133	146

A quantidade de equipamentos necessária para o aquecimento de uma divisão foi estabelecida pela potência associada a cada equipamento de climatização. Deste modo, foi considerado que um equipamento entre os 2000W e os 2500W seria suficiente para aquecer a divisão. No entanto, os infravermelhos de chão e os aquecedores a halogéneo são aparelhos com potências baixas. A potência máxima dos infravermelhos de chão é de 1200W, enquanto, dos aquecedores a halogéneo é de 1000W. Sendo assim, nestes dois casos optou-se por realizar os cálculos para dois aparelhos.

Pela análise da Tabela 5.6 verifica-se que os equipamentos com custos totais mais baixos são o convetor (123€/ano), o termoventilador (125€/ano) e os infravermelhos de chão (127€/ano). Estes valores justificam-se pelo facto de a média de valores de investimento dos convetores ser inferior a todos os outros equipamentos. No entanto, se for feita uma análise individual de cada equipamento do mercado, conclui-se que existem termoventiladores com preços de 9,99€, o que não acontece com os convetores. O valor mais baixo de investimento de um convetor é de 19,99€.

Foi neste sentido que foi escolhida como melhor opção para o aquecimento de uma divisão, o termoventilador, em situações em que se pretenda um aquecimento rápido.

Estes dados baseiam-se nos valores da *Leroy Merlin*, pelo que poderão não corresponder totalmente à realidade de outras empresas.

Para uma permanência de calor na divisão teve de ser feita outra abordagem, equacionando aparelhos com esta mesma função. O irradiador a óleo constitui a melhor opção a considerar nestas situações, na medida em que quando este é desligado, o calor continua a ser libertado por algum tempo, sendo possível assim uma poupança energética. Apesar de apresentar custos totais (133€) mais elevados do que os outros equipamentos elétricos, com exceção da lareira elétrica, o irradiador a óleo pode obter um consumo energético mais baixo, se for desligado alguns minutos antes do abandono da divisão.

Em relação aos custos totais mais elevados, estes dizem respeito aos aquecedores a parafina, a gás e às lareiras elétricas.

Os aquecedores a parafina (eletrónicos) são os aparelhos que apresentam maiores custos totais (289€/ano), devido ao elevado consumo energético e investimento associados. Estes equipamentos têm a capacidade de aquecimento de uma divisão até aos 48m², não sendo os equipamentos mais indicados para pequenas divisões. Os seus custos chegam a ultrapassar o dobro dos valores de custos totais dos termoventiladores.

Os aquecedores a parafina com ignição a mecha também apresentam elevados custos totais (216€/ano), no entanto, o seu investimento tal como o consumo energético são inferiores aos valores dos aquecedores eletrónicos.

Os aquecedores a gás apresentam menores custos totais, no entanto, para áreas menores que 25m² também não são a hipótese mais acertada, pois implicam maiores custos de investimento e de consumo energético que os equipamentos elétricos apresentados como melhores soluções.

Finalmente, as lareiras elétricas constituem aparelhos com um investimento elevado (245€), mas com consumos energéticos inferiores aos aquecedores a parafina e a gás. Devido ao investimento ser o segundo mais elevado (a seguir aos aquecedores eletrónicos) tornam-se aparelhos menos eficientes que os aquecedores a gás, apesar de o seu consumo energético ser mais baixo.

De seguida são apresentados, na Tabela 5.7, os períodos de retorno associados à substituição de aparelhos elétricos, aquecedores a gás e de parafina por cada equipamento móvel considerado para funções de aquecimento pontual.

Tabela 5.7: Períodos de retorno associados à substituição de um aparelho elétrico, aquecedor a gás ou aquecedor a parafina (anos)

Equipamentos	Equipamentos a substituir		
	Aparelho elétrico	Aquecedor a gás	Aquecedor a parafina
Termoventilador	-	2,4	0,4
Termoventilador (cerâmico)	-	4,1	0,7
Irradiador a óleo	-	5,0	0,9
Infravermelhos de chão	-	1,5	0,3
Aquecedores a halogéneo	-	2,0	0,4
Conveter	-	1,5	0,3
Lareira elétrica	-	16,5	3,0
Aquecedores a parafina (mecha)	n.a	n.a	-
Aquecedores a parafina (eletrónico)	n.a	n.a	-
Aquecedores a gás (infravermelhos)	n.a	-	1,3
Aquecedores a gás (catalítico)	n.a	-	1,3

Pela observação da Tabela 5.7 verifica-se que a substituição de um aparelho elétrico por um aquecedor a gás ou a parafina não compensa o valor investido, pois estes revelam ser mais eficientes.

Em relação à substituição de um aquecedor a gás, esta é vantajosa para os aparelhos elétricos, no entanto, o retorno associado à escolha de um irradiador a óleo ou uma lareira elétrica é igual ou superior a cinco anos. No caso da última o retorno ultrapassa mesmo os 16 anos, confirmando que a lareira elétrica é uma hipótese inviável.

De seguida, na Tabela 5.8 são apresentados os resultados relativos aos equipamentos pontuais e fixos, para divisões com áreas menores do que 25m².

Tabela 5.8: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas menores que 25m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	2	194	118	157
Aquecedor cerâmico	1	39	118	126
Conveter	1	51	118	129
Termoventilador	1	44	118	129
Aquecedor a infravermelhos	2	39	118	126

Tal como aconteceu para os equipamentos móveis, consideram-se dois equipamentos fixos com potências abaixo dos 2000W ou 2500W – caso da placa radiante e o aquecedor a infravermelhos - e para os aparelhos com esta potência, optou-se pela análise de apenas um aparelho.

Analisando a Tabela 5.8 verifica-se que os equipamentos com custos totais mais baixos são o aquecedor a infravermelhos (126€/ano) e o aquecedor cerâmico (126€/ano). Estes constituem soluções de aquecimento rápido, no entanto, o aquecedor cerâmico tem uma natureza que o permite ser um equipamento mais rápido a aquecer do que o aquecedor a infravermelhos.

Em relação à permanência de aquecimento, as placas radiantes são os aparelhos que maior conforto térmico apresentam em relação aos outros equipamentos fixos e pontuais, de acordo com o catálogo da *Leroy Merlin*. Assim, apesar de este apresentar os custos totais mais elevados (157€/ano), devido ao seu elevado investimento (194€), esta é a solução considerada como mais eficiente, para esta

categoria. Isto porque estes aparelhos, depois de desligados ainda libertam calor, sendo assim aumentada a poupança de energia, a partir de comportamentos apropriados.

Em alternativa às placas radiantes podem ser admitidos os convetores, na medida em que apresentam investimentos mais acessíveis (128€) e o seu nível de conforto térmico é superior aos outros equipamentos fixos.

Nos casos em que não há preferência por um equipamento móvel ou fixo, verifica-se assim que para situações em que seja necessária rapidez de aquecimento, a melhor opção é o aquecedor cerâmico. O termoventilador móvel apresenta custos totais inferiores aos do aquecedor cerâmico, no entanto, a diferença é de apenas 0,88€/ano e este último é um equipamento mais rápido a aquecer.

Para a permanência de calor, a melhor alternativa é o irradiador a óleo, pois o seu investimento é muito mais baixo que a placa radiante, proporcionando uma poupança de custos de, aproximadamente, 24€/ano.

De seguida, é apresentada a análise para os equipamentos pontuais, móveis e fixos, para divisões com áreas entre os 25m² e os 40m².

Tal como foi feito para as áreas menores que 25m², a apresentação de resultados e a sua análise é iniciada para os equipamentos móveis, encontrando-se estes na Tabela 5.9.

Tabela 5.9: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 25m² e os 40m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	2	670	189	203
Termoventilador (cerâmico)	2	122	189	213
Irradiador a óleo	2	148	189	219
Infravermelhos de chão	3	64	189	202
Aquecedores a halogéneo	4	120	189	212
Conveter	2	45	189	198
Lareira elétrica	2	489	189	287
Aquecedores a parafina (mecha)	1	164	235	258
Aquecedores a parafina (eletrónico)	1	199	260	289
Aquecedores a gás (infravermelhos)	2	179	266	291
Aquecedores a gás (catalítico)	1	107	142	157

Para áreas entre os 25m² e os 40m², os aparelhos com custos totais mais baixos são os aquecedores a gás (catalítico), devido ao seu baixo consumo de energia. Com uma diferença de cerca de 41€/ano, surgem em segundo lugar os convetores com os menores valores de custos associados.

Outro fator que influencia os baixos custos totais do aquecedor a gás é o seu período de vida, que foi admitido ser de 7 anos em contraposição com os 5 anos dos equipamentos elétricos.

Os aquecedores a gás (infravermelhos) surgem aqui como os aparelhos com custos totais mais elevados (291€/ano), seguindo-se os aquecedores a parafina eletrónicos (289€/ano) e as lareiras elétricas (287€/ano).

As lareiras apresentam um investimento bastante elevado, pelo que apesar de possuir um consumo energético mais baixo que os aquecedores a gás (infravermelhos) e do que os aquecedores eletrónicos, os seus custos totais tornam-se elevados devido a este facto.

Em contraposição às áreas menores que os 25m², neste caso não é feita uma diferenciação entre a permanência de calor e a rapidez de aquecimento de uma divisão, pois os aquecedores a gás (catalíticos) permitem obter calor duradouro e são rápidos a aquecer. Assim, estes equipamentos são os mais indicados para estas duas funções, nas áreas mencionadas.

Os resultados relativos aos equipamentos pontuais e fixos, para divisões com áreas entre os 25m² e os 40m² são apresentados na Tabela 5.10.

Tabela 5.10: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 25m² e os 40m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	3	292	189	247
Aquecedor cerâmico	2	79	189	205
Conveter	2	102	189	209
Termoventilador	2	88	189	210
Aquecedor a infravermelhos	3	58	189	201

Pela análise da Tabela 5.10 é possível concluir que a diferença de custos totais entre os equipamentos não é significativa, com a exceção da placa radiante que apresenta valores mais elevados.

O aquecedor a infravermelhos (201€/ano) é o aparelho com menores custos totais, seguido do aquecedor cerâmico (205€/ano), com mais 4€/ano.

Para utilizadores que prefiram ter um aquecimento rápido o aquecedor cerâmico é uma melhor opção do que o aquecedor a infravermelhos, pelas razões apontadas, para os equipamentos fixos, nas áreas menores a 25m². Assim, para estas situações considerou-se que o aquecedor cerâmico é a melhor hipótese a considerar.

Para a preferência de permanência de calor na divisão, os resultados obtidos também são semelhantes aos obtidos para as áreas menores a 25m². Isto pois apesar de a placa radiante constituir um investimento muito mais elevado que os outros aparelhos fixos, esta continua a ser a melhor opção para obter divisões da habitação com calor, mesmo depois de ser desligado o aparelho de climatização.

No entanto, o conveter pode ser o equipamento alternativo às placas radiantes, porque apresentam investimentos mais baixos e níveis de conforto mais elevados, promovendo assim uma maior permanência de calor do que os outros aparelhos considerados.

Considerando as situações em que não existe preferência entre um equipamento fixo ou móvel, para as situações de rapidez de aquecimento ou permanência de calor, conclui-se que o aquecedor a gás (catalítico) é a opção mais indicada devido ao seu baixo consumo energético (142€/ano), rapidez ao aquecer e maior nível de conforto térmico, que lhe confere maior homogeneidade de calor na divisão, em comparação com os outros equipamentos móveis ou fixos.

A próxima apresentação e análise de resultados referem-se às divisões com áreas entre os 41m² e os 60m². Na Tabela 5.11 são apresentados esses resultados relativos aos equipamentos móveis.

Tabela 5.11: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 41m² e os 60m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	3	105	283	304
Termoventilador (cerâmico)	3	184	283	320
Irradiador a óleo	3	223	283	328
Infravermelhos de chão	5	107	283	305
Aquecedores a halogéneo	6	180	283	319
Conveter	3	67	283	297
Lareira elétrica	3	734	283	430
Aquecedores a parafina (mecha)	2	263	436	474
Aquecedores a parafina (electrónico)	1	329	327	374
Aquecedores a gás (infravermelhos)	2	268	399	437
Aquecedores a gás (catalítico)	2	197	275	303

Para áreas entre 41m² e os 60m², verifica-se que os equipamentos móveis que apresentam custos totais mais baixos são o convetor (297€/ano), o aquecedor a gás (catalítico) (303€/ano), o termoventilador (304€), e os infravermelhos de chão (305€/ano).

Este é um caso em que vários outros fatores, além dos económicos e ambientais, podem ter influência na tomada de decisão de um utilizador. O convetor e o termoventilador são aparelhos com elevado nível de ruído, sendo que, para determinados períodos do dia podem não ser os mais indicados. No entanto, por serem equipamentos elétricos, não emitem GEE, o que acontece com o aquecedor a gás catalítico.

Em termos de conforto térmico e comparando os equipamentos referidos como mais económicos por ano, os aquecedores a gás proporcionam maior homogeneidade entre o chão e o teto da habitação, mas ocupam mais espaço e são mais pesados.

Esta decisão foi baseada nos valores de custos totais, embora as outras alternativas também possam ser viáveis, consoante outros fatores que sejam postos em causa. Assim, a melhor opção para um rápido aquecimento é o termoventilador pelas razões referidas, para as áreas menores que 25m².

Para as situações de preferência pela permanência de calor, apesar de o irradiador a óleo ser um equipamento que permite que o calor continue a ser libertado, mesmo depois do aparelho ser desligado, este apresenta elevados custos totais (328€/ano), comparativamente, ao aquecedor a gás (catalítico) que também não permite um arrefecimento rápido da habitação. A diferença de custos é de, aproximadamente, 25€/ano. Nesta perspetiva, considera-se que o aquecedor a gás catalítico é a melhor hipótese, nestas circunstâncias.

