

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2018/2019

**CONFORTO TÉRMICO E CONSUMO DE ENERGIA E ÁGUA EM
HABITAÇÕES – APLICAÇÃO A CASOS DE HABITAÇÃO SOCIAL**

PROJETO HABITAÇÃO A+

INÊS COSTA E SILVA RIBEIRO

Dissertação submetida para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Orientador Académico: Joaquim Manuel Veloso Poças Martins
Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia
da Universidade do Porto

Orientador da Empresa: Rui Miguel da Silva Alves Pimenta
Administrador Executivo da AdEPorto – Agência de Energia do Porto

julho, 2019

“A society grows great when old men plant trees whose shade they know they shall never sit in.”

- Greek Proverb

RESUMO

O setor dos agregados domésticos é um dos setores que mais energia consome e, como tal, é necessário implementar medidas que levem à sua sustentabilidade, a qual pode ser assegurada através da construção sustentável e da projeção de edifícios energeticamente eficientes, permitindo alcançar a redução do consumo de energia e de água ao mesmo tempo que garantem o conforto térmico dos seus ocupantes. Contudo, nem toda a população tem acesso a habitações energeticamente eficientes, havendo pelo contrário, uma parte significativa da população que vive em condições de pobreza energética, a qual é caracterizada pela impossibilidade de satisfazer certas necessidades básicas, tais como manter a habitação adequadamente aquecida e a confeção de uma refeição quente.

É nesta problemática que esta dissertação e o Projeto Habitação A⁺ se enquadram, tendo como objetivos principais a análise da situação do conforto térmico sentido, dos consumos energéticos e de água, bem como, da eficiência energética de habitações de carácter social.

O estudo efetuado permitiu verificar que 61 % da população analisada afirmava sentir conforto térmico na sua habitação. No entanto, a medição da temperatura e da humidade relativa nas habitações permitiu obter um resultado bem diferente, pois, apenas 40 % ou 20 % das habitações apresentavam condições de conforto térmico, dependendo dos limites estabelecidos de temperatura considerados. Verificou-se ainda que 59 % da população realiza aquecimento ambiente, contudo, a maioria dos habitantes afirmou fazê-lo apenas em casos extremos de desconforto térmico.

Concluiu-se também que, de uma forma geral, a reabilitação dos edifícios levou à melhoria das condições de conforto térmico e da eficiência energética das habitações. Para além disso, percebeu-se também a importância da determinação da espessura ótima do isolamento, uma vez que, a diferença do conforto térmico sentido nas habitações que sofreram reabilitação do tipo 1 e do tipo 2 foi notória.

Em relação à qualidade do ar verificou-se que 92 % das habitações apresentavam bons níveis de renovação do ar, apresentando valores de CO₂ inferiores a 1000 ppm.

No que diz respeito aos consumos das habitações, verificou-se um consumo médio anual de eletricidade por habitante igual a 1214 kWh/ano.*per capita*, um consumo médio anual de gás natural por habitante igual 93 m³/ano.*per capita* e um consumo médio anual de água por habitante igual a 38 m³/ano.*per capita*. De uma forma geral, afirma-se que os habitantes colocam em prática alguns métodos que permitem a redução dos seus consumos de eletricidade e de água, sendo que, o método que mais influência apresentou foi o uso de lâmpadas economizadoras.

PALAVRAS-CHAVE: Conforto Térmico, Consumo de Energia, Consumo de Água, Eficiência Energética, Qualidade do Ar Interior, Pobreza Energética, Habitação Social, Reabilitação.

ABSTRACT

The household sector is one of the sectors that consumes the most energy and, as such, it is necessary to implement measures that lead to its sustainability, which can be ensured through the sustainable construction and the projection of energy efficient buildings, allowing the reduction of the consumption of energy and water while ensuring the thermal comfort of its occupants. However, not all the population has access to energy efficient houses, while on the other hand, a significant portion of the population lives in conditions of energy poverty, which is characterized by the inability to meet certain basic demands, such as keeping the house adequately heated and cooking hot meals.

Therefore this dissertation and the “Projeto Habitação A⁺” have the following main objectives: analyse the thermal comfort felt in the household, the energy and water consumption and the energy efficiency of social housing.

This study made it possible to verify that 61 % of the analysed population affirmed to feel thermal comfort in their dwelling. However, the measurement of the temperature and the relative humidity in these dwellings showed very different results, since only 40 % or 20 % of the dwellings presented thermal comfort conditions, depending on the established temperature limits. It was also verified that 59 % of the population heat their houses, however, most of the individuals stated that they do so only in extreme cases of thermal discomfort.

It was also concluded that, in a general way, the rehabilitation of the buildings led to the improvement of the thermal comfort conditions and the energy efficiency of the dwellings. It was also noticed the importance of determining the optimum thickness of the insulation, since the difference in thermal comfort felt in the dwellings that underwent rehabilitation of type 1 and type 2 are notorious.

In terms of air quality, it was found that 92 % of the dwellings had good levels of air renewal, with CO₂ values lower than 1000 ppm.

In terms of the household consumption, it was obtained an average annual electricity consumption of 1214 kWh/(*per capita*.year), an average annual natural gas consumption of 93 m³/(*per capita*.year) and an average annual water consumption of 38 m³/(*per capita*.year). In a general way, it is stated that the population put into practice some methods that can lead to a reduction of their electricity and water consumptions, being that the method that presented the most influence was the use of energy-saving light-bulbs.

KEY WORDS: Thermal Comfort, Energy Consumption, Water Consumption, Energy Efficiency, Indoor Air Quality, Energy Poverty, Social Housing, Rehabilitation.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais queria agradecer a todas as pessoas que fizeram parte deste meu percurso académico, aos meus amigos, família, colegas e professores, estes cinco anos foram perfeitos e graças a vocês vou levar memórias para a vida.

Em relação ao trabalho desenvolvido para esta dissertação, queria começar por agradecer à Engenheira Cátia da Costa, pela paciência e ajuda fornecida e, de uma forma geral, por me ter acompanhado incansavelmente ao longo desta dissertação. Ao Engenheiro Rui Pimenta e aos restantes membros da AdEPorto por me acolherem e ajudarem no que fosse preciso. Ao Professor Poças Martins, por me ter dado a possibilidade de fazer uma dissertação num tema que é do meu interesse. E ainda, aos moradores, que de livre vontade quiseram participar neste estudo, o que me permitiu ter dados que tornaram esta dissertação mais completa.

Aos meus amigos que fui colhendo ao longo dos anos, da Póvoa de Varzim ao Porto, sem nunca esquecer Oulu, agradeço-vos a todos, pela vossa amizade e pelos momentos que fomos vivendo juntos. Quero também deixar uma palavra de apresso especial à minha segunda família, aos amigos que cresceram comigo nestes últimos cinco anos. Obrigada pela vossa amizade incondicional, por estarem sempre presentes nos bons e maus momentos, de uma forma geral, obrigada por tudo o que vivemos juntos.

Acima de tudo quero agradecer à minha família, por todo o apoio e amor incondicional que sempre me deram, por acreditarem sempre em mim e estarem ao meu lado a todos os passos que dou. Por serem o meu porto de abrigo e por fazerem de mim o que sou hoje, a vocês devo-vos tudo.

Ao meu pai agradeço por me ensinar a importância da determinação e de nunca desistir, por mais difícil que a vida às vezes pareça. Agradeço também por todos os conselhos e ensinamentos que sempre me passaste.

À minha mãe agradeço por me ensinar a importância de olhar para o mundo com bondade, por me ensinar o que é realmente importante nesta vida, e claro, por me guiar por esta vida fora com os conselhos que só uma mãe consegue dar.

Ao meu irmão, ao meu melhor amigo, à pessoa que sempre admirei desde que nasci. Obrigada por tudo, por todo o apoio, amor e amizade que recebo desde o meu primeiro dia, por tudo o que me ensinaste, e acima de tudo, por seres um herói para mim.

ÍNDICE

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
AGRADECIMENTOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xvii
LISTA DE EQUAÇÕES	xix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xxi
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xxiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	2
2. ESTADO DA ARTE	5
2.1. CONSTRUÇÃO	5
2.1.1. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	5
2.1.2. CONSTRUÇÃO APLICADA À HABITAÇÃO SOCIAL.....	6
2.1.3. TÉRMICA DE EDIFÍCIOS	7
2.1.4. ISOLAMENTO TÉRMICO	8
2.1.5. REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS.....	9
2.1.6. VENTILAÇÃO DE EDIFÍCIOS	10
2.1.7. QUALIDADE DO AR INTERIOR	11
2.1.8. HABITAÇÕES PASSIVAS	12
2.1.9. EFICIÊNCIA E CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA.....	13
2.2. CONFORTO TÉRMICO.....	16
2.2.1. CONCEITO.....	16
2.2.2. BALANÇO TÉRMICO E TERMORREGULAÇÃO	16
2.2.3. ZONA DE CONFORTO TÉRMICO	18
2.3. POBREZA ENERGÉTICA.....	21
2.4. HABITAÇÃO SOCIAL	28
2.5. PANORAMA DO CONSUMO DE ENERGIA E ÁGUA	30
2.5.1. CONSUMO DE ENERGIA	30
2.5.2. CONSUMO DE ÁGUA	33
2.5.3. MEDIDAS DE POUPANÇA DE ENERGIA E DE ÁGUA NAS HABITAÇÕES	34
3. ÂMBITO E OBJETIVOS	37

4.	TRABALHO DESENVOLVIDO – PROJETO HABITAÇÃO A⁺	39
4.1.	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES REALIZADAS	40
4.2.	TRABALHO DESENVOLVIDO NA URBANIZAÇÃO	41
4.3.	TRABALHO DESENVOLVIDO NO TRATAMENTO DE DADOS	43
5.	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA E SOCIO-ECONÓMICA	48
5.2.	CARACTERIZAÇÃO DA HABITAÇÃO	51
5.2.1.	TIPO DE ENVIDRAÇADO E CAIXILHARIA	52
5.2.2.	TIPO DE SOMBREAMENTO USADO	53
5.2.3.	COLOCAÇÃO DE ISOLAMENTO EXTRA	53
5.2.4.	SISTEMA DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS	54
5.3.	AREJAMENTO DIÁRIO DA HABITAÇÃO E NÍVEIS DE CO ₂ E CO	55
5.4.	CONSUMO DE ENERGIA E DE ÁGUA	57
5.4.1.	CONSUMO DE ENERGIA	57
5.4.1.1.	CONSUMO DE ELETRICIDADE	57
5.4.1.2.	CONSUMO DE GÁS NATURAL E GÁS DE GARRAFA	67
5.4.1.3.	CONSUMO DE ENERGIA DA HABITAÇÃO	72
5.4.2.	CONSUMO DE ÁGUA	74
5.5.	CONFORTO TÉRMICO	79
5.5.1.	MEDIÇÕES DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA	85
5.5.1.1.	MEDIÇÕES PONTUAIS DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA	85
5.5.1.2.	MEDIÇÕES CONTÍNUAS DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA	88
6.	CONCLUSÕES	99
7.	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	103
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
	ANEXO A: FLYER DE APRESENTAÇÃO E DIVULGAÇÃO DO PROJETO AOS MORADORES	109
	ANEXO B: QUESTIONÁRIO BASE DO PROJETO HABITAÇÃO A⁺	111
	ANEXO C: EXEMPLO DE RELATÓRIO INDIVIDUAL	115
	ANEXO D: CONSUMO DE ENERGIA ANUAL DE CADA HABITAÇÃO	121
	ANEXO E: MEDIÇÕES PONTUAIS DE TEMPERATURA E DE HUMIDADE RELATIVA	131
	ANEXO F: MEDIÇÕES CONTÍNUAS DE TEMPERATURA E DE HUMIDADE RELATIVA	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- Balanço energético de um edifício (fonte: Silva 2006)	8
Figura 2.2- Determinação da espessura ótima de isolamento (fonte: Silva 2006)	9
Figura 2.3- Evolução das obras de reabilitação e construção nova no total de obras concluídas (2011 a 2016) (INE 2017)	10
Figura 2.4- Escala da classe energética dos edifícios de habitação (fonte: Costa 2017)	14
Figura 2.5- Certificados emitidos por classe energética (fonte: ADENE [n.d])	15
Figura 2.6- Regulação da temperatura corporal (adaptado de: Pimenta et al. 2015)	18
Figura 2.7- PPD como função de PMV (fonte: ISO:7730 2005)	19
Figura 2.8- Zona de conforto térmico (fonte: Piedade, Rodrigues, and Roriz 2003)	20
Figura 2.9- Intervalos de conforto térmico para espaços não climatizados (fonte: Neves 2013)	20
Figura 2.10- Características para cada intervalo de temperatura e humidade relativa (fonte: Costa 2017)	21
Figura 2.11- Indicadores de pobreza energética para Portugal (fonte: Pye and Dobbins 2015)	23
Figura 2.12- Percentagem da população incapaz de manter a habitação adequadamente aquecida em cada Estado-Membro da UE, em 2015 (fonte: Moreira 2018)	24
Figura 2.13- Percentagem da população portuguesa incapaz de manter a habitação adequadamente aquecida, por tipo de usuário, entre 2004 e 2016 (fonte: Moreira 2018)	24
Figura 2.14- Percentagem da população com dívidas nas contas de serviços em cada Estado-Membro da EU, em 2015 (Moreira 2018)	25
Figura 2.15- Preço da eletricidade para consumidores domésticos (com taxas e impostos) em alguns Estados-Membros, para anos compreendidos em 2004 e 2016 (Moreira 2018)	26
Figura 2.16- Preço do gás natural para consumidores domésticos (com taxas e impostos) em alguns Estados-Membros, para anos compreendidos em 2004 e 2016 (Moreira 2018)	26
Figura 2.17- Percentagem da população portuguesa que se encontrava em risco de pobreza (2004 a 2016) (fonte: Moreira 2018)	27
Figura 2.18- Taxa de privação material severa registada em Portugal entre 2004 e 2016 (fonte: Moreira 2018)	28
Figura 2.19- Fogos de habitação social por 100 mil habitantes em 2012 e 2015 (fonte: INE 2017)	29
Figura 2.20- Consumo de energia final na UE-28 e em Portugal (fonte de dados: PORDATA 2018c)	31
Figura 2.21- Consumo de energia elétrica por setor na UE-28 e em Portugal (fonte de dados: PORDATA 2018b)	32
Figura 2.22- Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de utilização em 2010 (fonte: INE 2011)	32
Figura 2.23- Evolução do consumo médio de água <i>per capita</i> desde 1991 até 2009 (fonte: PORDATA 2018a)	33
Figura 4.1- Equipamento usado para a medição da temperatura e da humidade relativa	42
Figura 4.2- Equipamento usado para a medição da qualidade do ar (níveis de CO ₂ e CO)	42
Figura 5.1- Distribuição da quantidade e tipo de respostas ao longo do estudo	48
Figura 5.2- Percentagem de habitações com 1, 2, 3, 4, 5 e 6 residentes	48
Figura 5.3- Percentagem de residências com 1, 2, 3, 4 e 5 residentes adultos	49
Figura 5.4- Percentagem de residências com 0, 1, 2 e 3 residentes menores	49
Figura 5.5- Nível de ocupação da habitação	50
Figura 5.6- Tipo de envidraçado e caixilharia encontrado nas habitações	52
Figura 5.7- Tipo de sombreamento usado	53
Figura 5.8- Colocação de isolamento extra	54
Figura 5.9- Sistema de águas quentes sanitárias (AQS)	55

Figura 5.10- Arejamento diário da habitação	55
Figura 5.11- Nível de renovação de ar nas habitações	56
Figura 5.12- Fornecedor de eletricidade.....	58
Figura 5.13- Direito a tarifa social	58
Figura 5.14- Potência contratada.....	59
Figura 5.15- Tarifa contratada.....	60
Figura 5.16- Consumo mensal de eletricidade <i>per capita</i> de todas as habitações.....	61
Figura 5.17- Limpeza bianual do frigorífico e da arca congeladora	62
Figura 5.18- Poupança do consumo de eletricidade.....	63
Figura 5.19- Tipo de lâmpadas usadas nas habitações	64
Figura 5.20- Uso de lâmpadas economizadoras nas habitações	64
Figura 5.21- Consumo médio de eletricidade anual calculado, em percentagem, por tipo de utilização	66
Figura 5.22- Fornecedor de gás natural.....	68
Figura 5.23- Direito a tarifa social no gás natural	68
Figura 5.24- Escalão contratado do gás natural.....	69
Figura 5.25- Consumo mensal de gás natural <i>per capita</i>	70
Figura 5.26- Percentagem de habitações que possuem gás de garrafa, gás natural, ambos ou nenhum	71
Figura 5.27- Consumo de energia anual por tipo de utilização na habitação	73
Figura 5.28- Consumo mensal de água <i>per capita</i> de todas as habitações.....	75
Figura 5.29- Hábitos de poupança de água	76
Figura 5.30- Percentagem de habitações que apresentam 0%, 0 a 50%, 50 a 100% e 100% de torneiras com redutor de caudal	77
Figura 5.31- Percentagem de habitações que possuem chuveiros e autoclismos com e sem redutor de caudal.....	78
Figura 5.32- Sensação de conforto térmico nas habitações estudadas	80
Figura 5.33- Sensação de conforto térmico nas habitações reabilitadas, que estão em reabilitação e não reabilitadas.....	80
Figura 5.34- Perceção de melhorias térmicas após reabilitação	81
Figura 5.35- Uso de sistemas de aquecimento ambiente.....	82
Figura 5.36- Tipos de equipamentos elétricos para aquecimento ambiente.....	83
Figura 5.37- Caso de humidade/infiltrações nas habitações.....	84
Figura 5.38- Caso de humidade/infiltrações nas habitações.....	84
Figura 5.39- Caso de humidade/infiltrações nas habitações.....	84
Figura 5.40- Temperatura exterior e das habitações e limites do conforto térmico	86
Figura 5.41- Humidade relativa exterior e da habitação e limites do conforto térmico	88
Figura 5.42- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 1, 3ºD	90
Figura 5.43- Humidade relativa exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 1, 3ºD.....	91
Figura 5.44- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 2, RC-E	92
Figura 5.45- Humidade relativa do exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 2, RC-E.....	93
Figura 5.46- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 3, 2ºE	94
Figura 5.47- Humidade relativa do exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 3, 2ºE	95
Figura 5.48- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 4, 1ºE	96

Figura 5.49- Humidade relativa do exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 4, 1ºE	96
--	----