Para estas áreas, também foi possível verificar que os aquecedores a parafina (eletrónicos) apresentam uma menor diferença de custos em relação aos outros equipamentos móveis, do que em áreas inferiores.

Em relação aos resultados relativos aos equipamentos pontuais e fixos, para divisões com áreas entre os 41m² e os 60m² são apresentados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 41m² e os 60m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	4	389	283	361
Aquecedor cerâmico	3	118	283	307
Convetor	3	154	283	314
Termoventilador	3	157	283	315
Aquecedor a infravermelhos	5	97	283	303

Como é possível verificar na tabela anterior, o aquecedor a infravermelhos é o aparelho com custos totais mais baixos (303€/ano). No entanto, este é um aparelho mais direcionado para o aquecimento de casas de banho. Assim, para um aquecimento rápido foi considerado que para outras divisões da habitação a melhor opção a considerar é o aquecedor cerâmico, pois a seguir ao aquecedor a infravermelhos, é o aparelho com menores custos de investimento e, conseqüentemente, de custos totais envolvidos (307€/ano).

A placa radiante continua a ser o equipamento com maiores custos totais associados, no entanto, esta continua a ser considerada a melhor opção, para maior permanência de calor na divisão a aquecer, devido à sua forma de funcionamento e ao nível de conforto térmico associado. Esta hipótese continua a ser considerada pois a diferença de custos totais de investimento e de consumo de eletricidade para o segundo equipamento com custos mais elevados (o termoventilador) é menor que 50€/ano, mais concretamente de 46€/ano.

Em relação à opção de ser indiferente um equipamento móvel ou fixo, para a rapidez de aquecimento, a opção a escolher é o aquecedor cerâmico. Apesar de apresentar custos totais, por ano, mais elevados do que o termoventilador, este equipamento consegue ser mais rápido a aquecer, sendo mais eficiente na função pretendida. A sua eficiência pode permitir que se chegue mais rápido à temperatura pretendida, obtendo menos tempo de utilização do que o termoventilador e, conseqüentemente, menor consumo energético.

Relativamente à permanência de calor na habitação, tal como para os equipamentos móveis, considera-se que o aquecedor a gás (catalítico) é a hipótese, na medida em que apresenta custos totais inferiores aos do irradiador a óleo e da placa radiante, que também são equipamentos que permitem que o calor permanece na divisão, mesmo depois de ter sido desligado o aparelho.

Para divisões com áreas entre os 61m² e os 80m² encontram-se os resultados relativos aos equipamentos móveis, na Tabela 5.13.

Tabela 5.13: : Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 61m² e os 80m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	4	140	381	409
Termoventilador (cerâmico)	4	245	381	430
Irradiador a óleo	3	223	381	426
Infravermelhos de chão	7	150	381	411
Aquecedores a halogéneo	8	240	381	429
Conveter	4	90	381	399
Lareira elétrica	4	979	381	577
Aquecedores a parafina (mecha)	2	328	470	517
Aquecedores a parafina (eletrónico)	2	528	587	663
Aquecedores a gás (infravermelhos)	3	268	399	437
Aquecedores a gás (catalítico)	2	214	284	314

Analisando a Tabela 5.13, verifica-se que o aquecedor a gás (catalítico), o conveter e termoventilador são os equipamentos com custos totais mais baixos apresentados. É notória uma significativa diferença de custos entre o aquecedor a gás e os outros aparelhos, encontrando-se esse com uma diferença de cerca de 85€/ano, para o segundo equipamento mais económico, o conveter. Esta diferença é explicada pelo baixo consumo energético apresentado.

Os dois aquecedores a gás (catalítico) apresentam um consumo conjunto do gás butano de 0,44kg/h, o que equivale, em 2 horas de utilização, ao gasto de cerca de 1,68€/dia, em contraste com o gasto de cerca de 2,27€/dia, para os equipamentos elétricos.

Assim, tal como para as áreas entre os 25m² e os 40m², assume-se que o aquecedor a gás (catalítico) é a solução mais económica e eficiente para aquecer rapidamente uma divisão, tal como permitir a permanência de calor nela.

Pela análise da tabela anterior, também é possível constatar que as lareiras elétricas apresentam um investimento bastante elevado (979€), distanciando do segundo equipamento com maior investimento em cerca de 450€, os aquecedores a parafina eletrónicos (528€). Apesar desta elevada diferença de investimentos, o aquecedor eletrónico é o equipamento que apresenta maiores custos totais (662,84€/ano), facto justificado pelo elevado consumo de energia associado. O seu consumo energético chega a ser o dobro do consumo do aquecedor a gás (catalítico).

Também de referir que a quantidade de equipamentos necessária para aquecer uma divisão entre os 61m² e os 80m² através de infravermelhos de chão ou de aquecedores a halogéneo é muito mais elevada do que com os outros equipamentos. Apesar de não ser uma diferença significativa de investimento para alguns aparelhos, este facto pode tornar a climatização mais desconfortável, na medida em que o espaço ocupado pelos aparelhos pode ser maior.

A Tabela 5.14 apresenta os resultados obtidos dos equipamentos pontuais e fixos, para divisões com áreas entre os 61m² e os 80m².

Tabela 5.14: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 61m² e os 80m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	6	583	381	498
Aquecedor cerâmico	4	157	381	413
Conveter	4	205	381	422
Termoventilador	4	210	381	423
Aquecedor a infravermelhos	7	136	381	408

Os resultados obtidos revelam que o aquecedor a infravermelhos e o aquecedor cerâmico são os equipamentos com os custos totais de investimento e de consumo energético mais baixos. Assim, optando pela escolha dos aquecedores cerâmicos os custos aumentam 5€/ano em relação aos aquecedores a infravermelhos. No entanto, tal como referido anteriormente, estes últimos são mais indicados para o aquecimento de casas de banho. Deste modo, o simulador aponta como melhor opção para um aquecimento rápido, a utilização de aquecedores cerâmicos, com custos totais de 413€/ano.

No que diz respeito à permanência de calor, o investimento relativo às placas radiantes torna-se muito elevado em relação aos outros equipamentos. Embora este seja o que tenha um funcionamento mais indicado para a função pretendida, o total de custos associados chega a ser cerca de 89€/ano mais caro que equipamento com custos totais mais baixos - o aquecedor a infravermelhos – e cerca de 85€/ano mais caro que o aquecedor cerâmico. Desta forma, conclui-se que uma solução mais eficaz será a utilização do conveter, que a seguir à placa radiante é o equipamento que maior conforto térmico transmite, entre os equipamentos a avaliar.

Com a opção pelo conveter, é possível poupar-se cerca de 76€/ano, em detrimento da placa radiante.

Para quando é indiferente a escolha de um equipamento móvel ou fixo, para um rápido aquecimento a melhor opção é o aquecedor a gás (catalítico), assim como para uma maior permanência de calor na divisão pretendida. A opção pelo aquecedor a gás permite uma poupança de cerca de 98€/ano e de cerca de 108€/ano em relação ao aquecedor cerâmico e ao conveter, respetivamente.

De seguida, são apresentados os resultados obtidos para áreas entre os 81m² e os 120m², sendo que, a Tabela 5.15 apresenta os resultados referentes aos equipamentos móveis.

Tabela 5.15: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 81m² e os 120m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	6	209	572	614
Termoventilador (cerâmico)	6	367	572	645
Irradiador a óleo	5	371	572	646
Infravermelhos de chão	10	215	572	615
Aquecedores a halogéneo	12	360	572	644
Conveter	6	135	572	599
Lareira elétrica	6	1468	572	865
Aquecedores a parafina (mecha)	3	492	705	775
Aquecedores a parafina (eletrónico)	2	658	655	749
Aquecedores a gás (infravermelhos)	5	447	664	728
Aquecedores a gás (catalítico)	3	321	426	471

Pela análise da Tabela 5.15, apurou-se que a diferença de custos totais entre o aquecedor a gás (catalítico) e os outros equipamentos móveis aumenta consoante o aumento da área de uma divisão. Neste caso, o aquecedor a gás apresenta um custo total de 471€/ano, resultado de um consumo de energia que chega a ser mais de 100€/ano mais baixo do que o consumo dos outros aparelhos.

Assim, para áreas entre os 81m² e os 120m², a opção por aquecedores a gás (catalíticos) é a mais indicada para a rapidez de aquecimento e permanência de calor numa divisão de uma habitação.

Para o aquecimento destas áreas, as lareiras elétricas apresentam um investimento superior aos 1000€, mais concretamente 1468€. Este é um valor bastante elevado para um equipamento pontual, tornando-se este aparelho uma hipótese a não ser considerada para áreas desta dimensão.

Em relação aos aquecedores a parafina, também os aquecedores eletrónicos evidenciam um investimento menos acessível (658€), apesar de serem 810€ mais baratos que as lareiras elétricas. Os aquecedores a mecha também apresentam valores elevados, no entanto, existe uma diferença de 166€ de investimento para os aquecedores eletrónicos. São os seus consumos mais elevados que tornam estes aparelhos com maiores custos totais que os aquecedores eletrónicos, pois três equipamentos com um consumo conjunto de 4,2€/dia contrastam com o gasto de 3,9€/dia dos dois aquecedores, respetivamente.

Os resultados relativos aos equipamentos fixos encontram-se apresentados na Tabela 5.16.

Tabela 5.16: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 81m² e os 120m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	8	778	572	727
Aquecedor cerâmico	6	236	572	619
Conveter	6	307	572	633
Termoventilador	6	315	572	635
Aquecedor a infravermelhos	10	195	572	611

Analisando a Tabela 5.16 é possível averiguar que é seguida a mesma tendência das divisões com áreas entre os 61m² e os 80m², ou seja, os aquecedores a infravermelhos e os aquecedores cerâmicos são os equipamentos com menores custos de investimento associados. Consequentemente, são os que apresentam menores custos totais, pois o seu consumo energético é idêntico.

Apesar de a opção pelo aquecedor cerâmico ser mais cara, cerca de 8€/ano, do que o aquecedor a infravermelhos, tal como já foi referido anteriormente, este último é mais indicado para casas de banho. Desta forma, para áreas entre os 61m² e os 80m², a opção que se considera ser mais vantajosa, para um aquecimento rápido, é a utilização de seis aquecedores cerâmicos com um investimento total de 236€ e consumo de eletricidade de 572€/ano, constituindo um total de custos de 619€/ano.

Para a permanência de calor considera-se que as placas radiantes apresentam custos totais demasiado elevados, em comparação com os outros aparelhos. Assim, a escolha incide no conveter fixo, com um total de custos de 633 €/ano.

Tal como acontece com as divisões com áreas entre os 61m² e os 80m², quando não existe preferência por um equipamento móvel ou fixo, o simulador apresenta como melhor opção a utilização do aquecedor a gás (catalítico), tanto para a rapidez de aquecimento, como para a permanência de calor.

Sendo o aquecedor a gás (catalítico) um equipamento móvel, comparando com os equipamentos fixos apresentados como melhores opções para divisões com as áreas indicadas, conclui-se que a opção pelo aquecedor a gás permite uma poupança de custos totais de 147€/ano em relação ao aquecedor cerâmico e de 162€/ano em relação ao conveter fixo.

A Tabela 5.17 apresenta os resultados obtidos para áreas entre os 121m² e os 140m², relativamente aos equipamentos móveis.

Tabela 5.17: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 121m² e os 140m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	7	244	667	716
Termoventilador (cerâmico)	7	428	667	753
Irradiador a óleo	6	445	667	756
Infravermelhos de chão	12	258	667	719
Aquecedores a halogéneo	14	420	667	751
Conveter	7	157	667	699
Lareira elétrica	7	1713	667	1010
Aquecedores a parafina (mecha)	3	492	705	775
Aquecedores a parafina (eletrónico)	3	857	915	1037
Aquecedores a gás (infravermelhos)	6	537	797	874
Aquecedores a gás (catalítico)	4	411	558	617

Visualizando a Tabela 5.17, verifica-se que a utilização do aquecedor a gás catalítico continua a ser a opção que maior poupança energética proporciona.

Para o aquecimento de divisões com áreas entre os 121m² e os 140m², os aquecedores a gás catalítico implicam o custo total de cerca de 617€/ano. Este valor constitui uma poupança de, aproximadamente, 81€/ano em relação ao segundo equipamento mais poupado, o conveter móvel, devido ao baixo consumo de gás butano.

À exceção das lareiras elétricas, dos aquecedores a parafina (eletrónicos) e dos aquecedores a gás (infravermelhos), que apresentam um investimento bastante elevado (1713€, 857€ e 537€, respetivamente), todos os outros equipamentos apresentam investimentos inferiores a 500€. Estes valores refletem-se nos custos totais associados a cada aparelho, sendo que, os aquecedores eletrónicos evidenciam ter os maiores custos totais (1037€/ano), seguido das lareiras elétricas.

De seguida são apresentados os resultados relativos aos equipamentos fixos, na Tabela 5.18.

Tabela 5.18: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 121m² e os 140m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	10	972	667	861
Aquecedor cerâmico	7	275	667	722
Conveter	7	359	667	739
Termoventilador	7	367	667	740
Aquecedor a infravermelhos	12	234	667	714

A Tabela 5.18 revela resultados semelhantes aos obtidos na Tabela 5.16, ou seja, o aquecedor a infravermelhos e o aquecedor cerâmico são os equipamentos com menores custos totais de investimento e de consumo de energia associados (714€/ano e 722€/ano, respetivamente). A opção pelo aquecedor cerâmico continua a ser considerada a mais viável.

No que diz respeito à permanência de calor, o simulador apresenta como melhor hipótese a utilização de sete convetores fixos, com um custo total associado de 739€/ano.

Quando é indiferente a utilização de equipamento móveis ou fixos, o simulador assume que devem ser utilizados aquecedores a gás (catalíticos) - tanto para a rapidez de aquecimento, como para a permanência de calor - pois revelam ser os aparelhos com menores custos associados, relativamente aos equipamentos considerados para aquecimento pontual.