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1- Valores de referência de CO definidos pela ASHRAE (fonte: Roma 2013)	12
Tabela 2.2- Valores de referência de CO ₂ definidos pela ASHRAE (fonte: Roma 2013)	12
Tabela 2.3- Escala de sensação térmica	19
Tabela 4.1- Potências de referência dos equipamentos utilizados nas habitações	43
Tabela 4.2- Potências de referência dos tipos de lâmpadas utilizadas nas habitações	45
Tabela 5.1- Quantidade e tipo de respostas obtidas ao longo do estudo	47
Tabela 5.2- Média dos consumos de eletricidade mensais <i>per capita</i> dos diferentes grupos de habitações.....	65
Tabela 5.3- Equipamentos considerados para cada tipo de utilização do consumo de energia da habitação	72
Tabela 5.4- Média do consumo mensal <i>per capita</i> das habitações que tem ou não hábitos de consumo	77
Tabela 5.5- Média do consumo mensal <i>per capita</i> das habitações que possuem 0 %, 0 a 100 % e 100 % de torneiras com redutor de caudal.	78
Tabela 5.6- Média do consumo mensal <i>per capita</i> das habitações que possuem ou não redutor de caudal no chuveiro e que possuem ou não redutor de caudal no autoclismo	79
Tabela 5.7- Comparação do conforto térmico de diferentes habitações	89
Tabela 5.8- Temperatura e humidade relativa média do exterior, da habitação de referência e da habitação de comparação	89
Tabela D.1 – Consumo de energia anual calculado para cada habitação (kWh/ano).....	122
Tabela D.2 – Consumo de eletricidade anual, faturado e calculado, para cada habitação	125
Tabela E.1 – Medições pontuais de temperatura no exterior, no vão de escadas, na cozinha e na sala, bem como a média da temperatura da habitação, para cada habitação.	132
Tabela E.2 – Medições pontuais de humidade relativa no exterior, no vão de escadas, na cozinha e na sala, bem como a média da humidade relativa da habitação, para cada habitação.....	135
Tabela F.1 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 1).....	142
Tabela F.2 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 2).....	143
Tabela F.3 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 3).....	144
Tabela F.4 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 4).....	145

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	7
Equação 2.....	7
Equação 3.....	7
Equação 4.....	8
Equação 5.....	8
Equação 6.....	17
Equação 7.....	18
Equação 8.....	19
Equação 9.....	43
Equação 10.....	45
Equação 11.....	45
Equação 12.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS

AdEPorto	Agência de Energia do Porto
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
ADENE	Agência para a Energia
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
UE	União Europeia
EU	<i>European Union</i>
AQS	Águas Quentes Sanitárias
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i>
PPD	<i>Predicted Percentage Dissatisfied</i>
RCCTE	Regulamente das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
OMS	Organização Mundial de Saúde
WHO	<i>World Health Organization</i>
SCE	Certificação Energética de Edifícios
QAI	Qualidade do Ar Interior
SCE	Certificação Energética de Edifícios
EU-28	28 Estados-membros da União Europeia
PORDATA	Base de Dados Portugal Contemporâneo
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CASBEE	<i>Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency</i>
Eurostat	Direção Geral de Estatísticas da Educação e Ciência
EU-SILC	<i>European Union Statistics on Income and Living Conditions</i>
INCM	Imprensa Nacional Casa da Moeda
ICESD	Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico
INE	Instituto Nacional de Estatística
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
iiSBE	<i>International Initiative for a Sustainable Built Environment</i>
SBTool ^{PT}	<i>Sustainable Building Tool</i>
ppm	Partes por milhão
LiderA	Liderar pelo Ambiente
GEE	Gases com Efeito de Estufa
IHRU	Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana
RNC2050	Roteiro para a Neutralidade Carbónica até 2050
NZEB	<i>Nearly Zero Energy Buildings</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

CO_2	Dióxido de carbono
CO	Monóxido de carbono
T	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
T_{in}	Temperatura interior ($^{\circ}\text{C}$)
T_{e}	Temperatura exterior ($^{\circ}\text{C}$)
HR	Humidade relativa (%)
P	Potência (W)
Q	Energia útil de aquecimento (kJ)
m	Massa (kg)
c	Calor específico (J/kg.K)
ΔT	Variação de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
η	Rendimento (%)
E	Consumo anual de eletricidade (kWh/ano)
U	Coeficiente de condutibilidade térmica do edifício ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$)
W	Taxa de trabalho mecânico realizado (W/m^2)
S	Taxa de calor acumulada no corpo humano (W/m^2)
M	Taxa de metabolismo (W/m^2)
A_i	Área do elemento i (m^2)
h_e	Convecção da envolvente exterior ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$)
h_i	Convecção da envolvente interior ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$)
$Q_{\text{Rad_Sol}}$	Ganhos térmicos devidos à radiação solar (W)
$Q_{\text{Condução}}$	Trocas de calor por condução (W)
Q_{GI}	Ganhos térmicos devidos aos equipamentos interiores (W)
$Q_{\text{Nec_Aquecimento}}$	Necessidades de aquecimento do edifício (W)
$Q_{\text{Nec-Arrefecimento}}$	Necessidades de arrefecimento do edifício (W)
Q_{Vent}	Trocas de calor devidas à ventilação do espaço (W)
R	Resistência térmica ($\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
S	Taxa de calor acumulada no corpo humano (W/m^2)
t	Tempo de utilização (h/ano)
Q_{sk}	Taxa de calor perdida pela pele (W/m^2)
Q_{res}	Taxa de calor perdida pela respiração (W/m^2)

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A sociedade atual está a ser confrontada com um grande desafio, a diminuição da emissão de gases com efeito de estufa (GEE) para a atmosfera. Este desafio deriva da necessidade de mitigar os impactos causados pelas alterações climáticas e, tem como objetivo, tentar limitar o aumento da temperatura média global do planeta a 2 °C (Portuguesa and Ambiental 2018b).

Salienta-se que, não se pretende extinguir as emissões de GEE por completo, mas sim, alcançar a neutralidade carbónica, ou seja, alcançar o balanço nulo entre a emissão e a remoção destes poluentes da atmosfera. A este objetivo deu-se o nome de “neutralidade carbónica”, o qual se encontra em linha com o Acordo de Paris.

Com o intuito de atingir este objetivo, Portugal definiu o Roteiro para a Neutralidade Carbónica até 2050 (RNC2050), o qual tem como objetivo identificar e analisar alternativas possíveis de serem implementadas, caracterizadas por serem tecnicamente e economicamente viáveis, ao mesmo tempo que são socialmente aceites (Portuguesa and Ambiental 2018b).

De forma a ser alcançada a neutralidade carbónica é necessário descarbonizar a economia mundial, com especial interesse no setor da produção de energia, uma vez que, “o setor energético é responsável por mais de dois terços das emissões globais de gases com efeito de estufa.” (Portuguesa and Ambiental 2018a). No Acordo de Paris definiu-se como meta para 2050 a redução de 80 % das emissões de GEE em relação a 1990, sendo que, os diferentes setores também apresentam diferentes metas que deveriam atingir em 2050, sendo elas, redução de 95 % de emissões para o setor da produção de energia, redução de 60 % das emissões para o setor dos transportes, redução de 90 % para o setor da habitação e redução de 80 % para o setor da indústria (EC [n.d.]).

Sendo assim, no setor de produção de energia é fundamental fazer a transição de combustíveis fósseis para energia proveniente de fontes renováveis. Para além disso, é necessário apostar no desenvolvimento de uma infraestrutura de redes elétricas inteligentes, permitindo a comunicação constante entre o consumidor e o distribuidor de energia, o qual permite um consumo energético eficiente. Contudo, estas alterações no setor levarão ao aumento do custo da eletricidade, com posterior diminuição, no entanto, é necessário implementar medidas que salvaguardem os indivíduos economicamente vulneráveis, de forma a evitar o aumento da população que apresenta pobreza energética.

No setor da habitação, é necessário maximizar os benefícios da eficiência energética através da construção de edifícios eficientes ou até mesmo com necessidades energéticas e

emissões quase nulas (*Nearly Zero Energy Buildings* – NZEB), preparar AQS (águas quentes sanitárias) através de energias renováveis e continuar a desenvolver um sistema que permita controlar os consumos energéticos da habitação, bem como, comunicar diretamente com o distribuidor de energia.

De uma forma geral, o primeiro passo para a descarbonização da economia e combate às alterações climáticas passará sempre pela construção de habitações termicamente confortáveis e energeticamente eficientes para todos os seres humanos.

Contudo, o conforto térmico nas habitações ainda não é uma realidade comum a toda a população, devendo-se em grande parte às condições precárias do isolamento térmico dos edifícios e à incapacidade financeira para aquecer as habitações. Em 2015, estimou-se que cerca de um quarto da população portuguesa não possuía capacidade para aquecer adequadamente a sua habitação, valor este que mostra a gravidade da situação apresentada a nível nacional.

Sendo assim, tornar os edifícios habitacionais energeticamente eficientes é uma das respostas que garante, em simultâneo, a sustentabilidade do Planeta e condições de conforto térmico nas habitações, sem comprometer o equilíbrio financeiro da população.

1.2. OBJETIVOS

Esta dissertação teve como base de estudo o Projeto Habitação A⁺, tendo este estudo sido implementado numa urbanização social na cidade da Maia, apresentando, de uma forma geral, os seguintes objetivos:

- Sensibilizar a população e educá-la para a prática de redução dos consumos de energia e de água na sua habitação;
- Analisar os consumos de energia e de água e respetivas práticas de poupança da população;
- Analisar o nível de conforto térmico das habitações;
- Identificação de situações críticas que precisem de ser intervencionadas;
- Compreender a influência que a reabilitação, orientação e andar do edifício apresentam no conforto térmico das habitações;
- Concluir sobre a influência da reabilitação na eficiência energética de habitações.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação encontra-se dividida em sete capítulos, estando estruturada da seguinte forma:

- No capítulo 1 faz-se o enquadramento desta dissertação, no qual se explica a importância e a motivação para a execução deste trabalho. São também indicados os objetivos gerais, bem como, a estrutura desta dissertação;
- No capítulo 2 faz-se uma revisão bibliográfica aos temas de interesse desta dissertação, sendo eles: construção sustentável, isolamento térmico, reabilitação de edifícios, eficiência energética, conforto térmico, ventilação e qualidade do ar interior, pobreza energética, habitação social em Portugal, panorama nacional do consumo de energia e de água e, por fim, métodos de redução dos consumos na habitação;
- No capítulo 3 encontra-se o âmbito da dissertação no qual se salienta a importância deste trabalho, bem como, os objetivos específicos do mesmo;
- No capítulo 4 explica-se o trabalho desenvolvido ao longo deste estudo, estando presente um cronograma com as etapas do trabalho desenvolvido, bem com, um breve resumo das mesmas, e uma explicação do trabalho efetuado na urbanização e no tratamento de dados;
- No capítulo 5 estão apresentados todos os resultados obtidos ao longo do estudo, bem como a análise dos mesmos. Verifica-se também o cumprimento de diversos parâmetros expostos no estado da arte e retira-se conclusões concretas dos resultados obtidos;
- No capítulo 6 apresentam-se as principais conclusões da dissertação, de acordo com os objetivos definidos para este trabalho;
- No capítulo 7 expõem-se algumas recomendações para futuros trabalhos relacionados com este tema.

2. ESTADO DA ARTE

2.1. CONSTRUÇÃO

Segundo a diretiva 89/106/CE de 2 de dezembro, a construção é definida como “tudo o que é construído ou resulta de operações de construção e que está fixo ao solo. Assim, incluem-se nas construções: habitações (vivendas), edifícios industriais, comerciais, de escritório, de saúde, (...)”, entre outras (Pinheiro 2006).

A construção é uma atividade multidisciplinar que tem impactos no setor económico, social e ambiental e, como tal, deve-se considerar o melhor plano de ação para beneficiar todos os setores que ela envolve.

As atividades construtivas têm um grande impacto negativo no Planeta, devido à ocupação do solo, às alterações dos ecossistemas, à produção de resíduos e ao uso de recursos, quer para a construção, quer para a vida útil do edifício (Pinheiro 2006). Por esta razão, é cada vez mais importante levar a cabo projetos que tenham como objetivo a sustentabilidade ambiental, surgindo assim, políticas de construção sustentável que têm em atenção não só os impactos da construção, mas também o consumo energético do uso do edifício.

2.1.1. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável assenta em três pilares, sendo eles, económico, social e ambiental, e pode ser definido como “o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual sem comprometer as gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades”. Sendo assim, uma construção só é considerada sustentável quando tem estes três pilares em consideração.

Segundo o INCM (1994), construir com sustentabilidade é “construir com racionalidade, tendo em vista a minimização dos impactos ecológicos que prejudicam a biodiversidade. Este objetivo concretiza-se com o planeamento partilhado, com a utilização racional dos materiais, com o respeito pelos ciclos naturais do ar e da água, com o recurso a estratégias passivas de produção de energia e com a gestão e reciclagem de lixos.”.

De uma forma geral, uma edificação é considerada sustentável se a sua construção tiver em conta o baixo uso de recursos e de energia; for planeada para ser um edifício duradouro, adaptável e que produza poucos resíduos aquando do seu desmantelamento; se apresentar elevada eficiência energética; for bem isolada termicamente; minimiza o uso e desperdício de água e energia, minimiza a poluição interna e riscos para a saúde e, de preferência, produza a sua própria energia através de recursos renováveis, não emitindo CO₂ (dióxido de carbono) (Heywood 2015).

Sendo assim, uma construção sustentável não tem só em conta a fase de obra, havendo também a preocupação de construir uma habitação que seja sustentável durante a fase de utilização.

A construção sustentável assume-se assim como uma área com crescente relevância devido à necessidade de reduzir os consumos finais de energia e aumentar o conforto dos seus ocupantes. De forma a responder à necessidade de realizar projetos sustentáveis, foram desenvolvidos vários sistemas que permitem avaliar o desempenho ambiental dos edifícios, tais como: BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency*) e SBTool (*Sustainable Building Tool*). Existem, contudo, dois métodos que foram ajustados à realidade de Portugal, sendo eles o LiderA e o SBTool^{PT} (INCM 1994).

Charles Kibert definiu, em 1994, que construção sustentável é a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em conta os princípios ecológicos e a utilização eficiente de recursos” (INCM 1994). A partir dos recursos naturais usados na construção, Kibert estabeleceu cinco princípios básicos da construção sustentável, sendo eles:

- Reduzir o consumo de recursos;
- Reutilizar os recursos sempre que possível;
- Reciclar materiais em fim de vida do edifício e usar recursos recicláveis;
- Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as atividades;
- Eliminar os materiais tóxicos e os subprodutos em todas as fases do ciclo de vida.

A aplicação destes princípios deve ser feita de modo a conciliar todas as fases do ciclo de vida da construção, ou seja, projeto, construção, operação/manutenção e demolição/deposição (Geraldes 2012)

2.1.2. CONSTRUÇÃO APLICADA À HABITAÇÃO SOCIAL

De uma forma geral, as habitações sociais são caracterizadas por apresentarem parâmetros construtivos precários, levando a que as habitações tenham maus níveis de isolamento térmico e ventilação. Tendo em conta que os indivíduos que habitam neste tipo de alojamentos apresentam carências económicas, a situação financeira dos mesmos pode ser agravada por realizarem aquecimento da habitação, ou então vivem em contínuo desconforto térmico por optarem por não efetuar a climatização do espaço.

Por este motivo, a construção destas habitações deve cumprir as recomendações técnicas estabelecidas no documento desenvolvido em 1994 pela INCM (Imprensa Nacional Casa da Moeda) intitulado “Recomendações técnicas de habitação social”, como o objetivo de otimizar a relação custo/qualidade das habitações, garantindo qualidade adequada à habitação, de forma a

satisfazer as necessidades essenciais dos residentes, “numa perspetiva de benefício económico que não se restringa ao curto prazo” (INCM 1994).

2.1.3. TÉRMICA DE EDIFÍCIOS

Os edifícios são caracterizados por realizarem trocas de calor com o meio envolvente, sendo que, estas trocas dependem da temperatura exterior e das características dos materiais que definem a envolvente da construção. Estas trocas ocorrem por condução, convecção e por radiação. Sendo assim, de forma a analisar-se o comportamento térmico dos edifícios, é necessário contabilizar as trocas de calor entre o exterior e todos os elementos constituintes do contorno do edifício (paredes, janelas, portas, pavimento e cobertura), bem como, as características de condutibilidade térmica destes elementos.

A contabilização das trocas efetuadas entre os elementos da envolvente e o exterior pode ser efetuada através da Equação 1, sendo que, $Q_{\text{condução}}$ diz respeito às trocas de calor por condução (W), U_i representa o coeficiente de condutibilidade térmica do elemento a considerar ($\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$), A_i representa a área do elemento a considerar (m^2), T_{in} e T_e dizem respeito à temperatura interior e exterior ($^\circ\text{C}$), respetivamente.

$$Q_{\text{Condução}} = \sum_{i=1}^n U_i A_i (T_{\text{in}} - T_e) \quad (1)$$

Por sua vez, o coeficiente de condutibilidade térmica de cada elemento da envolvente exterior e interior do edifício (U), pode ser obtido através da Equação 2 e da Equação 3, respetivamente, sendo que, h_i e h_e são as parcelas de convecção da envolvente interior e exterior, respetivamente, e e_i a parcela por condução, sendo esta calculada através da resistência térmica ($R=e/\lambda$).

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_i} \quad (2)$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_e} \quad (3)$$

O balanço energético de um edifício tem de ser dividido em dois períodos, sendo eles, o verão e inverno, uma vez que, o sentido dos fluxos de calor vai ser diferente em cada um deles. Sendo assim, através da Equação 4 e da Equação 5 é possível calcular o balanço energético de um edifício no verão e no inverno, respetivamente, sendo que, $Q_{\text{Nec-Arefecimento}}$ representa as necessidades de arrefecimento de um edifício, $Q_{\text{Nec-Aquecimento}}$ representa as necessidades de aquecimento do mesmo, Q_{vent} diz respeito às trocas de calor devidas à ventilação do espaço, $Q_{\text{rad-sol}}$

diz respeito aos ganhos energéticos devidos à radiação solar e Q_{GI} diz respeito aos ganhos térmicos devido aos equipamentos interiores.

$$\text{Verão:} \quad Q_{Nec-Arrefecimento} = Q_{Condução} + Q_{vent} + Q_{rad-sol} + Q_{GI} \quad (4)$$

$$\text{Inverno:} \quad Q_{Nec-Aquecimento} = Q_{Condução} + Q_{vent} - Q_{rad-sol} - Q_{GI} \quad (5)$$

De seguida, na Figura 2.1 encontram-se representas as trocas de calor entre o exterior e a habitação no verão e no inverno.

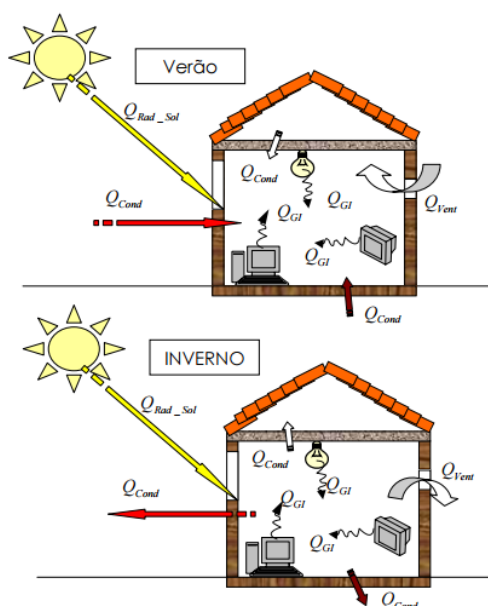


Figura 2.1- Balanço energético de um edifício (fonte: Silva 2006)

2.1.4. ISOLAMENTO TÉRMICO

O isolamento térmico tem como principal função reduzir as trocas de calor entre o edifício e o exterior, através do aumento da resistência térmica da envolvente do edifício. Isto leva a uma redução da necessidade de realizar aquecimento e arrefecimento do espaço, bem como a diminuição do risco de ocorrer condensação (Silva 2006).

Os parâmetros que caracterizam um material isolante são: a condutividade térmica, a emissividade da superfície, a espessura, a densidade, a capacidade calorífica específica e as pontes térmicas. De acordo com o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), um material é considerado isolante térmico quando apresenta condutividade térmica inferior a $0,065 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ou cuja resistência térmica é superior a $0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$ (RCCTE 2006).

Os isolantes térmicos podem ser classificados quanto à sua natureza (vegetal, mineral ou sintética), quanto ao seu modo de produção (pré-fabricados ou produzidos *in.situ*), quanto à sua estrutura (fibrosa, celular ou mista) e quanto à sua apresentação (rígido, semirrígidos ou

granulares). Alguns dos isolantes térmicos mais usados são a lã de rocha ($U \approx 0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$), a lã de vidro ($U \approx 0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$), poliestireno expandido ($U \approx 0,045 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) e aglomerado negro de cortiça ($U \approx 0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) (Costa 2017).

A determinação da espessura ideal de isolante térmico para cada situação deve ser feita com base numa análise custo-benefício, a qual permite comparar e compreender de que forma a redução do consumo de energia despendida para aquecimento/arrefecimento da habitação varia com o aumento da espessura do material isolante. Na Figura 2.2 encontra-se um esquema que representa um método desenvolvido pela ASHRAE (1997), o qual permite calcular a espessura ótima de material isolante.

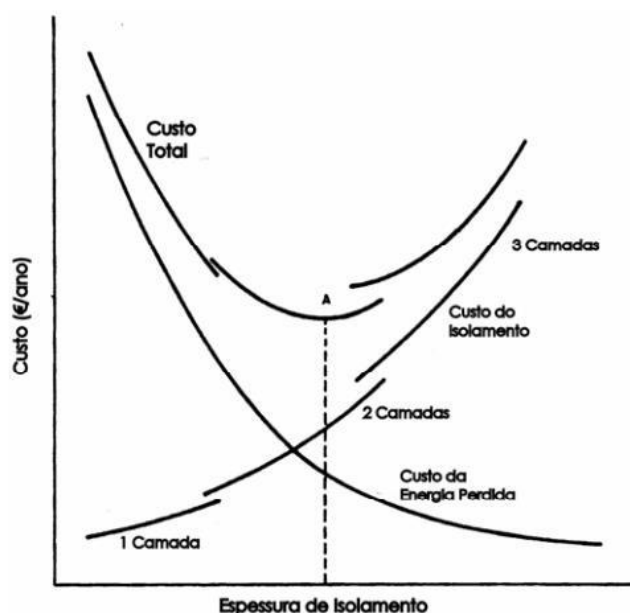


Figura 2.2- Determinação da espessura ótima de isolamento (fonte: Silva 2006)

2.1.5. REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS

A reabilitação representa todo o conjunto de ações empreendidas com vista à recuperação e melhoria de um edifício, tornando-o apto para o seu uso atual. Estas ações têm como objetivo fundamental resolver as deficiências físicas e as anomalias construtivas, ambientais e funcionais acumuladas ao longo dos anos. Ao mesmo tempo, procura-se uma modernização e uma beneficiação geral do imóvel sobre o qual incide, melhorando o seu desempenho funcional através da atualização das suas instalações e equipamentos e organização dos espaços existentes (Aguilar, Appleton, and Cabrita 2002).

A graduação das intervenções depende da beneficiação na satisfação de exigências funcionais e dos moradores, bem como, do tipo e extensão do trabalho necessário para a sua reabilitação, podendo esta ser de nível 1 – Reabilitação Ligeira, nível 2 – Reabilitação média, nível 3 – Reabilitação Profunda e nível 4 – Reabilitação excecional (Pereira 2013).

A União Europeia publicou a 4 de janeiro de 2003 a Diretiva 2002/91/CE de 16 de dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios, o qual impõe aos Estados-membros o estabelecimento e atualização periódica de regulamentos para melhorar o conforto térmico dos edifícios novos e reabilitados. A diretiva adota também a obrigatoriedade da contabilização das necessidades de energia para preparação de águas quentes sanitárias, numa ótica de consideração de todos os consumos de energia importantes, tendo como objetivo específico o favorecimento de alternativas renováveis para preparar águas quentes sanitárias, tais como os sistemas de coletores solares (RCCTE 2006).

Salienta-se que, em 2016, as obras de reabilitação representaram 31,4 % do total de edifícios concluídos, sendo que, dentro das obras de reabilitação, 60,8 % correspondem a obras em habitações familiares (INE 2017). De seguida, na Figura 2.3 encontra-se a evolução das obras de reabilitação e construção nova no total de obras concluídas entre 2011 e 2016.

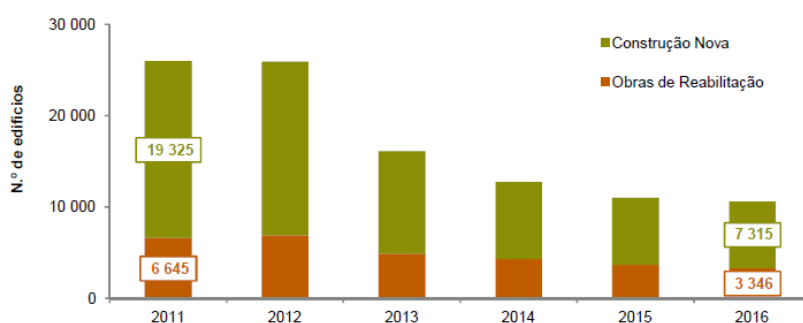


Figura 2.3- Evolução das obras de reabilitação e construção nova no total de obras concluídas (2011 a 2016) (INE 2017)

2.1.6. VENTILAÇÃO DE EDIFÍCIOS

A ventilação é a ação de renovação do ar interior pelo ar exterior, de uma forma controlada, sendo que, atualmente, a legislação em vigor requer uma taxa de renovação mínima do ar da habitação de pelo menos 40 % por hora. Uma ventilação adequada da habitação permite evitar condensações e a concentração de poluentes no seu interior (ADENE 2016).

A ventilação realizada pode ser do tipo: ventilação natural, mecânica ou mista. No primeiro caso, a renovação é promovida pelas ações naturais (térmica e vento) que asseguram, de uma forma controlada, o escoamento de ar entre aberturas de admissão de ar exterior (janelas e grelhas) e as aberturas de extração de ar (chaminés). Contudo, a ventilação natural pode ocorrer por infiltrações de ar indesejadas, através das frinchas da envolvente, as quais podem ser encontradas nas janelas, portas e caixas de estores. Estras trocas podem ser mitigadas através da colocação de barras de isolamento ou fitas de calafetagem.

A ventilação mecânica é a renovação de ar promovida por ventiladores mecânicos (sistemas com insuflação e extração mecânica e sistemas com apenas ventiladores de extração) que asseguram de uma forma controlada e ininterrupta o escoamento do ar entre aberturas de admissão de ar exterior e as aberturas de extração ligadas a condutas. Este tipo de ventilação apresenta custos associados devido aos equipamentos utilizados.

A ventilação mista é a combinação da ventilação natural com a ventilação mecânica, sendo caracterizada pela existência de extratores individuais ligados a condutas individuais (ADENE 2016).

De uma forma geral, um sistema de ventilação eficiente garante uma renovação mínima de 40 a 60 % do ar da habitação, por hora, pressupõe existência de uma envolvente com poucas frinchas, ou seja, com baixa permeabilidade do ar e pode ser assegurado por ventilação natural, mecânica ou mista (ADENE 2016).

2.1.7. QUALIDADE DO AR INTERIOR

Atualmente o ser humano passa cerca de 90 % do seu dia dentro de espaços fechados e, como tal, é de extrema importância manter uma boa qualidade do ar interior (QAI) (Roberts 2016). Nos edifícios, a QAI é assegurada através da ventilação, a qual permite a manutenção de valores ideais de humidade e concentrações baixas de poluentes, agentes patogénicos e dióxido de carbono.

O vapor de água não é um poluente, contudo uma “habitação húmida e mal ventilada pode originar proliferação de bolores e ácaros em paredes mal isoladas”, devido à condensação do vapor de água (ADENE 2016). A humidade relativa do ar interior deve ser mantida a 50-60 %, sendo que, níveis abaixo destes valores originam problemas respiratórios e sensação de secura nas vias respiratórias, e valores acima dos mesmos, originam proliferação de fungos e bactérias que por sua vez, causam problemas respiratórios, irritações cutâneas, do nariz, olhos e garganta e sensação de fadiga (Vanvuren 2018).

Um fator importante a ser considerado na QAI é a concentração de dióxido de carbono (CO_2) e de monóxido de carbono (CO) presente no espaço considerado, uma vez que, a inalação destes componentes afetam a saúde de um indivíduo, podem mesmo levar à sua morte. Na Tabela 2.1 e na Tabela 2.2 encontram-se os valores de referência de CO_2 e de CO definidos pela ASHRAE (Roma 2013).

Tabela 2.1- Valores de referência de CO definidos pela ASHRAE (fonte: Roma 2013)

Concentração de CO	Tempo de inalação e sintomas
9 ppm	Exposição máxima permitida em curtos períodos de tempo
35 ppm	Máximo permitido para períodos de exposição contínua até 8 horas
200 ppm	Ligeiras dores de cabeça, cansaço, náuseas ao fim de 2 a 3 horas de exposição contínua
800 ppm	Tonturas, fortes náuseas e convulsões em menos de 45 minutos de exposição. Perda de consciência ao fim de 2 horas e morte ao fim de 3 horas.
1600 ppm	Fortes tonturas, desmaios, náuseas fortes. Morte ao fim de 1 hora.
3200 ppm	Fortes tonturas, desmaios, náuseas fortes. Morte ao fim de 20 a 30 minutos.
6400 ppm	Morte em menos de 15 minutos

Tabela 2.2- Valores de referência de CO₂ definidos pela ASHRAE (fonte: Roma 2013)

Concentração de CO₂	Sintomas de inalação
250 a 350 ppm	Nível normal num ambiente exterior
350 a 1.000 ppm	Níveis típicos num espaço fechado com boa ventilação
1000 a 2000 ppm	Local com ambiente mal ventilado e sensação de sonolência
2000 a 5000 ppm	Dores de cabeça, sonolência, perdas de concentração, aumento do ritmo cardíaco
5000 ppm	Máximo permitido por algumas normas internacionais ao fim de 8 horas de exposição

2.1.8. HABITAÇÕES PASSIVAS

“Habitação passiva” é um método construtivo que se baseia na aplicação de regras padrão de construção, tornando a habitação energeticamente eficiente, confortável e economicamente sustentável (Institute 2015).

Este conceito foi desenvolvido pela 1ª vez em 1991, pelo Dr. Wolfgang Feist, e tem como objetivo garantir um ambiente termicamente confortável sem recorrer a sistemas de aquecimento e arrefecimento. Este tipo de construção permite reduzir o consumo energético relacionado com a climatização ambiente em cerca de 90 %, quando comparado com o tipo normal de construção, e em 75 %, quando comparado com as construções mais recentes e com mais preocupações de construção eficiente (Institute 2015).

O conceito de habitações passivas pode ser aplicado em qualquer parte do mundo pois, os princípios físicos são os mesmos. Contudo, é necessário fazer alterações dos detalhes de construção, de forma a adaptar a habitação ao clima onde ela se insere (Institute 2015).

As habitações passivas apresentam as seguintes características construtivas:

- Isolamento térmico apropriado;
- Inexistência de fugas de ar - não ocorrem trocas de ar indesejadas entre a habitação e o exterior;
- Não existem pontes térmicas na envolvente do edifício;
- Uso de janelas eficientes, geralmente janelas de vidro triplo com corte térmico;
- Orientação solar adequada para aproveitar eficientemente a radiação solar, aquecendo a habitação no inverno;
- Uso de sombreamento (proteção solar do edifício) de forma a evitar o aumento da temperatura devido à radiação solar no verão;
- Uso de sistemas de ventilação com recuperação de calor, o qual realiza renovação do ar à habitação (entrada de ar exterior) sem que ocorram trocas de calor entre esta e o exterior.

2.1.9. EFICIÊNCIA E CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

Tanto os edifícios como os equipamentos elétricos podem ser avaliados de acordo com a sua eficiência energética, sendo que, esta avaliação permite que os consumidores tomem decisões conscientes com o intuito de reduzir o seu consumo de energia.

A eficiência energética de um edifício depende de vários fatores, incluindo os aspetos construtivos, como o isolamento térmico da envolvente, a iluminação, as características das janelas, os sistemas de climatização e a existência de sistemas de produção de energia. De uma forma geral, um edifício é considerado energeticamente eficiente quando consome menos energia para aquecer ou arrefecer o ambiente, independentemente da potência dos equipamentos usados para realizar a climatização (Isover [n.d.]).

Com o intuito de diminuir o consumo energético dos edifícios, surgiu a Diretiva nº 2002/91/CE, revista pela Diretiva 2010/31/EU, que estabeleceu a necessidade e a obrigação da implementação de um sistema de certificação energética em todos os Estados-membros. Assim surgiu o Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE) (Costa 2017).

Em Portugal, é a ADENE (Agência para a Energia) que gere a avaliação e certificação energética de edifícios (SCE), sendo que, esta certificação “permite aos portugueses disporem de uma ferramenta de avaliação e validação independente do desempenho energético dos seus imóveis, bem como uma caracterização das oportunidades de melhoria que podem ser adotadas

de forma a que as casas sejam mais eficientes, poupando na fatura energética e melhorando o seu conforto e saúde.” (ADENE 2019b).

De uma forma geral, o certificado energético obtido avalia a eficiência energética de um imóvel numa escala de F (muito pouco eficiente) a A⁺ (muito eficiente) e contém informações sobre as características de um imóvel (isolamento das janelas, ventilação, climatização e produção de AQS, bem como o efeito que estas apresentam no consumo de energia). Para além disso, indica medidas de melhoria que podem ser efetuadas com o intuito de reduzir o consumo energético e melhorar o conforto e condições da habitação. Este certificado permite ainda o acesso a benefícios fiscais e financiamento específico e valoriza o imóvel (ADENE [n.d.]-b). De seguida, na Figura 2.4 encontra-se a escala da classe energética dos edifícios de habitação.

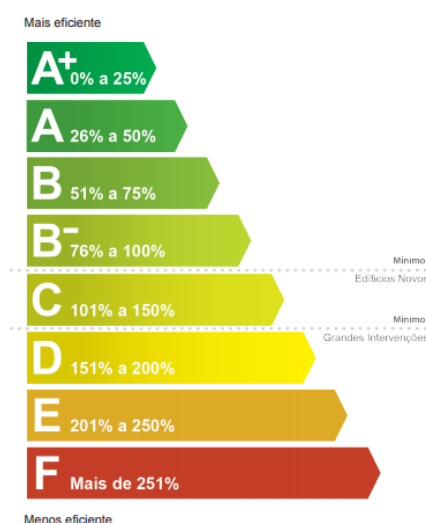


Figura 2.4- Escala da classe energética dos edifícios de habitação (fonte: Costa 2017)

Qualquer proprietário de um edifício ou fração pode pedir deliberadamente um certificado energético, contudo, este é obrigatório para:

- Edifícios novos;
- Edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, ou seja, intervenções na envolvente ou nas instalações técnicas do edifício, cujo custo seja superior a 25 % do valor do edifício, nas condições definidas em regulamento próprio;
- Edifícios de comércio e serviços existentes com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000 m², ou 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas;
- Edifícios que sejam propriedade de uma entidade pública e tenham área interior útil de pavimento superior a 250 m² e sejam ocupados por uma entidade pública e frequentemente visitados pelo público;

- Celebração de contratos de venda e de locação de edifícios, incluindo o arrendamento, casos em que o proprietário tem que apresentar ao potencial comprador, locatário ou arrendatário o certificado energético (ADENE [n.d.]-a).

Em Portugal já foram emitidos um total de 1053068 certificados energéticos, sendo que, a sua distribuição por classe energética entre 2014 e 2019 pode ser observada na Figura 2.5 (ADENE [n.d]).

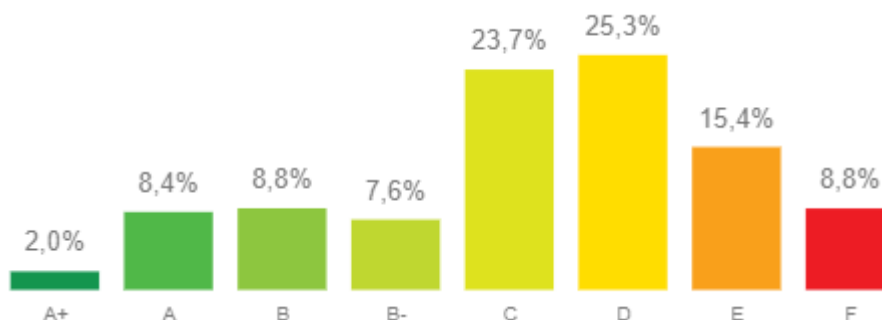


Figura 2.5- Certificados emitidos por classe energética (fonte: ADENE [n.d])

A ADENE desenvolveu ainda dez guias que tem como objetivo ajudar o consumidor a perceber o que alterações serão necessárias ser efetuadas na sua habitação com o intuito de aumentar o seu conforto e eficiência energética, bem como, ajudar os proprietários a implementar soluções de eficiência energética sugeridas nos Certificados Energéticos das habitações. “Estes guias contêm os aspetos a ter em conta nos pedidos de orçamento antes de se avançar para uma obra energeticamente eficiente, bem como nos cuidados no seu acompanhamento, da operação e da manutenção, entre outras boas práticas.” (ADENE 2019a).