A Tabela 5.19 revela os resultados obtidos para as divisões com áreas compreendidas entre os 141m² e os 180m², para os equipamentos móveis.

Tabela 5.19: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 141m² e os 180m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	9	314	858	920
Termoventilador (cerâmico)	9	551	858	968
Irradiador a óleo	8	594	858	976
Infravermelhos de chão	15	322	858	922
Aquecedores a halogéneo	18	540	858	966
Conveter	9	202	858	898
Lareira elétrica	9	2202	858	1298
Aquecedores a parafina (mecha)	4	656	940	1034
Aquecedores a parafina (eletrónico)	3	987	982	1123
Aquecedores a gás (infravermelhos)	7	626	930	1019
Aquecedores a gás (catalítico)	5	518	700	774

Pela análise da Tabela 5.19 verifica-se que o aquecedor a gás (catalítico) revela os custos mais reduzidos, entre todos os equipamentos móveis. Isto acontece devido ao seu mais baixo consumo energético e de só haver três aparelhos com um investimento inferior ao seu, os termoventiladores, os infravermelhos de chão e os convetores. Estes três últimos são os aparelhos elétricos com menores custos totais de investimento e de consumo de eletricidade.

Com maiores custos, surgem novamente as lareiras elétricas, devido ao seu investimento que ultrapassa os 2200€. Este é um valor que chega a ser quatro vezes maior do que o investimento associado aos aquecedores a gás (catalíticos) e sete vezes maior do que o investimento dos termoventiladores – equipamentos com menor investimento. Assim, as lareiras elétricas demonstram que são equipamentos não viáveis para divisões com áreas elevadas, pois o seu investimento chega a ser mais elevado do que alguns equipamentos para necessidades permanentes.

De seguida são apresentados os resultados relativos aos equipamentos fixos na Tabela 5.20.

Tabela 5.20: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 141m² e os 180m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	12	1167	858	1091
Aquecedor cerâmico	9	354	858	928
Conveter	9	461	858	950
Termoventilador	9	472	858	952
Aquecedor a infravermelhos	15	292	858	916

Tal como referido anteriormente, os aquecedores a infravermelhos são os equipamentos com menores valores de investimento, o que se revela nos custos totais. Para áreas entre 141m² e os 180m² apresentam custos de 916€/ano, com uma diferença de cerca de 12€/ano em relação aos aquecedores cerâmicos. Em termos de conforto térmico os aquecedores cerâmicos constituem uma melhor opção a considerar (AKI, 2013a), no entanto, tendo em conta apenas os custos associados a alternativa a considerar são os aquecedores a infravermelhos. Assim, o simulador vai revelar os aquecedores cerâmicos como a hipótese ótima a considerar, para situações de aquecimento rápido.

Para situações em que se pretenda permanência de calor na divisão a aquecer, o conveter é considerado o equipamento mais viável, com custos totais de 950€/ano.

As placas radiantes para as áreas mencionadas tornam-se equipamentos demasiado dispendiosos, com um investimento superior aos 1100€. Desta forma, apesar de apresentar maior distribuição de calor numa divisão, revelam ser equipamentos a descartar.

Os aquecedores a gás (catalíticos) são os equipamentos a escolher quando não há preferência por equipamentos móveis ou fixos. Esta escolha é baseada nos seus custos reduzidos, no que diz respeito aos equipamentos para aquecimento pontual.

Finalmente, na Tabela 5.21 são revelados os resultados para as divisões com áreas entre os 181m² e os 250m², para os equipamentos móveis.

Tabela 5.21: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos móveis e pontuais, para áreas entre os 181m² e os 250m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Termoventilador	13	454	1191	1282
Termoventilador (cerâmico)	13	795	1191	1350
Irradiador a óleo	10	742	1191	1330
Infravermelhos de chão	21	451	1191	1281
Aquecedores a halogéneo	25	750	1191	1341
Conveter	13	292	1191	1250
Lareira elétrica	13	3180	1191	1827
Aquecedores a parafina (mecha)	6	984	1410	1550
Aquecedores a parafina (eletrónico)	4	2640	1309	1686
Aquecedores a gás (infravermelhos)	10	895	1328	1456
Aquecedores a gás (catalítico)	7	732	984	1089

Para o maior nível de áreas considerado, verifica-se que é seguida a mesma tendência anterior, ou seja, o aquecedor a gás (catalítico) demonstra ser o equipamento com menores custos totais associados (1089€/ano).

Assim, os sete aquecedores catalíticos possibilitam uma poupança de 161€/ano relativamente à utilização de 13 convetores (aparelho elétrico mais poupado) e cerca de 462€/ano, através de um aquecimento com aquecedores a parafina a mecha (equipamento mais poupado, a parafina). Estes aparelhos são viáveis para opção de rapidez de aquecimento, tal como para a permanência de calor na divisão.

Os resultados obtidos para os equipamentos fixos encontram-se apresentados na Tabela 5.22.

Tabela 5.22: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e pontuais, para áreas entre os 181m² e os 250m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Placa radiante	17	1264	1191	1522
Aquecedor cerâmico	13	511	1191	1293
Conveter	13	666	1191	1324
Termoventilador	13	682	1191	1327
Aquecedor a infravermelhos	21	409	1191	1273

Os equipamentos com valores de custos totais inferiores são os aquecedores a infravermelhos e os aquecedores cerâmicos, com custos de 1273€/ano e 1293€/ano, respetivamente.

Pelas razões já apontadas para áreas inferiores, a opção considerada mais viável para um aquecimento rápido de uma divisão com áreas compreendidas entre os 181m² e os 250m² é a utilização de 13 aquecedores cerâmicos (cada um com potência de 2000W). O seu aquecimento é mais rápido que o dos outros equipamentos fixos e o seu investimento é mais acessível, com a exceção dos aquecedores a infravermelhos.

Outra razão para a utilização dos aquecedores cerâmicos é a grande diferença de equipamentos necessários para aquecer a habitação. O aquecimento com aquecedores a infravermelhos proporciona a compra de oito aparelhos a mais do que os aquecedores cerâmicos.

Para a obtenção de calor durante mais tempo na habitação, tal como na análise anterior, propõe-se a escolha de convetores, na medida em que os seus custos totais são de 1324€/ano, sendo capazes de proporcionar mais conforto térmico do que os outros equipamentos apresentados. A exceção são as placas radiantes, no entanto, estas apresentam um investimento muito superior.

As placas radiantes apresentam um investimento que ultrapassa os 1200€ e custos totais de 1522€/ano, sendo que, a diferença para os custos dos convetores é de cerca de 197€/ano. Apesar do maior conforto térmico proporcionado pelas placas radiantes, esta é uma poupança que deve ser tida em consideração.

Para quando é indiferente a utilização de aparelhos móveis ou fixos, os aquecedores a gás (catalíticos) é a hipótese escolhida, pois revela os custos conjuntos de investimento e de consumo energético mais reduzidos.

Concluindo, pela análise dos equipamentos para necessidades pontuais, verifica-se que para áreas inferiores a 25m² os equipamentos elétricos são uma hipótese mais viável do que os aquecedores a gás. Este facto muda quando a dimensão da divisão aumenta, tornando-se a opção pelos aquecedores a gás (catalíticos) mais económica do que os aparelhos elétricos e a parafina.

Estes últimos são equipamentos com grande consumo energético, tal como elevado investimento, não constituindo hipóteses poupadas para o utilizador.

Relativamente aos períodos de retorno associados a cada dimensão das divisões, estes apresentam conclusões semelhantes às apresentadas para divisões menores a 25m².

No próximo subcapítulo são apresentados os resultados relativos às opções para necessidades permanentes de aquecimento numa habitação.

5.3.3. Necessidades permanentes

Os resultados obtidos para as necessidades permanentes de uma habitação encontram-se divididos pelos níveis de áreas da Tabela 4.2, tal como a sua análise. Para cada nível é apresentada a solução mais viável assumida pelo simulador.

Para este tipo de necessidades, a discussão de resultados foi iniciada sem a consideração da instalação de ar condicionado (com bomba de calor), sendo que de seguida este aparelho já foi considerado.

Sem viabilidade de instalação de ar condicionado/bomba de calor

A apresentação e análise de resultados dos equipamentos para as necessidades permanentes vão ser iniciadas pelas situações em que não há viabilidade de ar condicionado. Assim, serão analisados o investimento e consumo energético da salamandra, recuperador de calor, lareira, emissor térmico, acumulador de calor, tal como do aquecimento central a gás natural, butano ou propano.

Na Tabela 5.23 são encontrados esses resultados, para divisões com áreas inferiores a 25m².

Tabela 5.23: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos permanentes, para áreas menores que 25m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	430	476
Recuperador de calor	1	1006	430	480
Lareira	1	796	516	556
Emissor térmico	1	325	472	505
Acumulador de calor	1	400	292	332
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	254	323
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	507	567
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	550	610

Analisando a tabela anterior, é possível verificar que, quando o consumidor não se encontra disposto a instalar aquecimento central, as opções mais poupadas são o acumulador de calor e a salamandra, com os custos totais de 332€/ano e 476€/ano, respetivamente. Sendo que, os cálculos foram efetuados com o valor de tarifa simples para o emissor térmico e com o tarifário do bi-horário ou do tri-horário, das horas de vazio para o acumulador de calor, percebe-se assim que para utilizadores com a tarifa simples, a salamandra é a melhor opção a ser considerada e o acumulador de calor considera-se para os outros tarifários.

O acumulador de calor apresenta um consumo de eletricidade mais reduzido do que o emissor térmico, pelo que a mudança de um tarifário simples para um bi-horário pode ser vantajoso para situações em que o aparelho de aquecimento é ligado, nas horas de vazio. Por outro lado, se ocorrer a situação inversa, um utilizador ter um tarifário bi-horário e não utilizar o aquecedor nas horas de vazio, mas sim nas horas fora de vazio, o consumo eleva-se para o mesmo consumo que o emissor térmico (472€/ano) e para custos totais de 512€/ano.

Não considerando a instalação de aquecimento central, o recuperador de calor e o emissor térmico surgem como o terceiro e quarto equipamento com menores custos totais associados (480€/ano e 505€/ano, respetivamente), devido ao seu elevado investimento (no recuperador de calor - 1006€) e elevado consumo de eletricidade (no emissor térmico - 472€/ano).

Relativamente à lareira, esta apresenta o consumo energético mais elevado (quando não se considera a instalação de aquecimento central), ultrapassando os 515€/ano. Estes resultados demonstram, assim, que a lareira convencional é um equipamento que não deve ser considerado para o aquecimento de uma habitação, pois existem opções muito mais económicas e seguras que esse aparelho.

Para consumidores que considerem a instalação de aquecimento central, esta opção com uma caldeira de gás natural torna-se a mais viável, pois apresenta valores de custos totais de investimento de consumo energético mais reduzidos do que os outros equipamentos considerados.

Relativamente aos períodos de retorno inerentes à substituição dos equipamentos para necessidades de aquecimento permanente, verifica-se que a substituição de um acumulador de calor por qualquer outro equipamento não é compensatório, devido ao baixo consumo associado a este e aos elevados investimentos associados ao aquecimento central e aquecimento a lenha.

Em relação à salamandra, a sua substituição por um acumulador de calor permite um período de retorno de cerca de 3 anos, sendo que, a substituição por um emissor térmico (período de retorno de -7,7 anos) ou aquecimento central com caldeira a butano ou propano (período de retorno negativo) não é uma solução que compense o investimento aplicado. A substituição de uma salamandra pelo aquecimento central com caldeira a gás natural pode ser uma alternativa, na medida em que o seu período de retorno é de cerca de 8 anos, no entanto, esta só seria uma hipótese a considerar no caso de necessidade de AQS.

Finalmente, o aquecimento central com caldeira a gás natural é uma opção em que não é viável a sua substituição, pois os períodos de retorno associados à substituição dos outros equipamentos por este são negativos.

Seguidamente, na Tabela 5.24, são revelados os resultados relativos às divisões com áreas compreendidas entre os 25m² e os 40m².

Tabela 5.24: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos permanentes, para áreas entre os 25m² e os 40m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	688	734
Recuperador de calor	1	1006	688	738
Lareira	1	796	826	866
Emissor térmico	2	649	755	820
Acumulador de calor	2	799	468	548
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	406	475
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	811	871
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	880	940

Segundo a Tabela 5.24, o aquecimento central com caldeira a gás natural é a opção com menores custos totais associados com um valor de 475€/ano, apesar de ser o equipamento com o investimento mais elevado (1382€). O aquecimento central com uma caldeira a butano ou a propano proporciona custos aproximadamente duas vezes mais elevados do que o gás natural.

Para as situações em que o utilizador não pretende instalar aquecimento central, a alternativa são o acumulador de calor (para a tarifa do bi-horário ou do tri-horário) e a salamandra (para a tarifa simples). O emissor térmico proporciona um aumento de 86€/ano de custos totais, em relação à salamandra, para as áreas referidas.

A Tabela 5.25 apresenta os resultados obtidos para divisões com áreas entre os 41m² e os 60m², na impossibilidade de utilização de ar condicionado.

Tabela 5.25: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos permanentes, para áreas entre os 41m² e os 60m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	1032	1078
Recuperador de calor	1	1006	1032	1082
Lareira	1	796	1239	1278
Emissor térmico	3	974	1133	1230
Acumulador de calor	2	799	702	781
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	609	678
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	1217	1277
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	1320	1380

Para quando não interessa a instalação de aquecimento central, os resultados apresentados revelam novamente que o acumulador de calor é a opção mais indicada para situações em que a tarifa de eletricidade é o bi-horário ou o tri-horário. Para o aquecimento de divisões que se encontram entre os 41m² e os 60m², dois acumuladores de calor gastam 702€/ano de eletricidade, apresentando custos totais de 781€/ano.