Os guias desenvolvidos abordam 10 soluções para aumentar a eficiência energética de um edifício, sendo elas: isolamento de paredes, isolamento de coberturas, janelas eficientes, proteções solares, sistemas de ventilação, sistemas solares térmicos, recuperadores de calor e salamandras, esquentadores e caldeiras, ar condicionado doméstico e sistemas solares fotovoltaicos.

Tal como acontece com os edifícios, também os equipamentos elétricos são avaliados e classificados de acordo com o seu desempenho energético, sendo classificados de A (a mais eficiente), a G (a menos eficiente), de acordo com a etiqueta antiga, ou de A⁺⁺⁺ (a mais eficiente) a D (a menos eficiente), de acordo com a etiqueta mais recente.

A ferramenta que permite a um consumidor saber a classe de eficiência energética de um equipamento é a etiqueta energética, sendo esta regulada a nível europeu por uma normativa composta por diversas diretivas europeias. Estas etiquetas apresentam um aspeto semelhante ao da Figura 2.4 e contém informações sobre o produto, tais como: nome do fornecedor ou marca e

identificação do modelo, classe de eficiência energética, consumo anual de energia em kWh e pictogramas que evidenciam algumas das características dos produtos etiquetados.

Salienta-se que a escala de eficiência energética não é linear e varia de produto para produto, ou seja, só é possível comparar as etiquetas energéticas entre produtos com características semelhantes e que tenham sido testados nas mesmas condições (ADENE 2017).

2.2. CONFORTO TÉRMICO

2.2.1. CONCEITO

O conforto térmico é definido como sendo “a condição psicológica que expressa satisfação com o seu ambiente térmico” (ASHRAE 2016). Sendo assim, a sensação de conforto térmico é um conceito subjetivo, variando de indivíduo para indivíduo pois, está dependente da sensibilidade de cada um.

De acordo com a ISO:7730 (2005), a sensação térmica do ser humano está relacionada com o equilíbrio térmico do corpo como um todo, sendo que, este equilíbrio está dependente de parâmetros pessoais, sendo eles, a atividade física/metabolismo e o nível de vestuário usado, e de parâmetros ambientais, como a temperatura, humidade relativa, velocidade do ar e temperatura média irradiada (ISO:7730 2005).

Sendo assim, percebe-se que não é possível definir um valor específico de temperatura que garanta condições de conforto térmico pois, este depende de vários fatores. Contudo, considera-se que se está perante conforto térmico quando a envolvente física é suficiente para que um individuo não sinta “desagrado ou irritação de modo a distraí-lo das suas atividades de momento” (Piedade, Rodrigues, and Roriz 2003).

2.2.2. BALANÇO TÉRMICO E TERMORREGULAÇÃO

No contexto de termodinâmica, define-se um sistema biológico, como é o caso do corpo humano, como sendo um sistema aberto, ou seja, realiza trocas de energia e matéria com o meio ambiente que o rodeia. Para além disso, define-se que um sistema está em equilíbrio quando a taxa de trocas entre este e o exterior é constante e quando não existe variação de temperatura e pressão.

A temperatura a que o corpo humano funciona sem que ocorram danos à sua saúde é de 36 ± 1 °C (Piedade, Rodrigues, and Roriz 2003). Sendo assim, para que o corpo humano consiga manter esta temperatura constante tem de ser capaz de realizar trocas de calor com o meio que o rodeia, sendo estas, feitas através do mecanismo de autorregulação. O estado de equilíbrio térmico

é atingido quando a taxa de produção de calor no corpo iguala a taxa de calor cedida ao ambiente, estando estas trocas dependentes dos parâmetros pessoais e ambientais, sendo efetuadas essencialmente por radiação, convecção, e evaporação, podendo também ser feitas por condução.

O calor produzido pelo corpo humano, como forma de atingir equilíbrio térmico com o meio que o rodeia, deve-se à sua atividade metabólica, sendo esta, definida como a energia produzida no interior do corpo, variando de pessoa para pessoa e está dependente da atividade efetuada (Silva 2006). Para além disso, o vestuário usado por cada pessoa tem um efeito isolante, como tal, consoante se pretenda reter ou não o calor produzido pelo corpo, de forma a manter o conforto térmico, deve-se usar roupa com propriedades isolantes apropriadas às suas necessidades (Silva 2006).

A equação de balanço térmico entre o corpo humano e o ambiente que o rodeia, considerando apenas os aspetos fisiológicos, encontra-se apresentada na Equação 6, em que S representa a taxa de calor acumulada (W/m^2), M a taxa de metabolismo (W/m^2), W a taxa de trabalho mecânico realizado (W/m^2), Q_{sk} a taxa de calor perdido pela pele (W/m^2) e Q_{res} a taxa de calor perdida pela respiração (W/m^2).

$$S = (M - W) - (Q_{sk} + Q_{res}) \quad (6)$$

Os mecanismos de autorregulação são ações de resposta às variações externas que permitem manter a temperatura estável do corpo no nível ideal para a saúde. Os mecanismos de autorregulação, controlados pelo hipotálamo, envolvem a dilatação/constricção dos vasos sanguíneos, a ativação das glândulas sudoríparas e a contração dos músculos.

No caso do aumento da temperatura, ocorrem fenómenos de dilatação dos vasos sanguíneos e da ativação das glândulas sudoríparas (transpiração) o que leva a que o corpo dissipe calor. Pelo contrário, quando ocorre diminuição da temperatura os vasos sanguíneos sofrem constricção, de forma a diminuir a dissipação de calor, e os músculos sofrem contração involuntária levando ao aumento da atividade metabólica e, por conseguinte, aumento da temperatura corporal (Curado 2014, Piedade, Rodrigues, and Roriz 2003).

A garantia do conforto térmico tem como objetivo reduzir ao mínimo a necessidade do corpo utilizar os seus mecanismos de termorregulação (ASHRAE 1997).

De seguida, na Figura 2.6 pode observar-se um esquema que apresenta os mecanismos de autorregulação em resposta ao aumento e diminuição da temperatura.

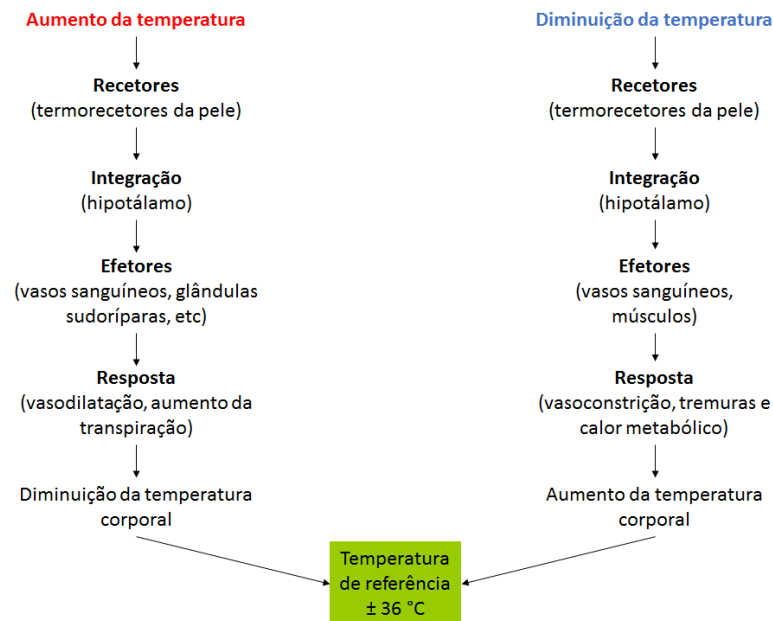


Figura 2.6- Regulação da temperatura corporal (adaptado de: Pimenta et al. 2015)

2.2.3. ZONA DE CONFORTO TÉRMICO

Como foi referido anteriormente, o conforto térmico não apresenta um valor específico de temperatura e, como tal, tem que se definir uma gama de valores de temperatura. Esta gama de valores varia de autor para autor, consoante o método de cálculo usado.

A norma ISO:7730 (2005), que é aplicada a ambientes moderados, foi adaptada do método desenvolvido por Fanger (Neves 2013) e baseia-se em dois índices, sendo eles, o PMV (*Predicted Mean Vote*) e o PPD (*Predicted Percentage Dissatisfied*).

O PMV prevê o valor médio de votos de um grupo de pessoas, sobre a sua sensação térmica, estando dependente de parâmetros pessoais (taxa metabólica e nível de roupa usada) e de parâmetros ambientais (temperatura, temperatura média irradiada, humidade relativa e velocidade do ar), sendo calculado através da Equação 7, onde M é a taxa metabólica e S a taxa de calor acumulado (Equação 6).

$$PMV = (0.303e^{-0.036M} + 0,028) \times S \quad (7)$$

Esta equação surge da sequência do trabalho de Fanger que definiu uma escala de sensação térmica de sete níveis (-3 a +3) para traduzir o grau de conforto e de desconforto associado às diferentes combinações de variáveis ambientais e pessoais testadas em câmaras climatizadas (ISO:7730 2005, Neves 2013). Esta escala encontra-se apresentada na Tabela 2.3.

Tabela 2.3- Escala de sensação térmica

3	Muito quente
2	Quente
1	Ligeiramente quente
0	Neutro
-1	Ligeiramente frio
-2	Frio
-3	Muito frio

Este índice só deve ser usado para valores entre -2 e +2, e quando os seis parâmetros principais estão entre os seguintes intervalos (ISO:7730 2005):

- Taxa metabólica: 46 W/m² até 232 W/m²;
- Isolamento da roupa: 0 m².K/W a 0,310 m².K/W;
- Temperatura ambiente: 10 °C a 30 °C;
- Temperatura média irradiada: 10 °C a 40 °C;
- Velocidade do ar: 0 m/s a 1 m/s;
- Pressão parcial do vapor de água: 0 Pa a 2700 Pa.

O PPD estabelece uma previsão quantitativa da percentagem de pessoas que se sentem termicamente insatisfeitas, através do valor de PMV, como se pode analisar na Equação 8 e na Figura 2.7 (ISO:7730 2005).

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0.03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad (8)$$

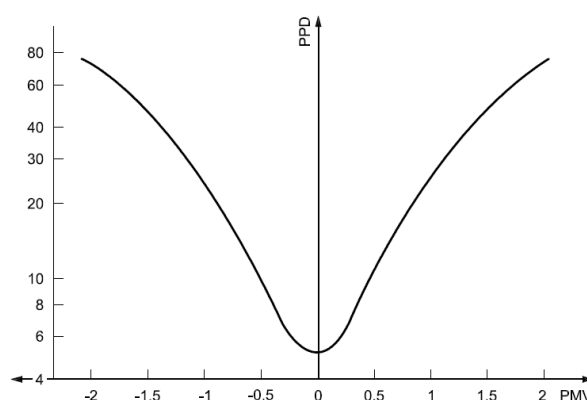


Figura 2.7- PPD como função de PMV (fonte: ISO:7730 2005)

Um ensaio normativo, efetuado na década de 80, definiu limites de temperatura, humidade relativa, velocidade do ar ambiente e para a radiação de contorno. Segundo Piedade, Rodrigues, and Roriz (2003) os resultados para os dois primeiros parâmetros indicam que a temperatura do ar interior deve estar compreendida entre os 18 °C e os 26 °C, podendo ultrapassar os limites em 2 °C e humidade relativa deverá estar compreendida entre os 35 % e os 85 %, sendo

que, no verão não deverá ultrapassar os 60 %. Estes limites variam consoante a estação do ano e podem ser analisados na Figura 2.8

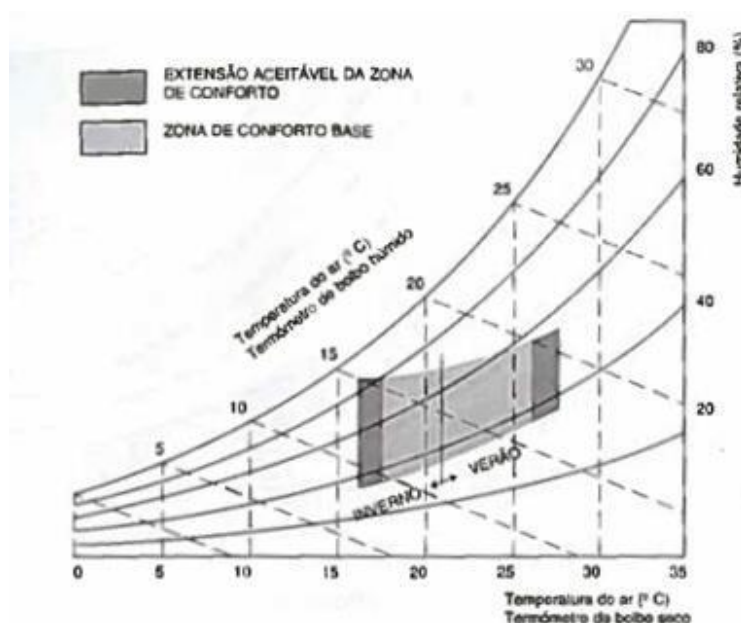


Figura 2.8- Zona de conforto térmico (fonte: Piedade, Rodrigues, and Roriz 2003)

A norma ANSI/ASHRAE 55:2004 estabelece que se está perante condições de conforto térmico quando 80 % dos ocupantes do mesmo espaço, logo submetidos às mesmas condições, sentem satisfação térmica. Esta norma, na sua revisão mais recente, passou a considerar um modelo adaptativo para edifícios que não possuem equipamentos de climatização (Neves 2013). Na Figura 2.9 encontra-se a relação entre intervalos de conforto térmico para as temperaturas interiores em função das temperaturas médias mensais externas que resultou da aplicação dos princípios adaptativos.

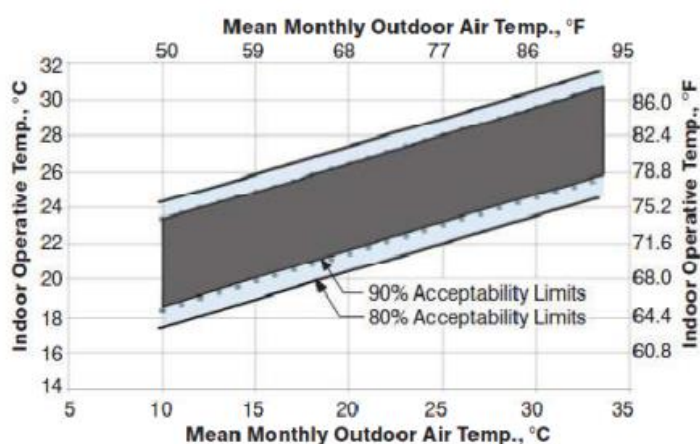


Figura 2.9- Intervalos de conforto térmico para espaços não climatizados (fonte: Neves 2013)

O RCCTE define condições ambiente de referência do conforto térmico específicas para a estação de aquecimento e para a estação de arrefecimento. Para o primeiro caso, o regulamento

define que a temperatura do ar interior deve ser igual a 20 °C e para o segundo caso define uma temperatura igual a 25 °C e uma humidade relativa igual a 50 % RCCTE (2006).

A OMS (Organização Mundial de Saúde) define que se está perante conforto térmico quando a temperatura do ar interior se encontra entre os 18 °C e os 24 °C e a humidade relativa entre os 30 % e os 65 % (WHO 2007). Salienta-se que a OMS estabelece ainda que a temperatura em divisões ocupadas em permanência por crianças ou idosos deve estar pelo menos a 20-21 °C (Santos and Matias [n.d.]).

A ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) recomenda que a temperatura do ar interior esteja entre os 20 °C e os 23 °C no inverno e entre os 22 °C e 27 °C no verão, e a humidade relativa esteja sempre entre os 30 % e os 60 %, de forma a garantir condições de conforto térmico (ASHRAE 2015).

Por tudo o que foi referido anteriormente, percebe-se que não existe consenso nos limites definidos para se estar perante condições de conforto térmico, havendo limites mais rígidos que outros. Na Figura 2.10 encontra-se um esquema que permite perceber as características correspondentes a cada intervalo de humidade relativa e de temperatura.



Figura 2.10- Características para cada intervalo de temperatura e humidade relativa (fonte: Costa 2017)

2.3. POBREZA ENERGÉTICA

A comissão Europeia convencionou que um agregado familiar ou um indivíduo se encontra numa situação de pobreza quando apresenta um rendimento abaixo do limiar considerado como risco de pobreza, sendo este, igual 60 % da mediana do rendimento por adulto equivalente de cada país. Em 2017, Portugal apresentava 17,3 % da população residente em risco de pobreza ou exclusão social, o que corresponde praticamente a um quinto da população portuguesa (INE 2019c). A pobreza de um agregado familiar ou de um indivíduo tem muitos impactes negativos no seu dia-a-dia, podendo afetar o seu estado físico, como a saúde, e psicológico, devido à exclusão social.

Um derivado da pobreza de um indivíduo ou agregado familiar é a pobreza energética, sendo que, considera-se que se está perante pobreza energética quando uma pessoa não consegue satisfazer certas necessidades básicas, tais como, aquecer/arrefecer a habitação até se obter conforto térmico, cozinhar refeições quentes, aquecer a água para banhos ou lavar a roupa e utilizar equipamentos elétricos. Em termos concretos, considera-se que se está perante condições de pobreza energética quando seria necessário despende mais de 10 % do rendimento em serviços energéticos de forma a manter a habitação a temperaturas satisfatórias, contudo, esta definição não é consensual, variando de país para país, havendo mesmo países que não apresentam uma definição de pobreza energética (Jones et al. 2016).

A pobreza energética deve-se essencialmente a três fatores, sendo eles, baixos rendimentos, habitações com mau nível de isolamento térmico e elevados preços da energia (Jones et al. 2016). Sendo assim, a pobreza energética pode ser definida por diversos indicadores, tais como, a “incapacidade de manter a habitação adequadamente aquecida”, “dívidas nas contas de serviços”, “preço da eletricidade e do gás natural”, “eficiência energética das habitações”, “risco de pobreza” e “taxa de privação material severa” (Moreira 2018).

A UE (União Europeia) reconheceu e abordou pela primeira vez à problemática da pobreza energética nas diretivas 2009/72/CE e 2009/73/CE, onde reconheceu que este é um problema grave e afirma que deverão ser desenvolvidos “planos de ação nacionais ou outros enquadramentos adequados para lutar contra a pobreza energética, a fim de reduzir o número de pessoas afetadas” (Matos 2017).

A comissão europeia, no âmbito do projeto *INSIGHT_E* (Pye and Dobbins 2015) efetuou uma análise da pobreza energética e dos consumidores de energia vulneráveis no setor da energia de toda a UE, utilizando para isso, dados de 2012. Para realizar a análise foram criados 4 indicadores, sendo eles: 1 – população em risco de pobreza; 2 – atrasos nas contas dos serviços públicos; 3 – incapacidade em manter a habitação adequadamente quente; 4 – existência de habitações com fugas e paredes húmidas (Costa 2017).

De seguida, na Figura 2.11 encontram-se os resultados obtidos na análise efetuada para Portugal, na qual se representa a média da UE para cada indicador a cinzento, e a verde, vermelho e laranja os valores de Portugal, sendo que, estas três cores representam a posição do país em relação aos 28 países da EU. A cor vermelha indica uma classificação baixa, de 1 a 9, a cor amarela de 10 a 18 e a verde de 19 a 28, representando classificações mais altas.

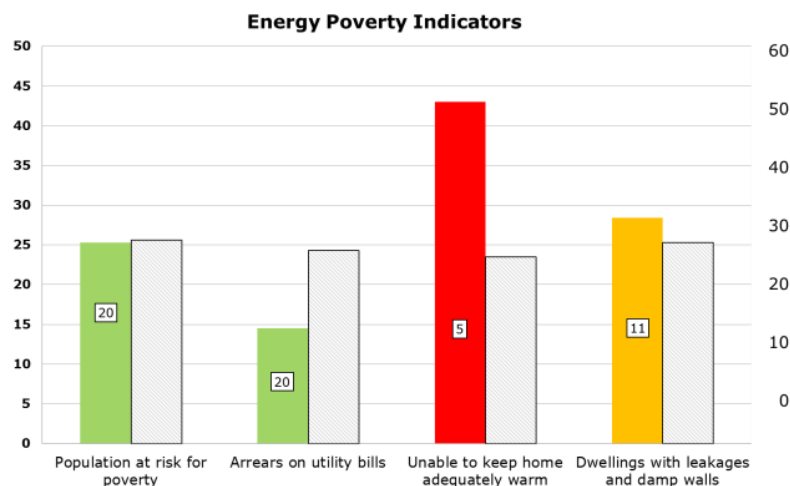


Figura 2.11- Indicadores de pobreza energética para Portugal (fonte: Pye and Dobbins 2015)

Observa-se na Figura anterior que Portugal se encontra numa posição muito baixa no indicador referente à capacidade de manter a habitação adequadamente quente, sendo que, em 2011, foi considerado o 5º pior país da UE-28 no que diz respeito ao aquecimento das habitações. Uma vez que Portugal apresenta temperaturas amenas durante todo o ano, a construção de edifícios tende a ser mais precária no que toca ao isolamento térmico, como forma de reduzir os seus custos. Isto leva a que as temperaturas nas habitações sejam insuficientes para se sentir conforto térmico, mas não ao ponto dos residentes optarem por aquecer a casa, uma vez que, conseguem suportar a temperatura fria em detrimento dos custos de energia necessários para realizar aquecimento.

Para além disso, observa-se que Portugal se encontra mal posicionado no que toca a existência de humidade ou infiltrações de água nas habitações, o que mais uma vez comprova as condições precárias das habitações no que toca à ventilação e isolamento térmico. Por outro lado, Portugal encontra-se entre os 8 melhores estados-membros no que toca aos indicadores de “população em risco de pobreza” e “atraso no pagamento das contas de energia”.

Segundo os dados do EU-SILC (*European Survey of Income and Living Conditions*), em 2011, na UE, cerca de 10 % da população era incapaz de manter a habitação adequadamente quente, perto de 16 % vivia em casas húmidas, apodrecidas ou com fugas, e cerca de 9 % encontrava-se em atraso para efetuar os pagamentos das contas de serviços públicos. Em 2013, segundo os dados do Eurostat, 52 milhões de indivíduos em toda a UE não eram capazes de manter a sua habitação quente, e entre 50 125 milhões encontravam-se em risco de pobreza energética (Jones et al. 2016).

De seguida irá analisar-se o panorama europeu e nacional relativo a certos indicadores de pobreza energética.

Na Figura 2.12 é possível verificar a percentagem da população dos diversos estados-membros incapazes de manter a habitação adequadamente aquecida.

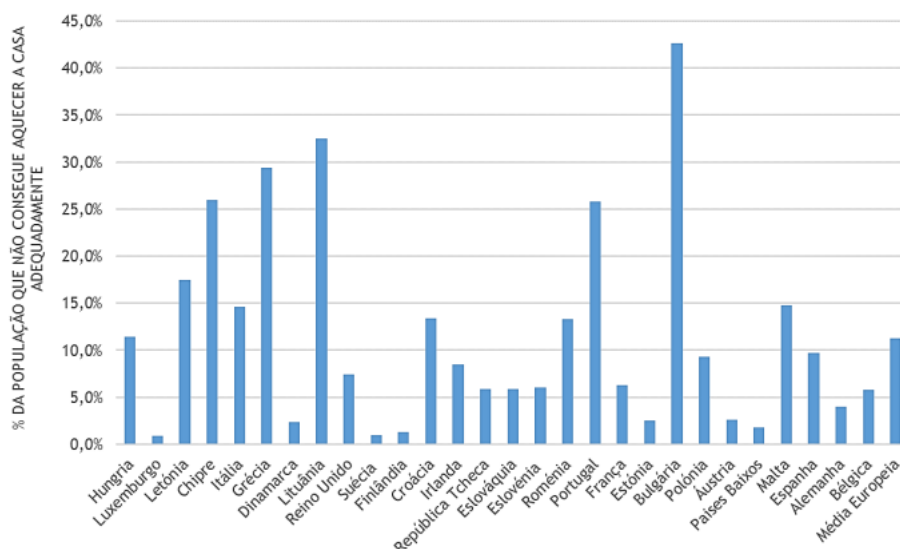


Figura 2.12- Percentagem da população incapaz de manter a habitação adequadamente aquecida em cada Estado-Membro da UE, em 2015 (fonte: Moreira 2018)

Analisando a Figura anterior percebe-se que, em 2015, a Bulgária, Lituânia, Grécia, Chipre e Portugal são os cinco países da UE que apresentam maior percentagem de habitantes incapazes de manter a sua habitação adequadamente aquecida. A nível nacional verificou-se que cerca de um quarto da população, 26 %, não conseguia manter a sua habitação devidamente aquecida. Por outro lado, países nórdicos como a Finlândia e a Suécia são os que apresentam as percentagens mais baixas.

Fazendo a distinção entre habitações ocupadas pelos proprietários, ocupadas por inquilinos e de rentas gratuitas verifica-se uma diferença da percentagem da população que tem capacidade para aquecer adequadamente a habitação, como se pode observar pela Figura 2.13.

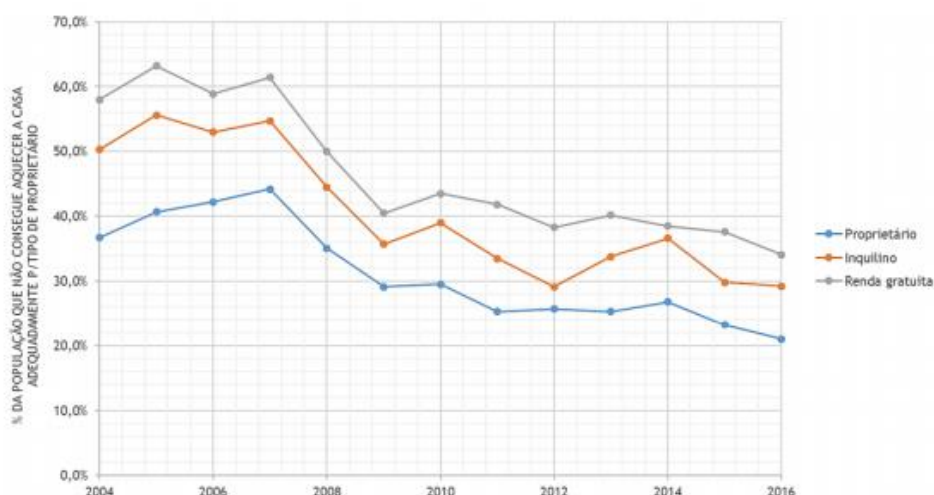


Figura 2.13- Percentagem da população portuguesa incapaz de manter a habitação adequadamente aquecida, por tipo de usuário, entre 2004 e 2016 (fonte: Moreira 2018)

Verifica-se assim que as habitações de renda gratuita apresentam percentagens mais elevadas de população incapaz de manter a habitação adequadamente aquecida, seguida das habitações ocupadas por inquilinos e, por último, ocupadas pelos próprios residentes, apresentando respetivamente uma percentagem igual a 34 %, 29 % e 21%, em 2016. Observa-se também que, de uma forma geral, a percentagem em questão tem vindo a diminuir desde 2004.

O indicador “dívidas nas contas de serviços” diz respeito à população que não foi capaz de pagar contas de serviços (eletricidade, gás natural, água, aquecimento, etc.) a tempo, nos últimos doze meses, o qual pode ser observado na Figura 2.14 para os diferentes estados-membros da UE.

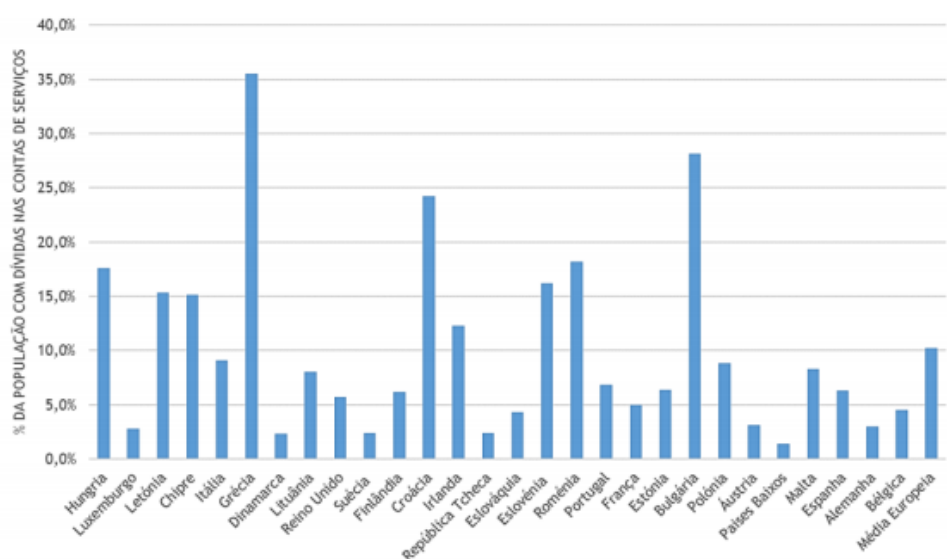


Figura 2.14- Percentagem da população com dívidas nas contas de serviços em cada Estado-Membro da EU, em 2015 (Moreira 2018)

Através da Figura anterior percebe-se que a Grécia, Croácia e Bulgária são os países da UE que apresentam percentagens mais elevadas de população com dívidas nas contas de serviços. Verificou-se ainda que Portugal está bem posicionado em relação aos restantes países considerados, no que diz respeito a este indicador, apresentando uma percentagem de cerca de 7 %.

Outro indicador a ser considerado é o “preço da eletricidade e do gás natural para consumidores domésticos” o qual podem ser analisado para alguns países da UE, entre 2004 e 2016, na Figura 2.15 e na Figura 2.16.

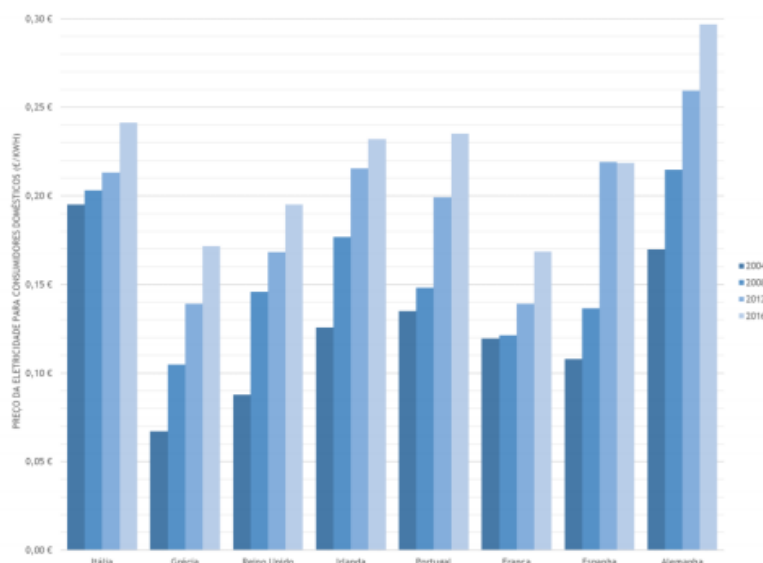


Figura 2.15- Preço da eletricidade para consumidores domésticos (com taxas e impostos) em alguns Estados-Membros, para anos compreendidos em 2004 e 2016 (Moreira 2018)

Observa-se assim que, de uma forma geral, o preço da eletricidade subiu nos diferentes estados-membros considerados, entre 2004 e 2016, sendo que, Portugal apresenta um dos custos mais elevados de eletricidade, o qual subiu de 0,141 €/kWh para 0,235 €/kWh, correspondendo a um aumento de 67 %.

O mesmo pode ser observado na Figura seguinte, pois, de uma forma geral, o preço do gás natural nos países considerados subiu entre 2004 e 2016, sendo que, o custo mais elevado para o ano de 2016 foi apresentado por Portugal.

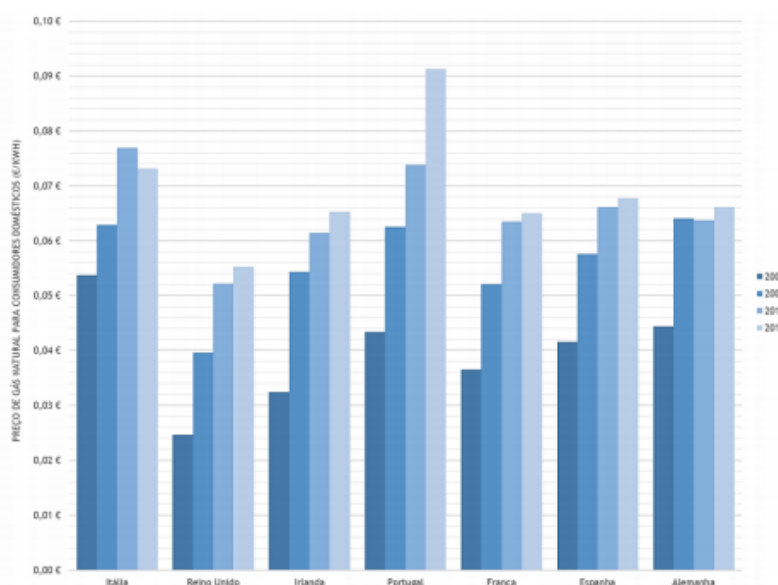


Figura 2.16- Preço do gás natural para consumidores domésticos (com taxas e impostos) em alguns Estados-Membros, para anos compreendidos em 2004 e 2016 (Moreira 2018)

A percentagem de população portuguesa que se encontrava em risco de pobreza entre 2004 e 2016 pode ser observada na Figura 2.17, a qual demonstra que não existe um padrão consistente ao longo dos anos. No entanto, verifica-se uma descida da percentagem entre 2004 e 2016, sendo que, neste último ano, 25,1 % da população encontrava-se numa situação de risco de pobreza.

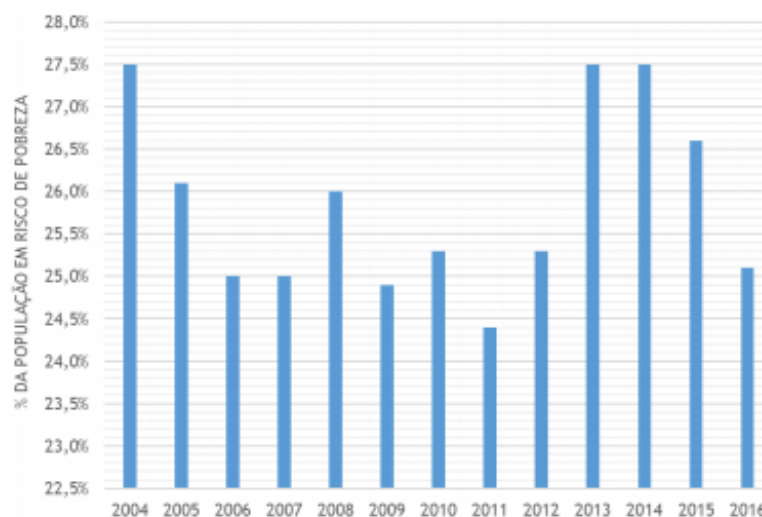


Figura 2.17- Percentagem da população portuguesa que se encontrava em risco de pobreza (2004 a 2016) (fonte: Moreira 2018)

Por último analisa-se a taxa de privação material severa registada em Portugal entre 2004 e 2016, a qual pode ser observada na Figura 2.18.

A taxa de privação material severa indica a “percentagem da população com uma forte carência de pelo menos quatro dos nove itens de privação material na dimensão da «pressão económica e bens duradouros»”, sendo a lista dos nove itens a seguinte:

- Atraso no pagamento de hipotecas ou pagamento de rendas, contas de serviços de utilidade pública, compras a prestações ou outros empréstimos;
- Capacidade para pagar uma semana anual de férias fora de casa;
- Capacidade para pagar uma refeição que inclua, carne, peixe ou equivalente vegetariano de dois em dois dias;
- Capacidade para enfrentar despesas financeiras inesperadas;
- O agregado não pode pagar um telefone (incluindo telemóvel);
- O agregado não pode pagar uma televisão a cores;
- O agregado não pode pagar uma máquina de lavar;
- O agregado não pode pagar um carro;
- Capacidade do agregado para manter a habitação adequadamente aquecida (Moreira 2018).