Em situações de tarifa simples de eletricidade, a opção pela salamandra revela maior poupança de energia do que o emissor térmico. Assim, permite uma poupança de cerca de 152€/ano, além de proporcionar maior conforto térmico à divisão.

Por outro lado, quando um consumidor está disposto a instalar aquecimento central, a opção com custos totais mais reduzidos é o aquecimento central com caldeira a gás natural. Esta solução proporciona a poupança de 103€/ano, em relação ao acumulador de calor e de 400€/ano, em relação à opção da salamandra.

De seguida são apresentados os resultados obtidos para divisões com áreas entre os 61m² e os 80m², na Tabela 5.26.

Tabela 5.26: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 61m² e os 80m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	1376	1422
Recuperador de calor	1	1006	1376	1427
Lareira	1	796	1652	1691
Emissor térmico	4	1299	1525	1654
Acumulador de calor	3	1199	944	1064
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	812	881
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	1622	1682
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	1760	1820

De acordo com a Tabela 5.26, as conclusões que se retiram acerca dos resultados obtidos são semelhantes às adquiridas para as áreas compreendidas entre 41m² e os 60m².

As diferenças revelam-se nas poupanças de custos obtidas, pela utilização de uns aparelhos em detrimento de outros.

Assim, os acumuladores de calor são os equipamentos com menores custos totais – para situações em que não se considera a instalação de aquecimento central – sendo que, consomem 944€/ano de energia elétrica, enquanto, os emissores térmicos apresentam um consumo de 1525€/ano. No que diz respeito ao aquecimento a lenha, a salamandra e o recuperador de calor possuem um consumo mais reduzido que os emissores térmicos.

Se for considerada a instalação de aquecimento central, a opção por uma caldeira a gás natural proporciona uma poupança de cerca de 183€/ano, relativamente ao acumulador de calor e de cerca de 541€/ano, em relação à utilização de uma salamandra.

Na Tabela 5.27 são apresentados os resultados obtidos para divisões com áreas entre os 81m² e os 120m².

Tabela 5.27: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 81m² e os 120m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	2064	2110
Recuperador de calor	1	1006	2064	2115
Lareira	1	796	2477	2517
Emissor térmico	6	1948	2287	2482
Acumulador de calor	4	1598	1416	1576
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	1218	1287
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	2433	2493
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	2640	2700

A análise da tabela anterior permite perceber que os acumuladores de calor proporcionam o gasto de eletricidade de 1416€/ano, em contraposição de 2287€/ano dos emissores térmicos.

Estes resultados revelam, assim, que a opção pela tarifa simples de eletricidade pode gerar maiores custos económicos que a opção pela tarifa bi-horária ou tri-horária. Visto que os acumuladores de calor são equipamentos que durante o período do vazio acumulam calor, para este ser libertado mais tarde, através de uma adaptação ao seu funcionamento, o consumidor pode fazer grandes poupanças económicas.

Em relação aos emissores térmicos, como estes apresentam valores de custos mais elevados do que a salamandra ou um recuperador de calor, a escolha deve recair sobre estes últimos, pois é permitida uma poupança total de cerca de 372€/ano.

No entanto, o aquecimento central com caldeira a gás natural é uma opção que proporciona os custos totais mais reduzidos, pelo que para um consumidor disposto a investir na sua instalação, esta constitui a solução mais poupada.

As próximas tabelas (Tabela 5.28, Tabela 5.29 e Tabela 5.30) apresentam os resultados obtidos para divisões com áreas entre os 121m² e os 140m², 141m² e os 180m² e 181m² e os 250m².

Tabela 5.28: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 121m² e os 140m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	2408	2455
Recuperador de calor	1	1006	2408	2459
Lareira	1	796	2890	2930
Emissor térmico	7	2273	2668	2895
Acumulador de calor	5	1998	1652	1852
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	1421	1490
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	2839	2899
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	3080	3140

Tabela 5.29: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 141m² e os 180m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	3097	3143
Recuperador de calor	1	1006	3097	3147
Lareira	1	796	3716	3756
Emissor térmico	9	2922	3430	3723
Acumulador de calor	6	2397	2124	2364
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	1827	1896
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	3650	3710
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	3960	4020

Tabela 5.30: Investimento, consumos energéticos e custos totais dos equipamentos fixos e permanentes, para áreas entre os 181m² e os 250m²

Equipamentos	Quantidade de equipamentos (#)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	1	921	4301	4347
Recuperador de calor	1	1006	4301	4351
Lareira	1	796	5161	5201
Emissor térmico	13	4220	4764	5187
Acumulador de calor	8	3196	2950	3270
Aquecimento central com caldeira a gás natural	-	1382	2537	2606
Aquecimento central com caldeira a gás butano	-	1201	5069	5129
Aquecimento central com caldeira a gás propano	-	1201	5500	5560

Analisando as tabelas anteriores conclui-se que o acumulador de calor continua a ser o equipamento com menores custos totais envolvidos, seguindo-se a salamandra e o recuperador de calor, o emissor térmico e, por fim, a lareira – para situações em que o utilizador não pretende instalar aquecimento central.

A salamandra e o recuperador de calor são equipamentos com elevado conforto térmico, ou seja, proporcionam uma agradável distribuição de calor por toda a divisão a aquecer. Para além disso, possuem o consumo de energia mais reduzido, se o utilizador não possui o tarifário bi-horário ou tri-

horário na sua residência. Pelo contrário, as lareiras proporcionam um consumo energético mais inacessível, não sendo uma opção viável a considerar, além de não ser um equipamento seguro.

A opção pelo aquecimento central com caldeira a gás natural é a mais viável para quem está disposto a instalá-lo, pois apresenta um baixo consumo na fatura energética de gás natural, devido aos preços acessíveis deste combustível.

Ainda no contexto dos aparelhos que podem ser considerados para um aquecimento permanente, excluindo o ar condicionado (com bomba de calor) ou aquecimento central com bomba de calor, pode-se verificar que a utilização da fonte de energia *pellets* reduz os custos totais associados às salamandras, pois apresenta um menor consumo de energia, por dia. Na Tabela 5.31 encontram-se os resultados associados à utilização de uma salamandra a *pellets*.

Tabela 5.31: Investimento, consumo energético e custos totais associados às diferentes áreas para aquecimento com uma salamandra a pellets

Área (m ²)	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
<25	1854	338	431
25 - 40	1854	541	633
41 - 60	1854	811	904
61 - 80	1854	1081	1174
81 - 120	1854	1622	1715
121 - 140	1854	1892	1985
141 - 180	1854	2433	2526
181 - 250	1854	3379	3472

Assim, conclui-se que os custos totais são mais reduzidos com a utilização de uma salamandra a *pellets* do que com a utilização de lenha, sendo que no último nível de áreas, a poupança chega a ser de, aproximadamente, 875€/ano.

O investimento associado a uma salamandra a *pellets* chega a ser o dobro do investimento de uma salamandra a lenha, no entanto, o seu baixo consumo possibilita uma poupança de energia elevada.

Concluindo, constatou-se que o acumulador de calor é uma hipótese muito económica e confortável, constituindo a melhor opção para situações de inviabilidade de instalação de ar condicionado e de aquecimento central. No entanto, a utilização deste equipamento só é proveitosa se o utilizador não possuir tarifa de eletricidade simples e se souber tirar o maior proveito dos preços associados às horas do vazio.

Relativamente ao emissor térmico, este é um aparelho que apresenta valores de custos totais de investimento e consumo energético que ultrapassam os custos dos salamandras ou recuperadores de calor, pelo que estes tornam-se uma opção ótima, nestas situações.

Por fim, as lareiras são aparelhos que apresentam consumos elevados, comparando com a salamandra e o recuperador de calor que possuem a mesma fonte de energia considerada barata – a lenha. Todavia, o rendimento das lareiras abertas é reduzido, o que torna esta hipótese uma solução inviável.

O aquecimento central com caldeira a gás natural é uma solução poupada a nível de consumo energético, sendo que, este facto compensa, a médio prazo, o investimento envolvido na instalação deste equipamento.

No que diz respeito aos períodos de retorno, conclui-se que a mesma tendência demonstrada para as divisões com áreas menores a 25m² foi seguida para áreas superiores a este valor.

Com viabilidade de instalação de ar condicionado com bomba de calor

Os próximos resultados dizem respeito a situações de viabilidade de ar condicionado (com bomba de calor). Assim, é feita uma comparação entre os equipamentos considerados nos resultados anteriores referentes às necessidades permanentes (acumulador de calor, emissor térmico, salamandra, recuperador de calor, lareira e aquecimento central com caldeira), acrescentando-se o ar condicionado e o aquecimento central com bomba de calor.

Numa primeira análise são apresentados os resultados referentes ao aquecimento de uma divisão, depois de duas divisões e, por fim, de mais de duas divisões. Para o aquecimento de mais de divisão, os resultados consideram a soma total das áreas das divisões.

Na Tabela 5.32 são encontrados esses resultados, para uma divisão com área inferior a 25m².

Tabela 5.32: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas menores que 25m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Salamandra	921	430	476
Recuperador de calor	1006	430	480
Lareira	796	516	556
Emissor térmico	325	472	505
Acumulador de calor	400	292	332
Ar condicionado	835	118	174
Aquecimento central com bomba de calor	5310	118	472
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	254	323
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	507	567
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	550	610

Pela análise da tabela anterior é possível verificar que o ar condicionado destaca-se com o total de custos de 174€/ano, associado ao seu baixo consumo de energia.

Apesar de o aquecimento central com bomba de calor apresentar um consumo idêntico ao do ar condicionado (com bomba de calor), pois assumiu-se que os seus COP's seriam iguais, o seu investimento é muito superior, pelo que este é assim o equipamento com elevados custos totais apresentados (472€/ano).

A segunda opção mais poupada é o aquecimento central com caldeira a gás natural com custos totais de 323€/ano.

Visto que, o simulador não abrange as AQS, a opção que é considerada como mais viável para as condições mencionadas é o ar condicionado *mono-split*. No entanto, para consumidores que pretendam também o aquecimento de águas, o aquecimento central com caldeira a gás natural é uma opção a considerar, na medida em que a diferença de custos entre os dois equipamentos é de 149€/ano. Isto significa que este valor pode compensar se o utilizador não possuir um sistema para as mencionadas AQS.

O aquecimento central com caldeira a gás butano ou gás propano apresentam consumos energéticos mais elevados do que todos os outros equipamentos (com a exceção da lareira, que tem um consumo de energia menor que o aquecimento central com cal a gás butano), o que se reflete nos seus custos totais, que são três vezes mais elevados do que o ar condicionado.

Comparando com a solução apresentada para a inviabilidade de ar condicionado/bomba de calor, verifica-se que este último permite uma poupança de 158€/ano em relação ao acumulador de calor e de 302€/ano em relação à salamandra.

Para que a diferença seja mais visível, na Figura 5.1 é apresentado um gráfico com os custos totais do aquecimento permanente, para áreas menores que 25m².

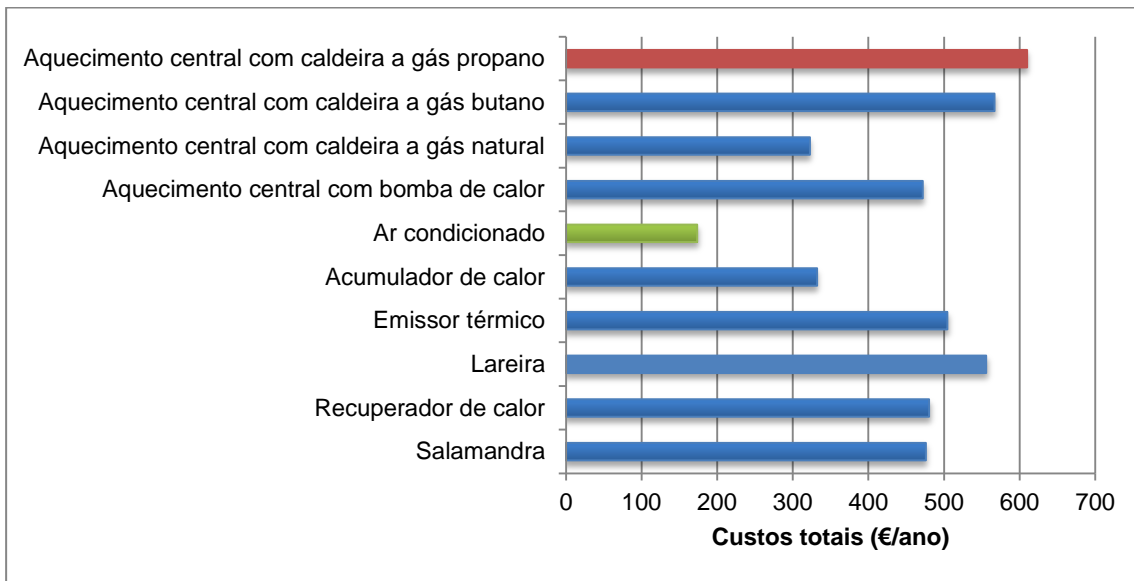


Figura 5.1: Comparação de custos totais entre os equipamentos para necessidades permanentes, para áreas menores que 25m²

Analisando os períodos de retorno associados à substituição do ar condicionado ou do aquecimento central, é possível apurar que a substituição do ar condicionado não é uma solução que compense a um utilizador. Pelo contrário, a substituição do aquecimento central com caldeira a gás natural pelo ar condicionado é uma opção que pode vir a compensar, no entanto, só a partir dos seis anos de utilização (valor referente ao período de retorno associado). Pelo contrário a substituição de uma caldeira a butano ou a propano é uma opção que compensa depois dos dois anos de utilização.