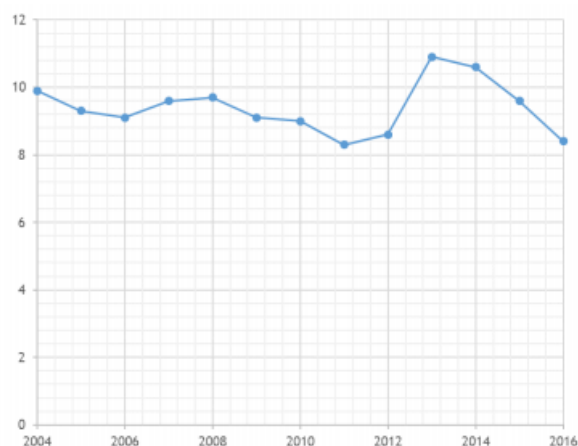


Figura 2.18- Taxa de privação material severa registada em Portugal entre 2004 e 2016 (fonte: Moreira 2018)

Observa-se na Figura anterior que a taxa de privação material severa não variou muito entre 2004 e 2016, sendo que, no último ano considerado apresenta um valor igual a 8,2.

A eficiência energética das habitações é outro indicador necessário de ser considerado, uma vez que, considera o seu isolamento térmico, o qual influencia o conforto térmico sentido e a necessidade de aquecer o espaço. Como foi analisado em 2.1.9, cerca de 70 % de todos os certificados energéticos emitidos entre 2014 e 2019, apresentam uma classificação entre C e F, ou seja, a grande maioria as habitações certificadas em Portugal não apresentam uma eficiência energética muito elevada.

Por tudo que se analisou anteriormente percebe-se que Portugal encontra-se numa situação grave no que toca à pobreza energética e, como tal, é necessário implementar medidas políticas que visem a proteção dos mais desfavorecidos economicamente e, acima de tudo que invertam a situação atual.

2.4. HABITAÇÃO SOCIAL

A habitação social é um tipo de habitação a custo controlado, a qual é construída ou adquirida com o apoio financeiro do estado e destina-se a habitação própria e permanente dos adquirentes, ou a arrendamento e são promovidas pelas câmaras municipais, cooperativas de habitação económica, instituições particulares de solidariedade social e pela iniciativa privada com o apoio financeiro do estado. Este tipo de habitações tem que obedecer às Recomendações Técnicas para Habitação Social (RTHS), incluindo os limites de área bruta, fixados para cada tipo de tipologia (Geraldes 2012).

Segundo o INE (2017), em 2015 existiam cerca de 120 mil fogos de habitação social inseridos em 26,2 mil edifícios pertencentes aos municípios e a outras entidades proprietárias e gestoras de habitação social, sendo a renda média mensal igual a 56 €. O número de fogos vagos

ou ocupados ilegalmente representaram 5,6 % e 0,6 % do total, respetivamente, pesos superiores aos apurados para 2012 (4,1% e 0,4%, respetivamente). Para além disso, em 2015 foram registados 19,8 mil pedidos de habitação, sendo que 44,6 % dos mesmos foram registados na Área Metropolitana de Lisboa.

Tendo por base estimativas da população residente, em 2015 existiam 1 157 fogos de habitação social por 100 mil habitantes e 1 fogo de habitação social por 50 fogos residenciais, sendo que, a habitação social representava 2 % dos fogos totais em Portugal.

De seguida, na Figura 2.19 encontra-se a distribuição das habitações sociais por regiões do país.

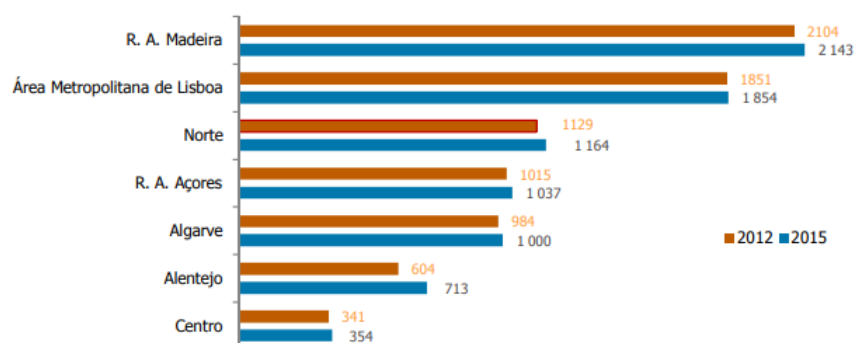


Figura 2.19- Fogos de habitação social por 100 mil habitantes em 2012 e 2015 (fonte: INE 2017)

Observa-se na Figura anterior que a Região Autónoma da Madeira e a Área Metropolitana de Lisboa são as regiões que apresentam maior número de habitações sociais por cada 100 mil habitantes. Para além disso, de uma forma geral todas as regiões aumentaram o número de fogos de carácter social de 2012 para 2015.

Segundo o INE (2017), a grande maioria dos fogos, 78,9 %, correspondiam a tipologias T2 e T3, sendo que, o número de fogos de maiores dimensões (T2 e superior) tem vindo a aumentar, ao contrário dos fogos de tipologia T0 e T1.

Em termos de regime de arrendamento, em 2015, 51,6 % das habitações apresentavam regime de renda apoiada, seguindo-se o regime de renda social, 24,9 %. As alterações na legislação, nomeadamente no estabelecimento do novo regime de arrendamento apoiado para habitação (entrou em vigor a 1 de março de 2015), resultaram na transição das rendas do regime de renda social para o regime de arrendamento apoiado. Assim, em 2015 já foram efetuados 22 020 (19,6 %) contratos no regime de arrendamento apoiado (INE 2017). Os regimes de renda em vigor, em Portugal, são os seguintes:

- Regime de renda livre – quando “a renda inicial é estipulada por livre negociação das partes.” (República 1985);

- Regime de renda condicionada – quando “a renda inicial dos novos arrendamentos é a que resultar de negociação entre as partes, não podendo, no entanto, exceder por mês o duodécimo do produto resultante da aplicação da taxa de 8% ao valor atualizado do fogo no ano da celebração do contrato.” (República 1985);
- Regime de renda apoiada – engloba “os prédios construídos ou adquiridos, para arrendamento habitacional, pelo Estado e seus organismos autónomos, institutos públicos e autarquias locais e pelas instituições particulares de solidariedade social com o apoio financeiro do Estado.” (República 1985);
- Arrendamento apoiado – “o regime aplicável às habitações detidas, a qualquer título, por entidades das administrações direta e indireta do Estado, das regiões autónomas, das autarquias locais, do setor público empresarial e dos setores empresariais regionais, intermunicipais e municipais, que por elas sejam arrendadas ou subarrendadas com rendas calculadas em função dos rendimentos dos agregados familiares a que se destinam.” (República 2014);
- Renda técnica e renda social – “A primeira correspondia ao custo total da habitação e era fixada atendendo a um prazo de recuperação do capital de 50 anos a uma taxa de juro de 7,5% ao ano. A segunda, também denominada prestação pessoal de renda, correspondia à renda a pagar e era fixada de acordo com os rendimentos do agregado familiar. A renda não podia ser superior ao valor da renda técnica e um agregado com rendimentos superiores a três vezes o salário mínimo nacional pagava a renda técnica.” (IHRU 2015).

Por fim, em 2015, os municípios e outras entidades proprietárias e gestoras de habitação social realizaram obras de reabilitação em 9437 fogos, correspondendo a 7,9 % dos fogos totais, e obras de conservação em 2019 edifícios, correspondendo a 7,7 % dos edifícios totais.

2.5. PANORAMA DO CONSUMO DE ENERGIA E ÁGUA

2.5.1. CONSUMO DE ENERGIA

De forma a alcançar a sustentabilidade do Planeta é necessário combater um dos maiores problemas atuais, ou seja, a emissão de Gases com Efeito de Estufa (GEE). Neste momento o setor das indústrias de produção de energia é o maior emissor de GEE, tanto nos 28 estados – membros da União Europeia (UE-28) como em Portugal, correspondendo, a 27,3 % e 29,5 % das emissões totais, em 2017 (PORDATA 2019b).

Como tal, foi necessário começar a aplicar sérias transformações no setor da produção de energia, as quais permitem alcançar a sua descarbonização, tais como a transição do uso de combustíveis fósseis para fontes renováveis na produção de energia. Em 2016 verificou-se que as

energias renováveis contribuíam em 27,8 % e 97,1 % na produção primária de energia na EU-28 e em Portugal, respetivamente (PORDATA 2018d). Em 2017 verificou-se que as energias renováveis contribuíram em 17,5 % e 28,1 % no consumo de energia final da EU-28 e de Portugal, respetivamente (PORDATA 2019a). Estas informações mostram que Portugal produz maioritariamente energia através de fontes renováveis, no entanto, as suas necessidades energéticas só são satisfeitas com cerca de 30 % das mesmas, tendo que exportar energia proveniente de outras fontes.

Segundo os dados obtidos em PORDATA (2018c) foi possível analisar o panorama do consumo de energia nos diferentes setores dos 28 países da União Europeia (UE-28) e de Portugal, no ano de 2016, os quais encontram-se na Figura 2.20.

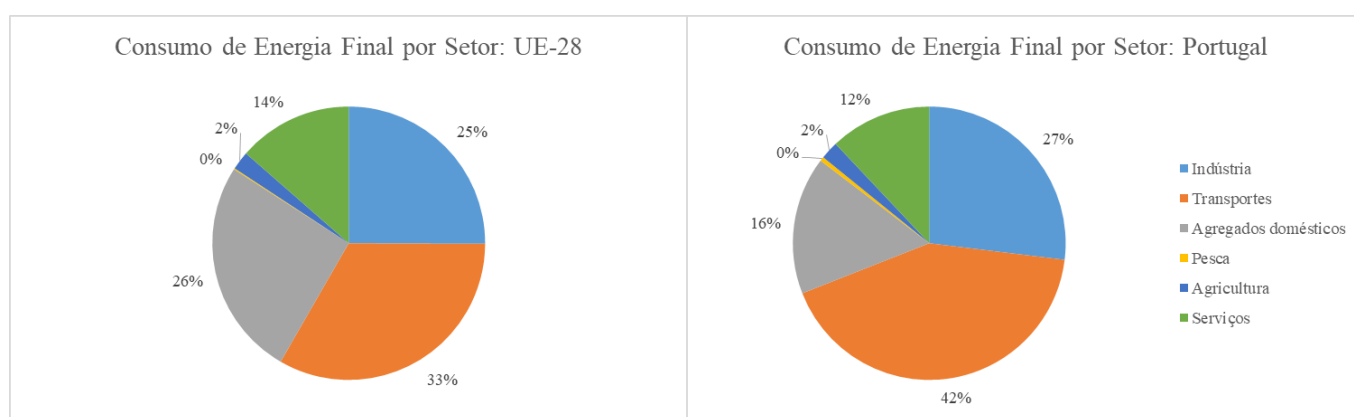


Figura 2.20- Consumo de energia final na UE-28 e em Portugal (fonte de dados: PORDATA 2018c)

Analisando a Figura anterior observa-se que, tanto nos 28 estados – membros da UE como em Portugal, os setores da indústria, dos transportes e dos agregados domésticos são os que apresentam maior consumo de energia.

Em relação aos consumos do setor dos agregados domésticos, observa-se que, Portugal consome menos 10 % de energia em relação ao seu consumo total, comparando com os estados-membros, o que pode ser explicado pela falta de necessidade ou capacidade financeira que os portugueses apresentam para aquecer a casa. No entanto, percebe-se que em ambos os casos, o setor dos agregados domésticos apresenta um consumo elevado de energia e, como tal, devem ser implementadas medidas de construção sustentável e de eficiência energética nos edifícios de forma a garantir a redução do consumo neste setor.

Analisou-se ainda o consumo de energia elétrica por setor na UE-28 e em Portugal, no ano de 2016, os quais podem ser observados na Figura 2.21, sendo que, os dados foram obtidos em PORDATA (2018b).

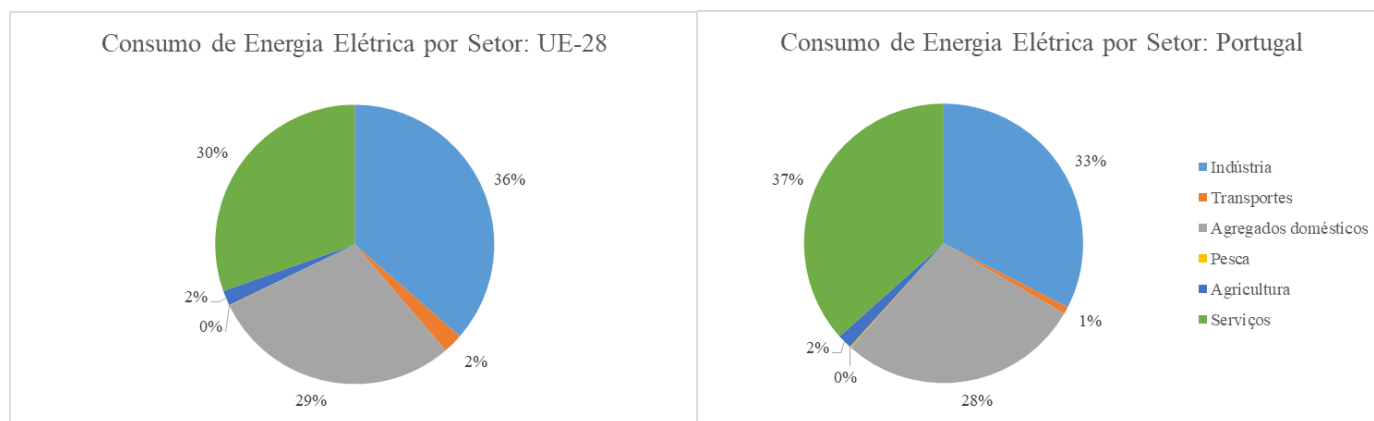


Figura 2.21- Consumo de energia elétrica por setor na UE-28 e em Portugal (fonte de dados: PORDATA 2018b)

A Figura anterior permite verificar que o setor dos agregados domésticos consome cerca de um terço da energia elétrica total, tanto nos estados-membros da UE como em Portugal. Salienta-se que, segundo o INE (2019a), em 2017, as energias renováveis contribuíram em 52 % do consumo final de eletricidade e o consumo anual por habitante foi igual a 1219,6 kWh/hab.

De seguida, irá analisar-se em particular o consumo de energia do setor dos agregados domésticos em Portugal, com especial interesse em casos de habitação social.

Sendo assim, na Figura 2.22 apresenta-se a distribuição dos consumos de energia do setor dos agregados domésticos em Portugal, por tipo de utilização do consumo, excluindo a parcela relativa ao consumo de energia dos veículos dos residentes. Estes dados foram apresentados pelo INE (2011), no Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico (ICESD).

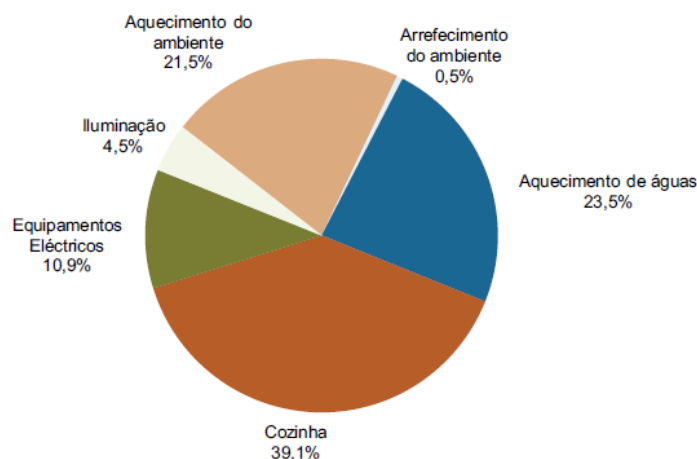


Figura 2.22- Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de utilização em 2010 (fonte: INE 2011)

Como se pode observar pela Figura anterior, a cozinha é o setor da habitação que mais energia consome (39,1 %), seguida do aquecimento de águas (23,5 %), aquecimento ambiente (21,5 %), equipamentos elétricos (10,9 %), iluminação (4,5 %) e arrefecimento ambiente (0,5 %).

De forma a analisar-se o panorama do consumo de energia em habitações de carácter social, em Portugal, procedeu-se ao estudo de três dissertações, sendo que, estas desenvolveram também o Projeto Habitação A⁺.

Sendo assim, segundo Costa (2017) o consumo de eletricidade anual médio por habitação foi de 2454 kWh, o qual resultou num custo anual médio por habitação de 532 €. Em termos de consumo de eletricidade por residente de cada habitação obteve-se um consumo anual médio *per capita* de 1059 kWh/(ano.*per capita*). Em relação ao gás natural, obteve-se um consumo médio anual médio igual a 209 m³, o qual corresponde a uma despesa anual de 222 €. Em termos de consumo médio por habitante obteve-se um valor igual 88 m³/(ano.*per capita*).

Segundo Vieira (2018) o consumo anual de eletricidade *per capita* é de 967 kWh, o qual corresponde a um custo de 201 €. Em termos de gás natural observou-se um consumo médio anual de 76 m³/(ano.*per capita*), o que corresponde a 73 €.

Por último, segundo Duarte (2018) o consumo médio mensal de eletricidade por pessoa foi igual 96 kWh/(mês.*per capita*), o qual corresponde a um custo médio de 18,27 €. Observou-se ainda que a população estudada apresentou um consumo médio mensal de gás natural igual a 4,94 m³/mês.

2.5.2. CONSUMO DE ÁGUA

É cada vez mais importante fazer um consumo eficiente da água, uma vez que, este recurso vital à vida está a ser seriamente afetado pela contaminação de fontes de água doce e pela ocorrência de intensos períodos de secas, as quais se devem às alterações climáticas.

Segundo os dados do PORDATA (2018a), o consumo médio de água por habitante foi igual a 61,1 m³/hab, sendo este o resultado mais recente presente na base de dados estudada.

De seguida, na Figura 2.23, pode-se analisar a evolução do consumo de água desde 1991 até 2009.