Considerando o aquecimento de duas divisões, deve ser tida em conta a média de investimento de ar condicionado multi-split para duas divisões, sendo que, este aumenta para 1170€, o que revela custos totais de 196€/ano. Este valor é mais reduzido do que o valor do aquecimento central com caldeira a gás natural (segunda opção com valores mais baixos), pelo que também para o aquecimento de duas divisões o ar condicionado é a opção a escolher.

Para o aquecimento de mais de duas divisões considerou-se um investimento de 2199€ do ar condicionado, pelo que os custos totais associados são de 265€/ano. Este valor continua a ser mais reduzido do que os custos totais dos outros equipamentos, pelo que para áreas menores que 25m² o simulador apresenta o ar condicionado como a solução mais viável a ser considerada, independentemente da quantidade de divisões a aquecer.

Os valores de aquecimento central foram considerados os mesmos, para qualquer número de divisões a aquecer, pois são equipamentos com elevadas potências.

De seguida, apresentam-se os resultados relativos a uma divisão com uma área entre os 25m² e os 40m², os 41m² e os 60m² e entre os 61m² e os 80m² (Tabela 5.33, Tabela 5.34 e Tabela 5.35). Nestas tabelas não são apresentados os resultados obtidos para o acumulador de calor, o emissor térmico, a salamandra, o recuperador de calor e a lareira, pois estes equipamentos revelam valores de custos totais mais elevados do que o aquecimento central e ar condicionado.

Tabela 5.33: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 25m² e os 40m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Ar condicionado	835	189	244
Aquecimento central com bomba de calor	5310	189	543
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	406	475
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	811	871
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	880	940

Tabela 5.34: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 41m² e os 60m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Ar condicionado	835	283	339
Aquecimento central com bomba de calor	5310	283	637
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	609	678
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	1217	1277
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	1320	1380

Tabela 5.35: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 61m² e os 80m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Ar condicionado	835	381	437
Aquecimento central com bomba de calor	5310	381	735
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	812	881
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	1622	1682
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	1760	1820

A Tabela 5.34 demonstra a mesma tendência revelada na Tabela 5.32, ou seja, os custos totais associados ao investimento e consumo energético são mais reduzidos para o ar condicionado. Assim, é a opção mais viável e económica a considerar com um total de custos de 244€/ano.

A alternativa é a instalação de aquecimento central a gás natural, com uma diferença de custos totais de cerca de 231€/ano, em relação ao ar condicionado. No entanto, com esta opção é possível obter também a função de AQS.

Nas Tabelas 5.35 e 5.36 são encontrados os resultados associados às áreas entre os 41m² e os 60m² e os 61m² e os 80m², sendo que, para divisões com estas dimensões o ar condicionado continua a ser a melhor alternativa a ser considerada. No entanto, o aquecimento central a gás natural deixa de ser a hipótese mais poupada do que o aquecimento central com bomba de calor. Assim, a opção da bomba de calor em detrimento do gás natural permite uma poupança de cerca de 41€/ano e de 146€/ano, respetivamente.

Os maiores custos encontram-se associados ao aquecimento central a gás butano ou gás propano, devido ao elevado consumo de energia que estes gases proporcionam.

Para aquecer duas e mais de duas divisões, foi tido em conta o mesmo investimento associado a áreas inferiores a 25m² (1170€ e 2199€, respetivamente), sendo que, foram obtidas as mesmas conclusões. O ar condicionado apresenta os valores de custos totais mais reduzidos, de entre os restantes equipamentos para as necessidades permanentes, para as áreas entre os 25 m² e os 80m².

Os resultados obtidos para o aquecimento de uma divisão com a área entre os 81m² e os 120m² e entre os 121m² e os 140m² encontram-se na Tabela 5.36 e na Tabela 5.37 , respetivamente.

Tabela 5.36: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 81m² e os 120m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Ar condicionado	1170	572	650
Aquecimento central com bomba de calor	5310	572	926
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	1218	1287
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	2433	2493
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	2640	2700

Tabela 5.37: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 121m² e os 140m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Ar condicionado	1170	667	745
Aquecimento central com bomba de calor	5310	667	1021
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	1421	1490
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	2839	2899
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	3080	3140

Visto que a partir dos 81m² é necessária a colocação de mais do que um aparelho de ar condicionado, devido à sua potência máxima de 8kW, para áreas até aos 140m² foi assumida a colocação de aparelhos multi-split, para duas divisões. Assim, o investimento associado ao ar condicionado aumenta para o valor de 1170€/ano. A alternativa seria a colocação de dois equipamentos mono-split, no entanto, essa hipótese iria representar um valor mais elevado, de cerca de 1669€/ano.

Apesar de o seu investimento ter sido aumentado, o ar condicionado continua a representar a solução mais económica a ser colocada para o aquecimento de uma divisão.

Relativamente ao aquecimento de duas divisões com o somatório total de áreas compreendido entre os 81m² e os 140m², foi considerado um investimento de aparelhos de ar condicionado multi-split para mais de duas divisões, ou seja, 2199€. Este investimento indica um aumento de custos totais para 718€/ano para áreas entre os 81m² e os 120m² e de 814€/ano para áreas entre os 121m² e os 140m².

Para aquecer mais de duas divisões, assumiu-se a utilização de um ar condicionado multi-split e de outro aparelho mono-split. O valor de investimento associado é de 3033€, sendo que este valor é para o aquecimento de, pelo menos, três divisões. Os valores devem ser ajustados consoante o número de divisões pretendidas, podendo assim o investimento ser maior do que o apresentado. A este investimento associa-se um custo total de 774€/ano e de 869€/ano, para divisões de dimensões entre os 81m² e os 120m² e entre os 121m² e os 140m², respetivamente.

Assim, tal como para as áreas anteriores, o ar condicionado apresenta valores mais reduzidos de custos totais, tornando-se a opção que o simulador considera como ótima.

Para divisões com dimensões superiores a 140m², é exigida a colocação de aparelhos de ar condicionado multi-split, para mais de duas divisões, sendo esses resultados apresentados nas Tabelas 5.38 e 5.40.

Tabela 5.38: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 141m² e os 180m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Ar condicionado	2199	858	1004
Aquecimento central com bomba de calor	5310	858	1212
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	1827	1896
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	3650	3710
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	3960	4020

Tabela 5.39: Investimento, consumos energéticos e custos totais do ar condicionado e aquecimento central, para áreas entre os 181m² e os 250m², para uma divisão

Equipamentos	Investimento (€)	Consumo energético (€/ano)	Custos totais (€/ano)
Ar condicionado	2199	1191	1338
Aquecimento central com bomba de calor	5310	1191	1545
Aquecimento central com caldeira a gás natural	1382	2537	2606
Aquecimento central com caldeira a gás butano	1201	5069	5129
Aquecimento central com caldeira a gás propano	1201	5500	5560

O investimento associado ao ar condicionado para as áreas referidas ascende para os 2199€, no entanto, os seus consumos de energia são mais reduzidos do que os outros equipamentos, o que conduz a valores de custos totais mais poupados, cerca de 1004€/ano e 1338€/ano, para áreas compreendidas entre os 141m² e os 180m² e entre os 181m² e os 250m², respetivamente.

Para consumidores que não possuem um equipamento para AQS, a colocação de aquecimento central com bomba de calor pode ser uma alternativa viável, pois este conjuga essa função com o aquecimento da habitação. No entanto, a opção pelo ar condicionado permite uma poupança na fatura energética de cerca de 207€/ano, para as dimensões da habitação referidas.

No que diz respeito ao aquecimento de duas divisões, para divisões entre os 141m² e os 180m², os resultados obtidos tiveram em conta a colocação de três aparelhos de ar condicionado multi-split 2x1 (1169€ para cada aparelho). Assim, o investimento total dos equipamentos conduz a um total de custos de 1092€/ano. A diferença revelada entre a utilização destes aparelhos e o aquecimento central com bomba de calor é de 120€.

O aquecimento de três ou mais divisões pressupõe o investimento conjunto de dois aparelhos de ar condicionado multi-split para mais de duas divisões e um aparelho de ar condicionado mono-split. O investimento total é de 5232€, sendo que, o consumo associado é o apresentado na Tabela 5.38, 857,61€/ano. Depois do cálculo de custos totais, por ano, verifica-se que estes são de 1207€/ano, valor 5€/ano mais poupado do que o aquecimento central com bomba de calor.

Neste caso, o simulador assume que a melhor opção será a instalação de aquecimento central com a bomba de calor. Embora, os custos totais do ar condicionado sejam mais reduzidos, com o aquecimento central existe a possibilidade de conjugar o aquecimento da habitação com as AQS, além de proporcionar maior conforto térmico (Leroy Merlin, 2010).

Finalmente, o aquecimento de divisões com áreas entre os 181m² e os 250m² pressupõe também um investimento de 3033€ e de 5232€, para aquecer duas e mais de duas divisões, respetivamente. Desta forma, os custos associados ao ar condicionado são de 1425€/ano e de 1540€/ano.

Para o aquecimento de duas divisões a solução ótima considerada é o ar condicionado, no entanto, para mais de duas divisões é o aquecimento central com bomba de calor, pelas razões já apontadas.

É importante referir que os cálculos efetuados para os equipamentos elétricos não têm em conta os custos associados à potência contratada, sendo que, dependendo desta última os custos poderão sofrer algum aumento.

Os resultados apresentados demonstram alguns aspetos tendenciais em diferentes áreas.

Para o aquecimento e arrefecimento de uma habitação, a opção pelo ar condicionado portátil só é viável em situações de inviabilidade de instalação de um aparelho fixo. Isto porque, os aparelhos fixos com um COP elevado apresentam consumos de energia mais baixos do que os aparelhos móveis, resultando num custo total também mais reduzido. Assim, a mudança de um aparelho de ar condicionado fixo para um móvel não é rentável, nem compensatório.

Em relação ao aquecimento da residência, verificou-se que os equipamentos mais considerados como melhores hipóteses para aquecer divisões foram os aparelhos com fonte energética de eletricidade, gás butano e energias renováveis.

Para o aquecimento pontual, os aparelhos a eletricidade revelaram que, no geral, apresentam investimentos mais reduzidos do que os aquecedores a gás (neste caso, os catalíticos), embora estes últimos consumam menos energia, por hora.

No aquecimento permanente, o ar condicionado demonstra ser o aparelho com consumos mais reduzidos (se for escolhido um equipamento com nível de classe etiqueta energética elevada), sendo que, fazendo uma comparação de custos entre a escolha de aquecimento e arrefecimento e a opção de somente aquecimento a diferença ainda pode ser considerada significativa, para divisões com dimensões elevadas. A diferença para divisões com menos de 25m^2 é de quase 79€/ano , podendo chegar a uma diferença de 794€/ano , para divisões com áreas entre os 180m^2 e os 250m^2 .

Ainda no aquecimento permanente verificou-se que o aquecimento central com gás natural é uma solução mais barata do que o gás butano ou propano, sendo uma das fontes de energia mais baratas, a seguir ao ar condicionado e à biomassa.

6. Conclusões

6.1. Considerações finais

Atualmente, a procura por uma maior sustentabilidade no mundo tem aumentado, no entanto, também as necessidades humanas sofreram alterações, aumentando a necessidade de conforto nas habitações domésticas. Estas necessidades são refletidas na escolha de equipamentos selecionados para estas funções, que muitas vezes assentam na exploração dos combustíveis fósseis. Foi neste contexto que surgiram os objetivos da presente dissertação.

O principal objetivo relaciona-se com o desenvolvimento de um simulador de apoio à decisão na seleção de equipamentos ativos de climatização. A ferramenta criada pretende ao consumidor obter respostas eficientes e com valores de investimento mais reduzidos, tendo em consideração a necessidade de climatização e outros fatores de caracterização da habitação e de energia, já existentes. Apesar de ser um simulador inovador, pois não existe no mercado da climatização, este foi desenvolvido no Microsoft Excel, o que possibilita uma facilidade de compreensão e adaptação, por parte dos utilizadores.

Outro objetivo preponderante nesta dissertação foi a preocupação com a eficiência energética no setor doméstico, sendo esta focada na maior utilização de equipamentos com FER e na adoção de medidas/comportamentos que proporcionem um maior tempo de vida útil aos equipamentos, tal como maior poupança de energia.

Através dos resultados obtidos em relação aos aparelhos de climatização mais indicados para cada nível de área das divisões e consoante as necessidades pontuais ou permanentes do consumidor foi possível tirar várias conclusões acerca das fontes de energia mais poupadas (a nível económico e ambiental), tal como equipamentos mais indicados para determinadas funções.

Relativamente à necessidade de aquecimento e arrefecimento de uma residência, concluiu-se que a opção pelo ar condicionado fixo em detrimento do ar condicionado móvel possibilita uma poupança energética significativa. Um equipamento móvel possui um investimento mais acessível – apesar de a diferença ser pequena - no entanto, o seu consumo é mais elevado, tornando a seleção do equipamento fixo mais acessível, fazendo um somatório de custos totais.

Esta conclusão aplica-se para divisões pequenas, sendo a diferença de custos bastante significativa para divisões com dimensões mais elevadas. Em termos de percentagem, verifica-se assim um aumento de custos de cerca de 20%, quando se opta por um equipamento portátil.

O aquecimento central com bomba de calor, apesar dos seus baixos consumos, ainda apresenta um investimento verdadeiramente inacessível para os consumidores, sendo a sua média de 5310€, um valor muito superior ao do ar condicionado. Assim, para o aquecimento de uma divisão, esta não é uma opção válida porque os seus custos totais ultrapassam os valores do ar condicionado (com bomba de calor).

A escolha do aquecimento central, para uma divisão, aumenta os valores de custos totais em cerca de 54% para áreas pequenas (menores que 25m²), em detrimento do ar condicionado fixo, sendo que esta percentagem diminui progressivamente para áreas mais elevadas. Para habitações com 250m², este aumento é de apenas 9%, o que em situações em que se pretende conciliar as AQS, o valor pode ser menor ou até mesmo compensar ao consumidor.