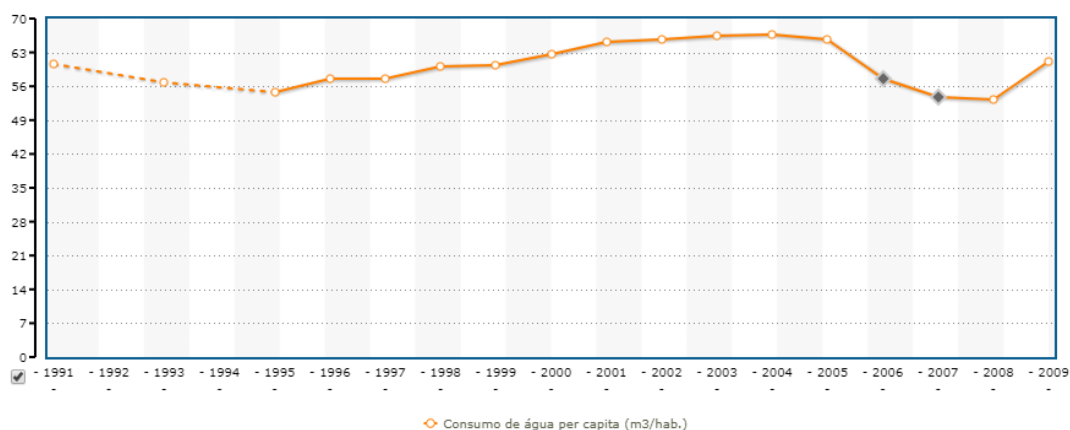


Figura 2.23- Evolução do consumo médio de água *per capita* desde 1991 até 2009 (fonte: PORDATA 2018a)

Analisando a Figura anterior observa-se que houve um aumento do consumo de água de 1995 até 2005, seguido de uma diminuição até 2008 e, no último ano, o consumo aumentou significativamente, tendo-se obtido um aumento de $7,9 \text{ m}^3/\text{hab}$ face ao ano anterior.

De forma a analisar-se o panorama do consumo de água em habitações sociais, em Portugal, procedeu-se à análise de três dissertações, as quais desenvolveram também o Projeto Habitação A⁺.

Segundo Costa (2017), o consumo médio anual *per capita* é igual a $41 \text{ m}^3/\text{per capita}$, o qual corresponde a um custo de 105 €. Para além disso, verificou que a existência de redutores de caudal nas torneiras permitiu a população de cerca de 2 € por mês.

Segundo Vieira (2018), a capitação média de água foi igual a $101 \text{ L}/(\text{hab.dia})$, o qual corresponde a um custo anual de 93 €.

Por último, segundo Duarte (2018), o consumo médio mensal por habitante foi igual a $3,08 \text{ m}^3/(\text{hab.mês})$.

2.5.3. MEDIDAS DE POUPANÇA DE ENERGIA E DE ÁGUA NAS HABITAÇÕES

O uso eficiente de energia e de água pode ser garantido através de aplicação de hábitos de poupança ou através de pequenas intervenções nos edifícios.

Existem medidas de baixo custo, ou sem qualquer custo adicional, que podem reduzir os consumos de energia entre os 10 % e os 40 %. Para além disso, com pequenas intervenções nos edifícios é possível poupar até 30-35 % de energia mantendo as mesmas condições de conforto (ADENE 2010).

De seguida, na Figura 2.24 encontram-se várias medidas para reduzir o consumo de energia e de água na habitação (Costa 2017).

FRIO	1. Ter o frigorífico/arca congeladora em local fresco, ventilado e afastado de fontes de calor: sol, forno, etc. 2. Descongelar os equipamentos com frequência, limpar e verificar as borrachas vedantes 3. Colocar alimentos à temperatura ambiente e frios, descongelar atempadamente no frigorífico e deixar arrefecer previamente os alimentos cozinhados no exterior 4. Abrir a porta do frigorífico o mínimo de vezes e por um período de tempo curto 5. Ajustar o termóstato de modo a ter uma temperatura de 5 °C no frigorífico e -18 °C no congelador
MÁQUINAS DE LAVAR	1. Fazer máquinas com a carga completa ou meia carga e preferir os programas curtos e económicos 2. Optar por programas de baixa temperatura 3. A passagem de louça por água previamente à lavagem na máquina só deverá ser efetuada com água fria 4. Evitar recorrer a ciclos de pré-lavagem
FOGÃO FORNO	1. Abrir o forno o mínimo de vezes e pelo mínimo de tempo para evitar perdas de calor 2. Cozinhar o maior número de alimentos simultaneamente e com os recipientes tapados 3. Evitar pré-aquecer o forno 4. Desligar o forno e o fogão antes de acabar de cozinhar – o calor mantém-se nos recipientes e equipamentos 5. Preferir fornos com ventilação interna pois distribuem melhor o calor
OUTROS EQUIPAMENTOS	1. Utilizar o ferro de engomar para passar grandes quantidades de roupa de uma só vez 2. Evitar o uso do ventilador ou ventoinha - abrir a janela para o ar correr naturalmente 3. Desligar e evitar ter os equipamentos em modo <i>stand by</i> quando não estão em uso e utilizar fichas múltiplas para ligar e desligar (<i>on/off</i>) todos os equipamentos - a poupança pode ser superior a 40 € por ano 4. Substituir as lâmpadas incandescentes pelas lâmpadas fluorescentes compactas que duram 8 vezes mais - a poupança pode ser de 80% de energia 5. Utilizar lâmpadas tubulares fluorescentes para locais utilizados durante muitas horas 6. Ligar o aquecimento só após ter arejado a casa (um período de 10 minutos é suficiente) e fechado as janelas 7. Fechar persianas e cortinas durante o dia no verão e à noite no inverno para evitar ganhos e perdas de calor 8. Uma temperatura de 20 °C é suficiente para manter o conforto térmico numa habitação 9. Optar por janelas com vidro duplo ou janelas duplas e caixilharias com corte térmico 10. Tapar fugas ou diminuir infiltrações de ar de portas e janelas - utilizar materiais comuns como fitas isoladoras, silicone ou massa
ÁGUA	1. Instalar redutores de caudal nas torneiras - permite uma redução de consumo até 50% 2. Utilizar chuveiros com misturadora 3. Optar por duches rápidos 4. Fazer aproveitamento da água do chuveiro 5. Fechar a torneira na lavagem dos dentes, das mãos ou para fazer a barba 6. Utilizar sistemas com duplo botão de descarga do autoclismo ou colocar, dentro do autoclismo, uma garrafa de água cheia 7. Fechar a banca ou utilizar uma bacia na lavagem de louça à mão 8. Regar as plantas na zona da raiz e nas horas de menor calor, evitando a evaporação 9. Prestar atenção a possíveis fugas de água

Figura 2.24 – Métodos de poupança de água e energia (Costa 2017)

3. ÂMBITO E OBJETIVOS

Atualmente, o Planeta encontra-se numa situação de fragilidade e instabilidade graças às alterações climáticas, ao uso excessivo de recursos naturais e ao nível elevado de poluição. Os impactes negativos são cada vez mais notórios e visíveis diariamente, desde secas a cheias, temperaturas anormais, grandes tempestades, redução da produção agrícola, perda de biodiversidade, e muitos outros problemas que afetam o ecossistema de uma forma irreversível, e os seres vivos que nele habitam. Como tal, é cada vez mais importante olhar para o futuro com uma noção de responsabilidade e com a definição de sustentabilidade sempre presente nas escolhas tomadas.

Sendo assim, cabe ao ser humano repensar e implementar melhorias nos diferentes setores, mas também nas ações que realiza diariamente. Percebe-se assim, que é de extrema importância sensibilizar a população para as problemáticas ambientais, para os impactos que as suas ações têm no ecossistema e educá-la sobre as alterações que podem efetuar nos seus comportamentos, de forma a caminhar para o objetivo de sustentabilidade.

No que diz respeito ao setor habitacional, salienta-se a importância da redução dos consumos de energia e de água, sem comprometer o conforto dos seus ocupantes. É neste raciocínio que o Projeto Habitação A⁺ assenta, projeto este levado a cabo para elaboração desta dissertação.

O Projeto Habitação A⁺ foi realizado em habitações sociais pois, à partida, é ocupada por indivíduos com maior carência económica e, como tal, necessitam de um maior conhecimento sobre as poupanças que podem pôr em prática nas suas habitações.

Sendo assim, um dos objetivos do estudo efetuado foi sensibilizar a população para a importância da redução dos consumos de energia e de água e, educá-la sobre os métodos que podem ser aplicados para alcançar esta redução (ver Ponto 2.5.3).

Este trabalho consistiu também no levantamento dos consumos de energia e de água de cada habitação, de forma a compreender os seus gastos e analisar a influência da aplicação de métodos de redução nos consumos reais (faturados). Para isso, efetuou-se também um levantamento dos hábitos de poupança de energia e de água aplicados em cada habitação.

Analisou-se ainda o conforto térmico das habitações, sendo que, a análise efetuada consistiu no levantamento do tipo de envidraçado, caixilharia e sombreamento usado, no levantamento de indicadores de conforto térmico e na medição da temperatura e de humidade relativa na habitação (sala e cozinha), no vão de escadas e no exterior. Através da comparação dos valores medidos na habitação com os valores limite estabelecidos pelo RCCTE, pela OMS e pela ASHRAE, foi possível perceber se as habitações estudadas apresentam ou não condições de conforto térmico.

Analizou-se também a influência que a reabilitação, o andar e a orientação do edifício têm no conforto térmico das habitações. Para isso, efetuaram-se medições diárias de temperatura e de humidade relativa em cinco habitações com características distintas.

Neste trabalho também se analisou a qualidade do ar interior através do levantamento hábito de arejar a habitação e da medição dos níveis de CO₂ e de CO.

Por fim, conclui-se sobre a influência que a reabilitação tem na eficiência energética das habitações e identifica-se as habitações que necessitam de intervenção, quer a nível estrutural, quer ao nível educacional, direcionado para a prática de hábitos de consumo de energia e de água.

4. TRABALHO DESENVOLVIDO – PROJETO HABITAÇÃO A⁺

O trabalho desenvolvido para a realização da presente dissertação assenta no Projeto Habitação A⁺, projeto este, iniciado em 2017 pela AdEPorto – Agência de Energia do Porto, em parceria com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Este projeto engloba o levantamento dos equipamentos utilizados, dos vetores energéticos e da energia consumida, bem como os seus respetivos custos, em habitações e, tem como objetivo apoiar e sensibilizar os cidadãos para ações que visem a redução dos seus consumos de energia e de água através da utilização de equipamentos eficientes e da adoção de medidas de melhoria nas suas habitações, permitindo assim otimizar os consumos sem comprometer as condições de conforto (AdEPorto [n.d.]).

Este capítulo irá abordar mais aprofundadamente o trabalho desenvolvido para a realização do Projeto Habitação A⁺ e desta dissertação, sendo que, no Ponto 4.1 encontra-se o cronograma das atividades realizadas, bem como uma breve explicação das mesmas, o Ponto 4.2 apresenta o resumo do estudo efetuado na urbanização e no Ponto 4.3 está presente a explicação do trabalho desenvolvido no tratamento dos dados obtidos ao longo do estudo.

4.1. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES REALIZADAS

ARRANQUE DO PROJETO – 12 DE FEVEREIRO

- Reunião na Agência de Energia do Porto na qual foram apresentados os objetivos e plano de trabalho do projeto, bem como, a urbanização na qual o projeto incidirá. Foi ainda explicado o trabalho a realizar na urbanização.
- Início da elaboração da dissertação.

REUNIÃO COM O ESPAÇO MUNICIPAL – 18 DE FEVEREIRO

- Reunião com os arquitetos do Espaço Municipal de forma a perceber melhor a configuração da urbanização, bem como, os planos de reabilitação definidos para a mesma.

DISTRIBUIÇÃO DE *FLYERS* E CARTAS NAS HABITAÇÕES DA URBANIZAÇÃO EM ESTUDO COMO FORMA DE DIVULGAÇÃO DO PROJETO – 27 DE FEVEREIRO

- Entrega de *flyers* e de cartas nas habitações, como forma de informar os moradores sobre o projeto e sensibilizá-los para participarem e cooperarem no mesmo. A carta continha informações detalhadas sobre o projeto, tais como o seu objetivo, datas entre as quais se irá proceder à fase de inquérito e as entidades envolvidas, e o *flyer* apresentava alguns métodos de poupança de energia e água, estando este apresentado no Anexo A.

REALIZAÇÃO DO ESTUDO NAS HABITAÇÕES – 6 DE MARÇO A 23 DE ABRIL

- Visita às habitações da urbanização de forma a obter respostas ao estudo.
- Nas habitações participantes no estudo realizaram-se inquéritos (Anexo B) aos residentes e mediu-se a temperatura, humidade relativa e qualidade do ar.

TRATAMENTO DE DADOS E ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO – 24 DE ABRIL A 1 DE JULHO

- Realização do tratamento de dados obtidos na fase de estudo, em *Excel*, análise dos mesmos e elaboração da dissertação.

MEDIÇÕES CONTÍNUAS DIÁRIAS DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA EM HABITAÇÕES CHAVE – 4 A 8 DE JUNHO

- Marcação de novas visitas a cinco habitações específicas, de forma a realizarem-se medições contínuas diárias de temperatura e de humidade relativa, com o intuito de se analisarem as diferenças destes parâmetros ao longo de um dia, e entre habitações.

ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS INDIVIDUAIS - 2 A 5 DE JULHO

- Elaboração dos relatórios individuais das habitações que participaram no estudo, sendo que, estes permitem que os moradores tenham acesso aos resultados e às conclusões obtidas no projeto, exclusivamente para a sua habitação. Um exemplar do relatório pode ser encontrado no Anexo C.

PREPARAÇÃO E ENTREGA DOS RELATÓRIOS INDIVIDUAIS E DOS *KITS* DE OFERTA – 22 A 26 DE JULHO

- Preparação de *kits* de oferta e entrega dos mesmos, em conjunto com os relatórios individuais, aos moradores que participaram no estudo. Os *kits* são constituídos por uma lâmpada LED Philips A+ e por *flyers* informativos, e têm como intuito incentivar e promover a redução dos consumos de energia e de água nas habitações.

4.2. TRABALHO DESENVOLVIDO NA URBANIZAÇÃO

O trabalho desenvolvido na urbanização dividiu-se em duas fases, na primeira realizou-se o estudo nas habitações que pretenderam participar neste projeto e, na segunda, efetuaram-se apenas, medições contínuas de temperatura e de humidade relativa em cinco habitações chave (que participaram inicialmente no projeto), durante quatro dias.

Sendo assim, a primeira fase do trabalho consistiu na ida porta-a-porta de forma a abordar os moradores sobre o projeto e perceber se tinham interesse ou não em participar no mesmo. Caso a resposta fosse positiva procedia-se ao estudo na habitação, sendo que, este envolveu a realização de um inquérito e a medição da temperatura, humidade relativa e qualidade do ar das habitações. O exemplar do inquérito efetuado encontra-se no Anexo B. Sendo assim, o estudo apresentou as seguintes etapas:

- Identificação da habitação (morada e tipologia), registo da data e hora da visita, obtenção dos dados de um dos residentes (nome e contacto, caso quisessem fornecer), do número do agregado familiar, maiores e menores de idade e, do nível de ocupação da habitação. Efetuou-se ainda o registo dos valores de temperatura e humidade relativa do exterior e do vão de escadas, medidos previamente;
- Levantamento do tipo de envidraçado, caixilharia e sombreamento, bem como, da colocação de isolamento extra nas frinchas existentes na habitação;
- Levantamento de alguns hábitos de consumo de energia e água e fornecimento de dicas de melhoria dos mesmos, de forma a reduzir os consumos da habitação e custos associados;
- Levantamento do hábito de arejar a habitação, através da abertura das janelas, e medição da qualidade do ar interior (níveis de CO₂ e CO) na sala;
- Análise de indicadores de conforto térmico e medição da temperatura e da humidade relativa, na sala e na cozinha;
- Levantamento dos contratos de eletricidade, gás natural e água e respetivos consumos faturados;
- Levantamento dos equipamentos existentes na habitação e respetivos tempos de utilização;
- Levantamento da existência de redutores de caudal nas torneiras, chuveiro e autoclismo;
- Levantamento do tipo de lâmpadas utilizadas e respetivo tempo de utilização.

A medição da temperatura e da humidade relativa foi efetuada com o equipamento *HOBO UX100-003* e a medição da concentração de CO₂ e de CO foi efetuada com o equipamento *Wöhler KM 410*. Ambos os aparelhos foram disponibilizados pela AdEPorto, sendo que, na Figura 4.1

encontra-se representado o medidor de temperatura e de humidade relativa e, na Figura 4.2 encontra-se o medidor usado para analisar os níveis de CO₂ e de CO.

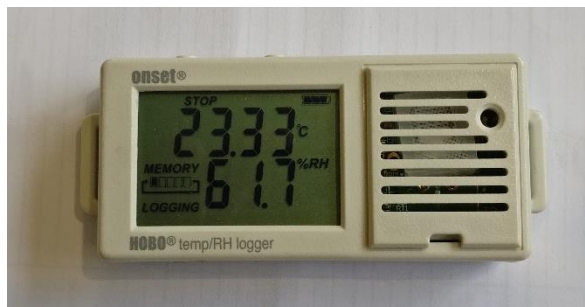


Figura 4.1- Equipamento usado para a medição da temperatura e da humidade relativa



Figura 4.2- Equipamento usado para a medição da qualidade do ar (níveis de CO₂ e CO)

Na segunda fase do trabalho foram escolhidas cinco habitações com diferentes características estruturais e que participaram inicialmente no estudo, de forma a analisar se as características em consideração tem influência, ou não, no conforto térmico das habitações.

Para isso efetuaram-se medições contínuas da temperatura e da humidade relativa, durante 24 horas, em cada habitação, e no exterior. As medições contínuas são preferíveis às medições pontuais, uma vez que, permitem analisar o comportamento térmico e de humidade relativa das habitações ao longo do dia.

Usando uma das habitações como situação de referência, fez-se a comparação dos valores medidos entre esta e as restantes habitações. Os valores medidos no exterior permitiram verificar como é que as condições das habitações variam com as condições do ambiente.

4.3. TRABALHO DESENVOLVIDO NO TRATAMENTO DE DADOS

Na fase de tratamento de dados efetuou-se um estudo estatístico das informações obtidas ao longo do projeto, fez-se uma análise dos consumos faturados de energia e de água das habitações, calcularam-se os consumos de energia de cada habitação e fez-se uma análise dos valores medidos de temperatura, humidade relativa, CO e CO₂ nas habitações.