Para somente aquecer uma residência existem, no mercado, mais equipamentos a considerar, pelo que a escolha é tornada mais complicada. Assim, necessidades pontuais e permanentes devem ser distinguidas.

As necessidades pontuais (consideradas nesta dissertação com uma utilização máxima de duas horas, por dia) são, possivelmente, as que mais dificuldades criam a um utilizador. Ao longo do desenvolvimento do simulador esta conclusão ficou acentuada, pois existem muitos fatores que podem estar na base de uma decisão de aquecimento pontual, como a rapidez de aquecimento, o conforto térmico, o nível de ruído e os períodos do dia a que se pretende obter aquecimento.

Assim, a ferramenta realizada contou, principalmente, com a rapidez de aquecimento pretendida, o conforto térmico e com os custos associados, visto que, os outros fatores são mais difíceis de quantificar e dependem de indivíduo para indivíduo. Apesar de se ter dado maior importância ao fator dos custos de fatura energética e de investimento associado a cada equipamento de climatização, a eficiência energética também foi uma condição para a escolha das melhores alternativas.

No mercado, existe uma grande variedade de equipamentos elétricos destinados ao aquecimento de divisões por curtos períodos de tempo e com a ocorrência de aquecimento assim que o equipamento é ligado. O termoventilador demonstrou ser o equipamento com um aquecimento muito rápido e, além disso, possui preços muito acessíveis, sendo mesmo o aparelho com o valor de investimento mais reduzido, de 9,99€.

Face ao exposto, o termoventilador revela ser o equipamento mais indicado para uma necessidade pontual. No entanto, também existe a alternativa de obter calor na divisão, com um aquecimento mais lento, mas com maior tempo de permanência. Nestes casos, concluiu-se que o irradiador a óleo é o aparelho indicado para esta função, apesar de suportar um investimento mais elevado que o termoventilador. Embora estes sejam aparelhos que permitem uma poupança energética e sem emissão de GEE (diretamente na habitação), para áreas maiores que 25m², o aquecedor a gás (catalítico) demonstrou um menor consumo de gás butano, em detrimento de todos os outros aparelhos considerados. Além do baixo consumo, os aquecedores a gás não obrigam o consumidor a elevar a sua potência contratada, o que pode acontecer na escolha de um equipamento elétrico.

Pelo contrário, embora os aquecedores a parafina proporcionem um rápido aquecimento da habitação, o seu investimento não compensa a sua utilização, tal como o seu consumo que é superior aos aparelhos com fonte de energia a eletricidade e o gás.

Para consumidores que preferem aparelhos fixos, os resultados demonstram que o aquecedor cerâmico e a placa radiante são os equipamentos que mais rápido aquecem e maior permanência de calor proporcionam, respetivamente. A partir dos 60m² a opção pelas placas radiantes deixa de ser viável devido ao seu elevado investimento, podendo ser uma alternativa o convetor.

Uma dificuldade encontrada na definição das hipóteses ótimas foi a incapacidade de hierarquizar os fatores a ter em consideração, quando são tantas as opções existentes. Sendo esta uma dissertação focada na eficiência energética, as soluções encontram-se destinadas para este efeito, no entanto, outras soluções podem ser consideradas consoante as necessidades individuais de cada um.

Em relação às necessidades permanentes de um consumidor concluiu-se que o ar condicionado é a hipótese com os mais baixos consumos energéticos. Tal como se verificou no aquecimento e arrefecimento, esta é uma solução que necessita de vários cuidados para um bom funcionamento, sendo que a sua escolha deve ser feita tendo em conta a sua etiqueta energética. O ar condicionado demonstrou ser o equipamento com maior eficiência energética e menores custos de fatura energética, pelo que esta revelou-se a melhor alternativa tanto em termos da eficiência energética, tal como em termos económicos.

Em casos em que não é escolhido um aparelho de ar condicionado do tipo “inverter” e a classe de eficiência energética é baixa, tal como o seu COP, a escolha do ar condicionado pode não ser tão acessível nem viável, tornando-se o aquecimento central com caldeira a gás natural uma alternativa importante. Esta alternativa pode, ainda, tornar-se mais adequada se o consumidor pretender o aquecimento de várias divisões da casa e AQS.

No aquecimento permanente é ainda de referenciar o acumulador de calor, que sendo utilizado com o tarifário do bi-horário ou do tri-horário no período do vazio, pode ser um aparelho com baixo consumo. Um utilizador que saiba tirar partido deste equipamento pode conseguir grandes valores de poupança energética.

Também os equipamentos a lenha ou *pellets* apresentam um elevado potencial de poupança energética, sendo que, os seus preços de consumo podem chegar a ser mais baixos do que o ar condicionado fixo, quando este não possui as condições ideais. A biomassa é fonte de energia mais barata, no entanto, à utilização destes aparelhos encontra-se associada a emissão de gases como o monóxido de carbono.

A instalação de aquecimento central com caldeira a gás natural também é uma hipótese com baixos custos totais de investimento e de consumo de energia, surgindo como alternativa aos consumidores que não pretendem adquirir um equipamento de ar condicionado.

Por último, uma comparação entre os custos totais de aquecimento e arrefecimento e de apenas aquecimento demonstra que existe um potencial de poupança energética de cerca de 40%, se o consumidor optar somente por aquecer a sua habitação. A percentagem de redução é um valor elevado, sendo então de concluir que o arrefecimento deve ser uma opção a colocar de parte ou a sua utilização deve ser reduzida.

Finalizando, atualmente existe uma grande diversidade de escolhas no mercado português de climatização, sendo necessário um estudo prévio das necessidades da habitação e do próprio consumidor para ser conhecido o equipamento que melhor se adapta às condições pretendidas.

Esta dissertação teve como finalidade dar algum auxílio nessa escolha, revelando as escolhas com menores consumos associados e que permitem conciliar o aspeto económico com o ambiental.

Com o avanço tecnológico e a melhoria de qualidade de vida, já é possível apresentar à sociedade moderna, alternativas sustentáveis sem que para isso seja posto em causa o seu conforto térmico. Através de um maior interesse em procurar soluções e de um maior estudo da própria habitação, os consumidores podem obter respostas que os satisfaçam.

Importa também reforçar que a maior satisfação pode ser obtida através do desenvolvimento de edifícios desenhados de acordo com uma componente de climatização passiva. Este passo permite a minimização de gastos energéticos, através da não utilização de equipamentos ativos.

A integração de energias renováveis nos edifícios é outro passo estratégico que pode ser preponderante na promoção da eficiência energética, na medida em que pode permitir uma menor dependência energética do país, o que se reflete na economia nacional e no próprio meio ambiente.

6.2. Limitações do simulador desenvolvido

Ao longo da criação do simulador apresentado verificou-se que este apresenta diversas limitações e características que necessitam de ser aperfeiçoadas. De seguida são apresentadas essas limitações:

- O simulador não permite fazer uma comparação de resultados, quando um utilizador já possui um equipamento de climatização. Assim, são necessárias duas simulações para a mesma divisão, quando se pretende substituir um equipamento e verificar se esta possibilidade é compensatória. Neste caso, o simulador só apresenta uma resposta em relação ao período de retorno envolvido;
- Apesar de ser um simulador projetado com uma componente ambiental, esta componente necessita de uma maior exploração, na medida em que não são abordadas comparações entre fontes de energia;
- Os equipamentos apenas projetados para as AQS, como os coletores solares, não são abordados nesta dissertação, pelo que esta revela ser uma limitação de alguma relevância na obtenção de uma decisão de acordo com as necessidades do utilizador. Ao longo da análise e discussão de resultados são apresentadas sugestões para a conciliação das AQS e da climatização da habitação, no entanto, o simulador não apresenta uma solução tendo em conta este aspeto;
- Não é abordada a contribuição da localização da habitação;
- As questões abordadas pelo simulador foram consideradas as mais relevantes na tomada de decisão por um equipamento de climatização, no entanto, estas podem variar de indivíduo para indivíduo.

6.3. Desenvolvimentos futuros

Ao longo da dissertação foi possível verificar que outras componentes poderiam ser integradas no simulador desenvolvido, no entanto, por ser um estudo mais complexo e também por ser necessário um maior período de tempo para o seu desenvolvimento, esses aspetos não foram abordados.

A climatização de uma habitação inclui a parte passiva, tal como a ativa. A presente dissertação apenas contempla esta última. A climatização passiva necessita de estudos mais específicos das habitações, que se tornam mais complicados de estimar. Além deste motivo, para este estudo já

foram criadas ferramentas que são capazes de mostrar aos consumidores os gastos associados às suas residências. Um exemplo é a “Casa +”, uma ferramenta desenvolvida pela ADENE, que tem como objetivo o utilizador descrever a sua habitação, no que diz respeito às paredes, pavimento, coberturas, vãos envidraçados, ventilação, sistemas de climatização ativa, AQS e utilização de energias renováveis. A partir desta informação é obtida uma classe energética da habitação e os consumos de energia associados.

Outro aspeto que também pode ser incluído no simulador desenvolvido, no futuro, são as AQS. Em algumas situações verificou-se que a escolha do equipamento de climatização poderia ser outra se houvesse a conciliação do aquecimento destas águas. Esta conclusão não pôde ter sido tirada objetivamente porque este estudo não foi realizado, sendo no entanto algo a considerar.

Por último, outra dificuldade que pode ser ultrapassada futuramente é a limitação da dimensão das divisões a climatizar, pois a ferramenta de simulação encontra-se estimada apenas para habitações com divisões com o máximo de 250m².

Referências bibliográficas

- ADENE. (2012a). *Aviso para Apresentação de candidatura ao Fundo de Eficiência Energética*. Edifício Eficiente. Algés.
- ADENE. (2012b). *Guia de Eficiência Energética. Agência para a Energia*. Algés.
- ADENE. (2013a). *O que é*. Obtido em 25 de Agosto de 2013, de FEE - Fundo de Eficiência Energética: <http://fee.adene.pt/Paginas/default.aspx>
- ADENE. (2013b). *PNAEE E PNAER aprovados em Conselho de Ministros*. Obtido em 2 de Setembro de 2013, de Agência para a Energia: <http://www.adene.pt/pt-pt/Comunicacao/Noticias/Paginas/Not130228a.aspx>
- Ahuja, R. K., Şeref, M. M., & Winston, W. L. (2007). *Developing Spreadsheet-Based Decision Support Systems - Using Excel and VBA for Excel*. Belmont.
- AKI. (2012). *VIVAKI - Guia de Aquecimento*.
- AKI. (2013a). *Aquecimento*. Obtido em 12 de Setembro de 2013, de Especial Aquecimento: <http://simulador-aki.workonsolutions.com/>
- AKI. (2013b). *Ar condicionado portátil - Celcia*. Obtido em 28 de Junho de 2013, de AKI - é fácil fazer: <http://www.aki.pt/produto.aspx?categoryid=100601&productid=9666&sid=0#tabsIdeias-1>
- AKI. (2013c). *Kit 4 painéis solares*. Obtido em 15 de Agosto de 2013, de AKI- é fácil de fazer: <http://www.aki.pt/produto.aspx?categoryid=2026&productid=10532&sid=0>
- Amador, J. (2010). *Energy production and consumption in Portugal: Stylized facts*. Banco de Portugal. Lisboa.
- AMESEIXAL. (2013). *Acumuladores de calor*. Agência Municipal de Energia do Seixal. Seixal.
- Artfire. (2013). *conceito*. Obtido em 20 de Abril de 2013, de artfire - líderes em lareiras a álcool: <http://www.artfire.com.br/conceito.php>
- Ascenso, R. (2013). *Pensar Sustentável. Edifícios e Energia*, 8 - 15.
- Ascenso, R. (2013). *Pensar Sustentável. Pensar Sustentável - Edifícios e Energia*, 8 - 15.
- ASHRAE. (2004). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. Atlanta.
- BP. (2012). *BP Statistical Review of World Energy*. Obtido em 14 de Março de 2012, de bp global: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/statistical-review-of-world-energy-2013/review-by-energy-type/primary-energy.html>
- BP. (2013). *Características do GPL*. Lisboa.
- Cardoso, F. (2013). *Aquecimento. Pensar Sustentável*, pp. 54 - 57.
- Carrier. (2013). *Perguntas Frequentes sobre Ar Condicionado*. Obtido em 17 de Setembro de 2013, de Carrier - United Technologies: <http://www.carrier.pt/faq>
- Carvalho, J. Á. (2013). *comunicado pessoal realizado a Março de 2013*. Miraflores.
- Carvalho, L. (2013). *Guia de bolso sobre as etiquetas energéticas*. Quercus. Lisboa.
- CE. (2013). *Uma energia sustentável, segura e a preços acessíveis para os europeus*. Comissão Europeia. Bruxelas.
- Chama. (2012). *Aquecimento Central*. Obtido em 24 de Junho de 2013, de Chama: http://www.chama.com.pt/energia/instalacoes_particulares.html
- Ciscar, J. C., Russ, P., Parousos, L., & Stroblos, N. (2004). *Vulnerability of the EU Economy to Oil Shocks: a General Equilibrium Analysis with the GEM-E3 Model*. European Commission. Athens.
- Climatização. (2012). *Ar condicionado - Mercado mundial. Climatização - Edifícios e Energia*, 52.

- Construção Sustentável. (2012). *Sistema de Aquecimento com Biomassa*. Obtido em 28 de Abril de 2013, de Construção Sustentável: <http://www.construcaosustentavel.pt/index.php?/O-Livro-%7C%7C-Construcao-Sustentavel/Eficiencia-Energetica/Sistemas-de-Aquecimento-com-Biomassa>
- Daikin. (2013a). *A Solução de aquecimento e arrefecimento central*. Paço de Arcos.
- Daikin. (2013b). *Aquecimento - Catálogo*. Paço de Arcos.
- Daikin. (2013c). *Tecnologia de bomba de calor*. Obtido em 30 de Março de 2013, de Daikin: <http://www.daikin.pt/about-daikin/leading-technologies/heat-pump/index.jsp>
- DGEG. (2001). *Energia Portugal*. Direção Geral de Energia e Geologia. Lisboa.
- DGEG. (2010). *Caracterização Energética Nacional 2010*. Obtido em 18 de Março de 2013, de DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia: <http://www.dgeg.pt/>
- DGEG. (2011). *Balanço Energético*. Direção Geral de Energia e Geologia. Lisboa.
- DGEG. (2012). *Consumo de eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis*. Obtido em 24 de Março de 2013, de Direcção Geral de Energia e Geologia: <http://sniamb.apambiente.pt>
- DL. (2006). *Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril, que aprova o Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*. Diário da República n.º 67, I Série-A.
- Domoheat. (2013). *Infravermelhos*. Obtido em 10 de Abril de 2013, de Domoheat: <http://domoheat.com/infravermelhos>
- Ecocasa. (2013a). *Arquitectura bioclimática - orientação solar*. Obtido em 21 de Abril de 2013, de Ecocasa: http://ecocasa.pt/construcao_content.php?id=22
- Ecocasa. (2013b). *Climatização - conselhos*. Obtido em 29 de Abril de 2013, de Ecocasa: http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=13
- Ecocasa. (2013c). *Climatização - Sistemas de Climatização*. Obtido em 1 de Abril de 2013, de Ecocasa: http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=12
- Ecocasa. (2013d). *Renováveis - Tecnologias*. Obtido em 2 de Junho de 2013, de Ecocasa: http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=15#termico
- Ecocasa. (2013e). *Renováveis - Utilização de Renováveis*. Obtido em 25 de Abril de 2013, de Ecocasa: http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=14
- EDP. (2009). *Que potência é recomendada para mim?* Obtido em 12 de Setembro de 2013, de edp: <http://www.edp.pt/pt/particulares/bemvindoaedp/Pages/PotenciaRecomendada.aspx>
- EDP. (2012). *Dicas de Eficiência Energética*. Energias de Portugal. Odivelas.
- EDP. (2013a). *Acumulador de calor*. Obtido em 15 de Abril de 2013, de ecoedp: <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/equipamentos-eficientes/climatizacao/acumulador-de-calor>
- EDP. (2013b). *Ar condicionado/ bomba de calor*. Obtido em 16 de Maio de 2013, de ecoedp: <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/equipamentos-eficientes/climatizacao/ar-condicionado-bomba-de-calor>
- EDP. (2013c). *Climatização*. Obtido em 30 de Abril de 2013, de ecoedp: <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/equipamentos-eficientes/climatizacao>
- EDP. (2013d). *Eficiência Energética - em Portugal*. Obtido em 23 de Abril de 2013, de Ecoedp: <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/o-que-e-a-eficiencia-energetica/em-portugal>
- EDP. (2013e). *Eficiência Energética - no mundo*. Obtido em 22 de Abril de 2013, de ecoedp: <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/conhecer/o-que-e-a-eficiencia-energetica/no-mundo>
- EDP. (2013f). *Energia solar e painéis solares*. Obtido em 1 de Junho de 2013, de ecoedp: <http://www.eco.edp.pt/pt/particulares/gerar/gerar-a-sua-propria-energia/energia-solar-paineis-solares>

- EDP. (2013g). *Gás propano*. Obtido em 12 de Setembro de 2013, de EDP: <http://www.edp.pt/pt/particulares/gas/Pages/GasPropano.aspx>
- EDP. (2013h). *Gás serviço universal*. Obtido em 12 de Setembro de 2013, de EDP: <http://www.edpgassu.pt/index.php?id=257>
- EDP. (2013i). *Tarifas Social / Transitórias de Venda a Clientes Finais em Portugal Continental*. Energias de Portugal.
- EEA. (2007). *Total Energy Consumption*. Obtido em 18 de Março de 2013, de European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu>
- EEA. (2010). *Total primary energy intensity*. Obtido em 22 de Março de 2013, de European Environmental Agency: <http://www.eea.europa.eu>
- EEA. (2012). *Energy*. Obtido em 19 de Março de 2013, de European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu>
- EEA. (2013). *Final energy consumption by sector*. Obtido em 17 de Março de 2013, de European Environmental Agency: <http://www.eea.europa.eu>
- ENAT. (2013). *Ventiloconvetores*. Obtido em 1 de Setembro de 2013, de ENAT - energias naturais: <http://www.enat.pt/pt/produtos/meios-de-dissipa%C3%A7%C3%A3o/ventiloconvectores>
- EnerBuilding. (2008). *Eficiência Energética no Edifícios Residenciais*. Portugal: Deco.
- Energenium. (2013). *biomassa*. Obtido em 28 de Abril de 2013, de energenium - energias renováveis e eficiência energética: <http://energenium.pt/energias/biomassa.html>
- EPEC. (2012). *Guidance on Energy Efficiency in Public Buildings*. European PPP Expertise Centre. Luxembourg .
- Eurostat. (2010). *Energy intensity of the economy*. Obtido em 27 de Março de 2013, de European Commission: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- Euroventil. (2013a). *Aquecimento central*. Obtido em 6 de Maio de 2013, de EUROVENTIL - Aquecimento e Ventilação, Lda: http://www.euroventil.pt/produto.php?id_artigo=8
- Euroventil. (2013b). *Ar condicionado - vantagens*. Obtido em 16 de Maio de 2013, de EUROVENTIL - Aquecimento e Ventilação, Lda: http://www.euroventil.pt/produto.php?id_artigo=7
- Euroventil. (2013c). *Emissores térmicos*. Obtido em 14 de Abril de 2013, de EUROVENTIL - aquecimento e ventilação: http://www.euroventil.pt/produto.php?id_artigo=12&seccao=8
- Euroventil. (2013d). *Lareiras - composição da lareira*. Obtido em 14 de Abril de 2013, de EUROVENTIL - Aquecimento e Ventilação, Lda: http://www.euroventil.pt/produto.php?id_artigo=5&id_grupo_destaque=17
- Euroventil. (2013e). *Painéis solares*. Obtido em 3 de Junho de 2013, de EUROVENTIL - Aquecimento e Ventilação, Lda: http://www.euroventil.pt/produto.php?id_artigo=89
- Euroventil. (2013f). *Recuperadores de calor*. Obtido em 12 de Abril de 2013, de EUROVENTIL - Aquecimento e Ventilação, Lda: http://www.euroventil.pt/produto.php?id_artigo=54&id_grupo_destaque=25&seccao=1
- Galp. (2010). *Aquecedor tradicional para interiores*. Obtido em 10 de Setembro de 2013, de galp energia: <http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/Produtos/EquipamentosGas/Aquecimento/Paginas/AquecedoresTradicionais.aspx>
- Glandwin, T. N., Kenelly, J., & Krause, T. (1995). *Shifting Paradigms for Sustainable Development: Implications for Management Theory and Research*. Academy of Management Review. New York.
- Grilo, J. M. (2012). *Avaliação do Potencial de Poupança de Energia na Habitação em Portugal*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Monte da Caparica.
- Hayrapetyan, L. (2013). *A Universal Multi-Criteria Decision Support System for Ranking*. Houston.
- IEA. (2009). *Energy Policies of IEA Countries - Portugal*. International Energy Agency. Paris.

- IEA. (2012). *World Energy Outlook 2012*. International Energy Agency. Paris.
- INE. (2010a). *Consumo total de energia (tep) nos alojamentos familiares clássicos de residência habitual por Localização Geográfica e por tipo de fonte de energia; Não periódico*. Obtido em 25 de Março de 2013, de Instituto Nacional de Estatística: www.ine.pt
- INE. (2010b). *Consumo total de energia para aquecimento do ambiente (tep) nos alojamentos familiares clássicos de residência habitual por Localização geográfica (NUTS - 2002) e Tipo de fonte de energia; Não Periódica*. Obtido em 29 de Março de 2013, de Instituto Nacional de Estatística: www.ine.pt
- INE. (2010c). *Despesa total com energia (€) nos alojamentos familiares clássicos de residência habitual por Localização geográfica e Tipo de fonte de energia*. Obtido em 25 de Março de 2013, de Instituto Nacional de Estatística: www.ine.pt
- INE. (2011). *Consumo final de energia (tep) por tipo de fonte de energia e sector de actividade económica; Anual*. Obtido em 17 de Março de 2013, de Instituto Nacional de Estatística: <http://www.ine.pt>
- INE. (2012a). *Dependência energética*. Instituto Nacional de Estatísticas. Lisboa.
- INE. (2012b). *Intensidade energética da economia*. Instituto Nacional de Estatísticas. Lisboa.
- INE/DGEG. (2011). *Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2010*. Instituto Nacional de Estatística, I.P, Direção-Geral de Energia e Geologia. Lisboa.
- InfraredHeaters. (2013). *Infrared (Radiant) Heating Basic Information*. Obtido em 3 de Abril de 2013, de InfraredHeaters.com: <http://www.infraredheaters.com/basic.html>
- ISO 7730. (2005). *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Genebra.
- Júnior, A. C. (2005). *Suporte à decisão para o planeamento agrícola utilizando algoritmos genéticos*. Belo Horizonte.
- Leroy Merlin. (2010). *Catálogo Conforto*. Lisboa.
- Leroy Merlin. (2012). *Catálogo Conforto*. Lisboa.
- Maldonado, M. (2005). Decisões que a razão desconhece. *Scientific American Brasil*, pp. 76–82.
- Marques, A. S. (2010). *Análise económica dos sistemas de climatização e preparação de AQS utilizados nos edifícios residenciais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Coimbra.
- Martins, Á., & Santos, V. (2005). *Formulação de Políticas Públicas no Horizonte 2013 relativas ao tema Energia*. Lisboa.
- Martins, A., Ribeiro, A., Lima, D., Dias, É., & Marcos, T. (2005). *Sistemas de Apoio à Decisão - SAD (Sistema de Suporte à Decisão-SSD)*. Brasília.
- Miglioli, A. M., Ostanel, L. H., & Tachibana, W. K. (2004). *Planilhas eletrônicas como ferramentas para apoio à decisão e geração de conhecimento na pequena empresa*. Florianópolis.
- Palocsay, S. W., & Markham, I. S. (2002). Teaching Spreadsheet-Based Decision Support Systems with Visual Basic for Applications. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 27-35.
- Peixoto, G. M. (2010). *Sistema integrado de energias renováveis numa moradia unifamiliar*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Monte da Caparica.
- Pereira, M. C. (2012). O aproveitamento da energia solar em Portugal. *INGENUUM*, 27-28.
- Piso radiante. (2013). *Piso radiante*. Obtido em 6 de Junho de 2013, de Piso radiante: <http://www.pisoradiante.org/>
- Pordata. (2011). *Consumo de energia eléctrica per capita: total e por tipo de consumo - Portugal*. Obtido em 24 de março de 2013, de <http://www.pordata.pt>

- RCM. (2008). *Diário da República, 1.ª série — N.º 97 — 20 de Maio de 2008*. Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008. Lisboa.
- RCM. (2010). *Diário da República, 1.ª série — N.º 73 — 15 de Abril de 2010*. Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010. Lisboa.
- RCM. (2013). *Diário da República, 1.ª série — N.º 70 — 10 de abril de 2013*. Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013. Lisboa.
- Silva, V. H. (2011). *Impacto dos sistemas de climatização no conforto térmico em edifícios*. Dissertação de Mestrado em engenharia mecânica na Universidade de Aveiro. Aveiro.
- Solius. (2012). *Piso radiante Convencional*. Obtido em 24 de Agosto de 2013, de Solius Intelligent Energy: <http://www.solius.pt/>
- Solzaima. (2013). *Solzaima - Soluções de aquecimento a biomassa*. Águeda.
- Sousa, J. (2012). O paradigma da eficiência energética dos edifícios. *Edifícios e Energia*, p. 24 e 25.
- Tien 21. (2013). *Garrafa Gás Repsol Butano 13Kg*. Obtido em 13 de Setembro de 2013, de Tien 21: http://www.tv-alvitecnica.com/epages/186794.sf/pt_PT/?ObjectPath=/Shops/186794/Products/%22Garrafa%20G%C3%A1s%20Butano%20Repsol%2013Kg.%22
- Vilão, R., Venâncio, C., Liberal, P., & Venâncio, R. (2010). *SIDS Portugal, Indicadores-chave 2010*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente.
- Vulcano. (2009). *Caldeiras Murais de Condensação*. Lisboa.
- Vulcano. (2010). *Emissores térmicos*. Lisboa.
- Vulcano. (2013). *Aquecimento Central e AQS*. Obtido em 19 de Junho de 2013, de Vulcano - Soluções de água quente: http://www.vulcano.pt/consumidor/servicos/aconselhamento/aquecimento_central_e_aqs/aconselhamentoaquecimentocentraleaqs
- Warmup. (2013). *Electric vs. Hydronic Heating*. Obtido em 6 de Junho de 2013, de warmup: <http://www.warmup.com/us/electric-hydronic%20heating.phtml>
- WBCSD. (2006). *Energia para um Futuro Sustentável*. World Business Council for Sustainable Development. Lisboa.
- WBCSD. (2009). *Eficiência Energética - Transformar o Mercado*. World Business Council for Sustainable Development. Lisboa.
- Which. (2013). *Ground source heat pumps explained - How ground source heat pumps work*. Obtido em 5 de Junho de 2013, de Which?: <http://www.which.co.uk/energy/creating-an-energy-saving-home/guides/ground-source-heat-pumps-explained/how-ground-source-heat-pumps-work/>
- Winston, W. L., & Albright, C. S. (2009). Practical Management Science. *South-Western Cengage*, p. 992.
- WisegEEK. (2013). *What is a Halogen Heater?* Obtido em 10 de Abril de 2013, de WisegEEK: <http://www.wisegEEK.com/what-is-a-halogen-heater.htm>
- World Energy Council. (2004). *Energy Efficiency: A Worldwide Review – Indicators, Policies, Evaluation*. London.

Anexos

Comportamentos a adotar para melhor utilização dos equipamentos

Os hábitos e comportamentos dos moradores é outro vetor que interfere nos padrões de consumo de energia. Olhando-se apenas para a eficiência energética, sem uma preocupação de minimização da utilização da energia e sem mudar hábitos incorretos, corre-se o risco de passar a ideia de que se pode fazer tudo desde que de um modo mais eficiente, o que é uma analogia errada (Miglioli, et al., 2004).

Reduzir as necessidades de climatização

- ❖ No Verão deve-se baixar os estores, para se reduzir o aquecimento da habitação, através da não incidência do sol nos vãos envidraçados, enquanto, no Inverno é importante maximizar a entrada de luz solar, deixando os estores levantados, tal como os cortinados abertos, para que o alojamento seja aquecido, através da entrada do sol pelos envidraçados (Ecocasa, 2013b);
- ❖ Em situações de grandes entradas de ar, através das frinchas das portas e/ou janelas, existe a possibilidade de vedar devidamente estas áreas, no entanto, sem esquecer que esta vedação não deve impedir a renovação do ar interior (Ecocasa, 2013b). Este processo pode ser realizado através da instalação de um painel isolante nas caixas de estores para reduzir as entradas desnecessárias de ar frio (EDP, 2013c);
- ❖ A escolha de cores claras para os tetos e paredes exteriores evita o aquecimento desnecessário dos espaços interiores, refletindo a radiação solar (ADENE, 2012b);
- ❖ No Verão, é aconselhado que se areje a habitação quando o ar exterior estiver mais fresco, permitindo uma renovação de ar interior (ADENE, 2012b);
- ❖ Em divisões que tenham muitos aparelhos eletrónicos a funcionar simultaneamente, deve ter-se em consideração o aquecimento provocado por estes, na medida em que diminuem a necessidade de aquecimento a temperaturas muito elevadas e aumenta a necessidade de renovação do ar interior (Ecocasa, 2013b);
- ❖ O vestuário utilizado deve ser adequado à estação do ano (EDP, 2013c);
- ❖ A plantação de árvores fornece sombra no Verão, pelo que é uma medida a considerar, quando possível (EDP, 2013c);
- ❖ Recomenda-se a utilização de equipamentos que utilizem energias renováveis, que podem contribuir para o fornecimento de energia em cerca de 70% (EDP, 2013c).
- ❖ Em casos de construções novas ou reconstruções, é recomendável investir-se no isolamento do alojamento, pois a partir de um bom isolamento é possível poupar economicamente e energeticamente em climatização (ADENE, 2012b);
- ❖ Em sótãos e caves é conveniente obter um isolamento seco e bem distribuído, que pode ser alcançado através da utilização de fita adesiva de espuma (EDP, 2013c);
- ❖ Sendo que 25% a 30% das necessidades de aquecimento são devido às perdas de calor originadas nas janelas, torna-se relevante o isolamento térmico destas. As janelas de vidro duplo ou janela dupla reduzem para cerca de metade as perdas de calor e diminuem também as correntes de ar, condensação da água e formação de gelo, em relação a um vidro normal. Também as caixilharias de corte térmico proporcionam uma diminuição de consumo de energia (ADENE, 2012b).

Regulação da temperatura

- ❖ As necessidades de climatização de uma habitação variam ao longo do ano ou até mesmo ao longo de um dia, tal como de divisão para divisão. Assim, é importante dispor de um sistema de regulação de temperaturas, que varie consoante cada necessidade (ADENE, 2012b);
- ❖ A regulação dos sistemas de climatização deve ser feita através da utilização de um termóstato, que permita que se chegue a uma temperatura suficiente que aqueça a

habitação, garantindo um ambiente estável e confortável. Esta medida evita que, no Inverno, os sistemas se encontrem regulados para temperaturas muito elevadas e, no Verão, as temperaturas sejam muito baixas, evitando assim um desperdício de energia desnecessário (Ecocasa, 2013b);

- ❖ Em alturas do ano, em que a habitação se encontre vazia, a substituição do termóstato normal por um programável é uma medida a considerar, pois a temperatura é regulada consoante o tempo de permanência na residência (como em fins de semana) (ADENE, 2012b).

Equipamentos desligados

- ❖ Existem equipamentos que depois de desligados ainda emitem calor para a habitação, sendo que para poupar energia, é aconselhável que se desligue algum tempo antes da saída da divisão, pois o calor continua a ser irradiado (Ecocasa, 2013b);
- ❖ Com a utilização de equipamentos que continuam a emitir calor, mesmo depois de desligados, estes devem ser desligados de noite, sendo que é suficiente a sua ligação durante o dia, na medida em que o calor acumulado costuma ser mais do que suficiente para o aquecimento durante a noite. O fecho das persianas e cortinados a partir da altura em que já não há luz solar permite que o calor continue na habitação (ADENE, 2012b).

Aquecimento de divisões durante a noite

- ❖ À noite, é conveniente manter os estores fechados, sempre que possível (EDP, 2013c);
- ❖ No Inverno, quando se pretende deixar o aquecedor ligado nos quartos, em dias muito frios, deve ter-se em conta que o sistema pode contribuir para a degradação da qualidade do ar e segura das vias respiratórias dos seus ocupantes. A solução para este inconveniente passa pela regulação da temperatura da divisão para um valor baixo e da instalação de um temporizador que programe o sistema de climatização para ir ligando e desligando por um reduzido período de tempo ou para ligar algum tempo antes de acordar. Assim, impede-se que o aparelho permaneça ligado durante toda a noite, alcançando uma temperatura agradável ao levantar, sendo que esta não pode ser muito elevada, para que não se sinta uma grande diferença com as outras divisões da habitação (Ecocasa, 2013b).

Ar condicionado/Bomba de calor

- ❖ Antes de comprar um sistema de ar condicionado é aconselhado que se fale primeiro com profissionais especializados (ADENE, 2012b);
- ❖ Os aparelhos devem estar devidamente dimensionados por um profissional, consoante a divisão que vão climatizar. Revisões periódicas são necessárias, para o aumento de eficiência, manutenção da boa qualidade de ar interior e aumento de tempo de vida útil do sistema (Ecocasa, 2013b);
- ❖ Devem ser escolhidos equipamentos de ar condicionado de Classe de eficiência energética mais elevada, na medida em que estes são mais eficientes em termos de desempenho e de poupança energética (EnerBuilding, 2008);
- ❖ A escolha de aparelhos com EER ou COP elevados proporciona maior eficiência de desempenho e maior poupança de energia, sendo que, os aparelhos “inverter” permitem uma poupança entre os 20 e os 30%, em relação aos aparelhos convencionais (ADENE, 2012b). Estes sistemas “inverter” ajustam a potência do sistema de acordo com as variações da temperatura da divisão a climatizar (EnerBuilding, 2008). Permitem uma poupança de consumo de energia de cerca de 40%, em relação aos equipamentos convencionais, que possuem compressores de velocidade fixa. O sistema “inverter” permite que o compressor não pare o seu funcionamento, mas sim o abrande, evitando contínuos arranques e paragens que aumentam os consumos energéticos e reduzem o tempo de vida do aparelho de ar condicionado (AKI, 2012);
- ❖ Antes da compra do aparelho deve ter-se em conta fatores como a área da divisão a climatizar, o seu isolamento, a sua exposição (sol/sombra), o número de pessoas que geralmente o utilizam e as necessidades de conforto do espaço a climatizar (EDP, 2013c).

- ❖ Só devem ser ligados nas divisões onde se pretende o aquecimento/arrefecimento e apenas durante o tempo de utilização, sendo desligado algum tempo antes de deixar o local (Ecocasa, 2013b);
- ❖ O caudal de ar frio, num aparelho de ar condicionado, não deve ser direcionado diretamente para os ocupantes da divisão da habitação a climatizar, pois esta ação provoca desconforto e pode ser prejudicial para a saúde (EnerBuilding, 2008);
- ❖ A temperatura de refrigeração deve ser mantida nos 25°C, no Inverno, e 18°, no Verão, pois por cada grau adicional aumenta-se o consumo energético entre 7% a 10% (ADENE, 2012b);
- ❖ Para que o aparelho não seja forçado a compensar um aumento de temperatura e, conseqüentemente, um aumento de consumo energético, é importante deixar as portas e janelas fechadas quando o aparelho se encontra ligado (Ecocasa, 2013b);
- ❖ A instalação de um temporizador é importante para situações de esquecimento de desativação do aparelho. Em alguns modelos mais recentes, também é possível a programação para ligar ou desligar em situações específicas;
- ❖ As saídas e entradas de ar do aparelho não devem ser tapadas (EnerBuilding, 2008);
- ❖ Regular o termóstato do equipamento para uma temperatura que permita o alcance do conforto mínimo, permite uma poupança de energia significativa. Ajustá-lo para uma temperatura mais elevada ou mais reduzida do que o necessário não irá resultar num aquecimento/arrefecimento mais rápido (ADENE, 2012b);
- ❖ Se o aparelho de ar condicionado tiver unidade exterior, esta deve ser colocada a uma curta distância da unidade interior (para que não haja um aumento de consumo de energia) e num local sem luz solar e com boa circulação de ar (Ecocasa, 2013b). No caso das unidades condensadoras que se encontram colocadas no telhado, é recomendável criar um sistema de sombreamento (ADENE, 2012b);
- ❖ Verifique que, por vezes, a utilização de uma ventoinha, especialmente de teto, pode ser suficiente para manter um nível adequado de conforto, permitindo assim, que não seja necessária a ligação do ar condicionado (ADENE, 2012b).

Aquecimento central

- ❖ As caldeiras devem ser escolhidas tendo em conta os níveis de calor que o alojamento necessita, sendo relevante não escolher caldeiras com tamanho maior do que o efetivamente necessário, pois esta medida permite alcançar maiores eficiências energéticas (EnerBuilding, 2008);
- ❖ A potência de uma caldeira deve ser escolhida de acordo com a dimensão e tipologia da habitação, clima da região envolvente, tipo de construção e número de pessoas do agregado familiar (EnerBuilding, 2008);
- ❖ Os radiadores em paredes exteriores devem ser protegidos com material refletor (película de alumínio com revestimento térmico de polietileno), colocado entre a parede e o aparelho. Deste modo, as perdas de calor para o exterior são reduzidas, tal como o consumo energético (Ecocasa, 2013a);
- ❖ Os ventiladores e os radiadores devem ser aspirados com regularidade, de modo a reduzir a camada de pó nas divisões, tal como otimizar o funcionamento do aparelho em questão e melhorar a qualidade do ar interior (Ecocasa, 2013b);
- ❖ Uma medida para amortizar rapidamente o investimento feito é a instalação de válvulas termostáticas em radiadores e de termóstatos programáveis. Estes são fáceis de instalar, que permitem ajustar a temperatura de cada divisão da residência, através da regulação do caudal de água quente. Proporciona poupanças de energia entre os 8 e os 13% (ADENE, 2012b);
- ❖ Os radiadores não devem ser tapados, nem se deve encostar outros objetos a este aparelho, pois a difusão do ar quente ficará comprometida (ADENE, 2012b);
- ❖ Nos radiadores a água, se existir ar no interior destes aparelhos, ocorre uma maior dificuldade de transmissão de calor da água quente para a divisão pretendida. Assim, é

importante purgar este ar, pelo menos uma vez por ano, antes de cada utilização, de modo a ultrapassar esta dificuldade (ADENE, 2012b).

Coletores solares

- ❖ Os painéis solares devem possuir a dimensão adequada para preencher as necessidades de água quente, nunca respondendo a 100% das exigências. É conveniente apenas preencher cerca de 70% destas exigências, para que sejam atendidas as necessidades nas épocas de maior consumo energético, permanecendo o excesso em coletores sem uso, nas épocas de menor consumo. Assim, a escolha do tamanho dos painéis solares deve ser feita tendo em conta as necessidades de energia do Verão, pois se a escolha fosse feita em função das necessidades do Inverno, isto resultaria num excedente de energia no Verão, verificando-se assim um desperdício desnecessário de energia e de gastos económicos;
- ❖ Esta tecnologia requer o apoio de sistemas convencionais para produção de água quente;
- ❖ A área necessária de painéis solares deve ser cerca de 1 m² por pessoa e a dimensão do seu depósito deve ser entre 50 a 70 litros, por pessoa;
- ❖ Um sistema solar térmico deve ter uma manutenção adequada realizada por técnicos credenciados, sendo esta de fácil acesso;
- ❖ As suas tubagens devem ser isoladas adequadamente, de forma a reduzir as perdas de calor desde o coletor de energia, até ao ponto de utilização;
- ❖ Os coletores devem ser orientados para Sul ou serem rodados, no máximo, 45 graus para Este ou Oeste e o seu ângulo em relação à linha horizontal deve corresponder à latitude do local de utilização. Quando a utilização é feita no Inverno, preferencialmente, é recomendado que este ângulo seja mais elevado;
- ❖ O período de retorno do investimento efetuado varia entre os 6 a 10 anos, sendo que, a durabilidade destes sistemas pode superar os 20 anos, através de um bom desempenho, correto dimensionamento e manutenção e limpeza adequados;
- ❖ A instalação de painéis solares é mais facilitada quando é concebida na fase de projeto de um edifício, sendo a sua integração em edifícios já existentes mais complicada a nível de localização e montagem dos coletores e depósito, colocação de tubagens e infra - estruturas e compatibilidades com sistemas de apoio.