O trabalho desenvolvido no tratamento de dados está demonstrado ao longo do Capítulo 5. De seguida será explicado o processo de cálculo para a obtenção dos consumos de energia. Os restantes cálculos efetuados ao longo do Capítulo 5 não serão aqui descritos dado serem intuitivos e de fácil perceção.

De forma a calcular-se o consumo de eletricidade anual, em kWh/ano, de cada habitação foi necessário fazer o levantamento dos equipamentos e lâmpadas utilizadas, bem como o seu tempo de utilização e potência.

O consumo de eletricidade anual de um equipamento ou de uma lâmpada, em kWh/ano, foi calculado através da Equação 9, em que E corresponde ao consumo anual de eletricidade (kWh/ano), P diz respeito à potência do equipamento ou lâmpada em análise (W) e t ao tempo de utilização (h/ano).

$$E = \frac{P \times t}{1000} \quad (9)$$

Uma vez que não foi possível obter a potência da maioria dos equipamentos e das lâmpadas, durante os inquéritos, foi necessário recorrer a bases de dados com o intuito de se obter a potência típica dos mesmos. De seguida, na Tabela 4.1 e na Tabela 4.2 encontram-se as potências de referência consideradas, no caso da inexistência dos valores reais, dos equipamentos e dos tipos de lâmpadas, respetivamente.

Tabela 4.1- Potências de referência dos equipamentos utilizados nas habitações

Equipamento	P (W)	Equipamento	P (W)
Frigorífico sem congelação	150 (AdEPorto 2019)	Máquina de alisar cabelo	650 (AdEPorto 2019)
Frigorífico com congelação	200 (AdEPorto 2019)	Máquina de barbear	17,5 (Photovoltaic 2013)
Combinado	200 (AdEPorto 2019)	Televisão “tecnologia antiga”	300 (AdEPorto 2019)
Arca congeladora	250 (AdEPorto 2019)	Televisão “tecnologia recente”	90 (AdEPorto 2019)
Micro-ondas	900 (AdEPorto 2019)	Box + router	21,5 (AdEPorto 2019)
Torradeira	1000 (AdEPorto 2019)	Sistema de som	60 (AdEPorto 2019)
Prensa	1100 (Ecospecifier [n.d.])	Rádio	10 (Photovoltaic 2013)

Chaleira elétrica	1000 (AdEPorto 2019)	PC	300 (AdEPorto 2019)
Placa de fogão	6200 (AdEPorto 2019)	Carregador de computador portátil	70 (AdEPorto 2019)
Placa de fogão portátil	1200 (Photovoltaic 2013)	Carregador de tablet	10 (Logic [n.d.])
Forno elétrico	2400 (AdEPorto 2019)	Varinha mágica	625 (Sennebogen 2003)
Mini-forno elétrico	1500 (Costa 2017)	Liquidificadora	400 (Logic [n.d.])
Fritadeira elétrica	1900 (AdEPorto 2019)	Processador de comida	700 (Moulinex [n.d.])
Máquina de café com cápsula	1000 (AdEPorto 2019)	Consola PS4	165 (Playstation [n.d.])
Máquina de café sem cápsula	1000 (Solar [n.d.])	Consola Wii	18 (Database 2010)
Máquina de moer café	150 (Worten 2019f)	Aparelho respiratório	71,5 (Insider [n.d.])
Cafeteira	800 (Photovoltaic 2013)	Máquina de costura	100 (Costa 2017)
Exaustor	140 (AdEPorto 2019)	Batedeira	300 (Solar [n.d.])
Ferro de engomar comum	1600 (AdEPorto 2019)	Máquina de espremer citrinos	25 (Worten 2019e)
Ferro de engomar com caldeira	2500 (AdEPorto 2019)	Grelha elétrica	1500 (Pressner 2011)
Aspirador	1600 (AdEPorto 2019)	Assador elétrico	1425 (Officials [n.d.])
Mini aspirador	200 (Costa 2017)	Robot de cozinha	1100 (Continente 2013)
Desumidificador	350 (AdEPorto 2019)	Bomba de aquário	15 (Kase 2019)
Termoventilador	2000 (AdEPorto 2019)	Resistência de aquário	150 (Kase 2019)
Ar condicionado	1800 (AdEPorto 2019)	Mini fonte	2 (Stedden [n.d.])
Aquecedor a óleo	2000 (AdEPorto 2019)	Sistema de alarme	5,9 (Energy 2005)
Placa radiante	1500 (Worten 2019g)	Leitor de DVD	43 (Logic [n.d.])
Climatizador	2000 (Worten 2019a)	Leitor de cassetes	14 (Company [n.d.])
Ventoinha	55 (Logic [n.d.])	Panela de pressão elétrica	700 (Logic [n.d.])
Acumulador de calor	1750 (Worten 2019b, c)	Cadeira de massagens	14 (Feira 2019)
Escalfeta	70 (Worten 2019d)	Máquina de lavar loiça	2000 (AdEPorto 2019)
Botija elétrica	600 (Shop [n.d.])	Máquina de lavar roupa	2000 (AdEPorto 2019)
Secador de cabelo	1500 (AdEPorto 2019)	Máquina de secar roupa	3500 (AdEPorto 2019)

Tabela 4.2- Potências de referência dos tipos de lâmpadas utilizadas nas habitações

Tipo de lâmpada	Potência (W)
Halógeno	35 (AdEPorto 2019)
Incandescente	60 (AdEPorto 2019)
LED	6 (AdEPorto 2019)
Fluorescente	36 (AdEPorto 2019)
Fluorescente compacta	11 (AdEPorto 2019)
Luz de presença	1 (Logic [n.d.])

Visto que não seria possível estimar com precisão o consumo de eletricidade do cilindro, efetuou-se um cálculo teórico que permitiu chegar ao valor desejado.

Segundo o RCCTE (2006), um indivíduo consome em média 40 L de água por dia e, o aumento de temperatura, ΔT , necessário à preparação das AQS é de 45 °C, uma vez que, a água tem de ser aquecida até aos 60 °C e o regulamento considera que a água da rede pública de abastecimento é disponibilizada a 15 °C.

Sendo assim, através da Equação 10 foi possível calcular a energia útil necessária para aquecer 40 L de água, sendo Q a energia útil necessária para realizar o aquecimento (kWh/(d.pessoa)), m a massa de água (kg), c a constante de calor específico (kJ/(kg.°C)) e ΔT a variação da temperatura (°C).

Importa salientar que, o calor específico é igual a 4,18 kJ/(kg.°C) e a densidade volumétrica da água é igual a 997 kg/m³. Contudo, pode-se considerar a densidade como sendo igual a 1000 kg/m³, ou seja, a massa da água é aproximadamente igual a 40 kg.

$$Q = \frac{m \times c \times \Delta T}{3600} \quad (10)$$

Considerando que o rendimento do cilindro é igual a 95 %, e sabendo a energia útil necessária para realizar o aquecimento, Q , foi possível calcular o consumo de eletricidade deste equipamento, E , em kWh/d.pessoa, através da Equação 11, sendo Q a energia útil calculada na Equação anterior.

$$E = \frac{Q}{\eta_{cilindro}} \quad (11)$$

Da equação anterior obtém-se um consumo de eletricidade teórico de 2,20 kWh/d.pessoa. A partir deste valor calculou-se o consumo de eletricidade anual do cilindro, para cada habitação que o possuísse, através da multiplicação do consumo teórico pelo número de residentes da habitação e por 365 dias.

Por fim, somando os consumos de eletricidade anuais dos equipamentos, da iluminação e do cilindro (caso existisse) de cada habitação obteve-se o seu consumo total de eletricidade anual.

Calculou-se ainda o consumo de energia anual das habitações através da soma do consumo de eletricidade anual e de energia anual do esquentador.

Da mesma forma que aconteceu com o cilindro, também não foi possível calcular o consumo energético do esquentador. Sendo assim, calculou-se o seu consumo energético teórico, E , em kWh/d.pessoa, através da Equação 12, sendo Q a energia útil necessária para o aquecimento da água, efetuado anteriormente na Equação 11. Salienta-se que o rendimento considerado para o esquentador é de 75 %.

$$E = \frac{Q}{\eta_{\text{Esquentador}}} \quad (12)$$

Da equação anterior obtém-se um consumo de energia teórico igual a 2,79 kWh/d.pessoa. A partir deste valor calculou-se o consumo de energia anual do esquentador, para cada habitação que o possuísse, através da multiplicação do valor teórico obtido pelo número de residentes da habitação e por 365 dias.

Finalmente, somando os consumos anuais de eletricidade e de energia do esquentador, obteve-se o consumo total de energia anual de cada habitação.

5. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De um total de 473 fogos de habitação social presentes na urbanização, estudaram-se 336, estando estes divididos por 34 blocos e 2 torres. Dos 34 blocos estudados, 31 deles apresentam, em cada um, 8 fogos divididos por 4 andares (rés-do-chão, 1º, 2º e 3º andar) e os restantes 3 blocos apresentam 10 fogos divididos por 5 andares (cave, rés-do-chão, 1º, 2º e 3º andar). Ambas as torres em questão apresentam 34 fogos divididos por 9 andares. De uma forma geral todos os fogos submetidos a estudo são de tipologia T3, excetuando 6, os quais são de tipologia T1 e estão divididos por 3 blocos (apartamentos situados na cave).

Dos 336 fogos alvo de estudo, obteve-se um total de 287 respostas (85 %), sendo que, estas estão divididas em respostas a inquéritos, respostas a mostrar o desinteresse em participar no estudo e descoberta de fogos desabitados. Os restantes 49 fogos (15 %) dizem respeito a habitações em que não foi possível estabelecer qualquer contacto ou em que existiu um primeiro contacto, com agendamento de visita, mas no momento marcado o residente não se encontrava na habitação, não tendo sido possível obter qualquer contacto posteriormente.

Por último, as respostas a inquéritos correspondem a 48 % da totalidade dos fogos alvo de estudo, ou seja, 162 fogos participaram no inquérito, sendo que, 161 fogos são de tipologia T3 e 1 fogo de tipologia T1.

De seguida, na Tabela 5.1 encontra-se a distribuição das respostas obtidas ao longo do estudo e na Figura 5.1 encontra-se a mesma distribuição sob a forma gráfica.

Tabela 5.1- Quantidade e tipo de respostas obtidas ao longo do estudo

	Inquéritos realizados	Sem interesse em participar	Fogos desabitadas	Visitas agendadas/Sem contacto
Número de resultados	162	119	6	49
Número de resultados em percentagem	48	35	2	15
Percentagem de resultados totais	85			-

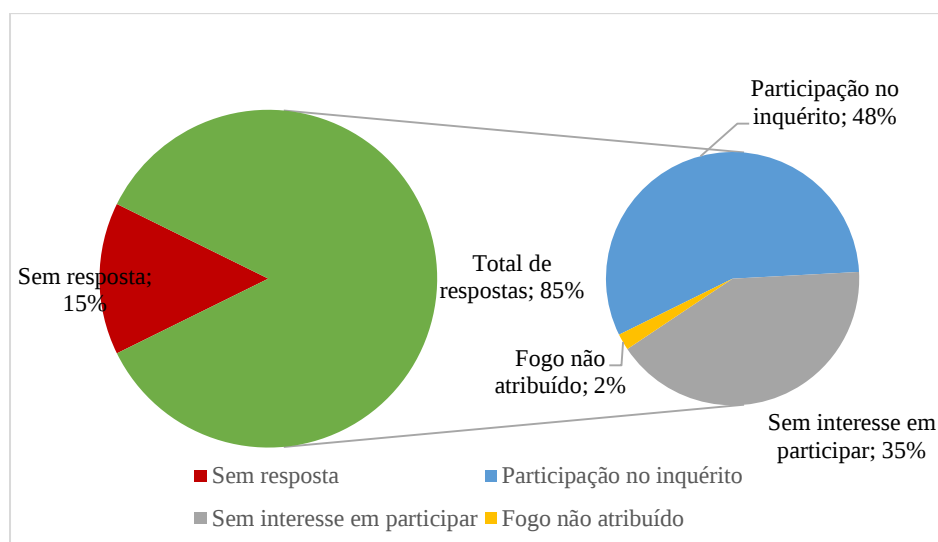


Figura 5.1- Distribuição da quantidade e tipo de respostas ao longo do estudo

5.1. CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA E SOCIO-ECONÓMICA

De forma a ser desenvolvida uma análise mais detalhada dos dados obtidos ao longo do estudo, foi necessário fazer uma caracterização demográfica e perceber a situação económica da população.

A caracterização da população efetuada assenta no número de residentes por habitação, e no nível de ocupação das mesmas. Salienta-se que foi efetuada também, a distinção entre o número de residentes adultos e residentes menores em cada habitação.

Na Figura 5.2 encontra-se a percentagem de habitações que apresentam um, dois, três, quatro, cinco e seis residentes.

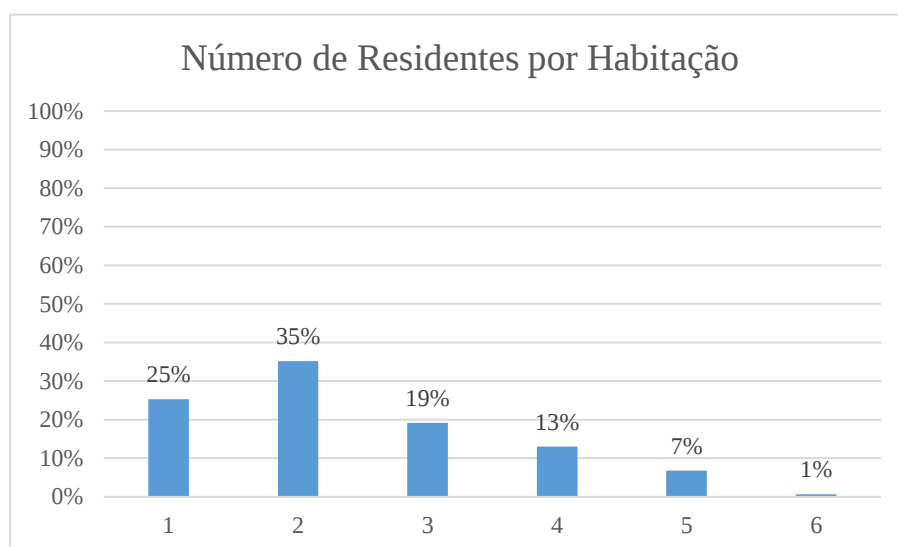


Figura 5.2- Percentagem de habitações com 1, 2, 3, 4, 5 e 6 residentes

Através da análise da Figura anterior percebe-se que 35 % das habitações apresentam dois residentes, tendo esta sido a situação mais observada. Verifica-se ainda que, as habitações estudadas estão ocupadas por um a seis residentes, sendo que, cerca de 80 % das habitações estão ocupadas por um, dois ou três residentes.

De seguida, na Figura 5.3, encontra-se a percentagem de habitações com um, dois, três, quatro e cinco residentes de idade adulta.

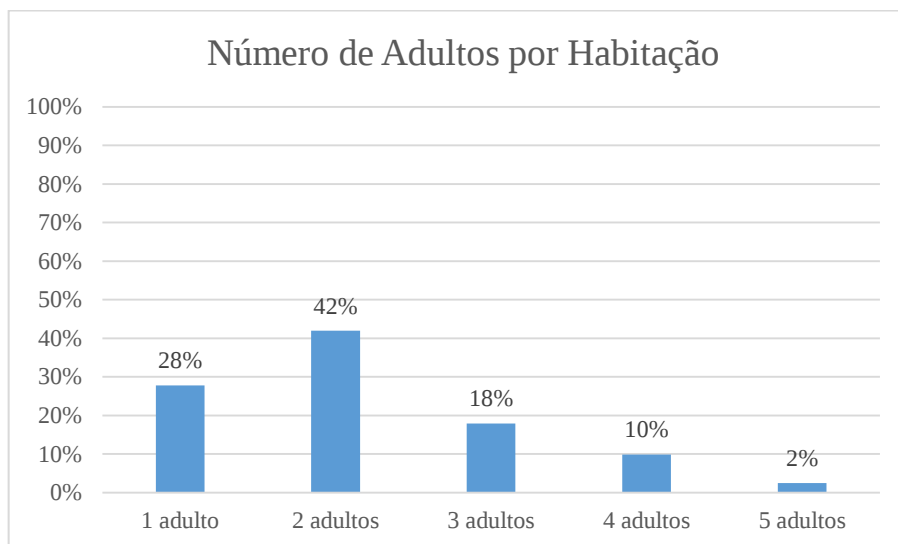


Figura 5.3- Percentagem de residências com 1, 2, 3, 4 e 5 residentes adultos

Como se pode observar pela Figura anterior, a maioria das habitações, 42 %, apresenta 2 residentes adultos e 88 % das habitações possuem entre 1 a 3 residentes adultos, o que seria expectável tendo em conta a Figura 5.2.

Na Figura 5.4 encontra-se a percentagem de habitações com zero, um, dois e três residentes menores.

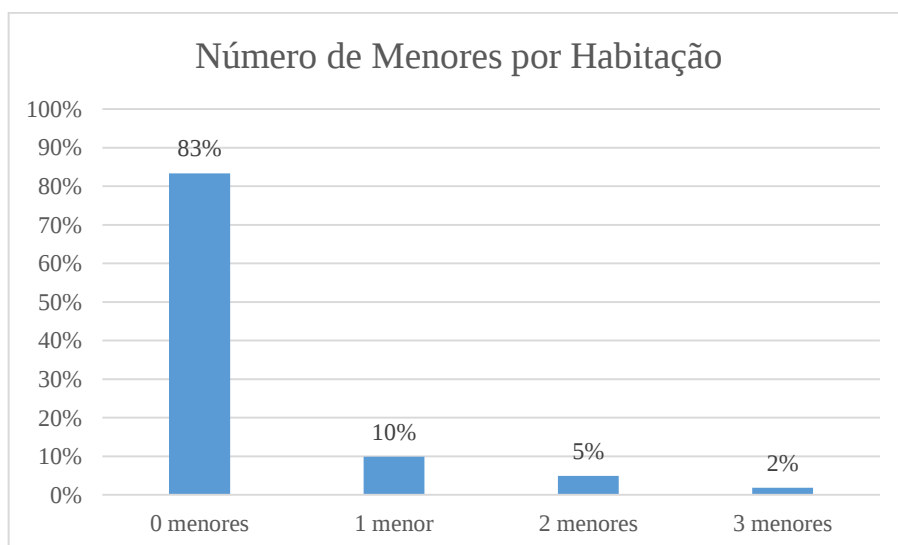


Figura 5.4- Percentagem de residências com 0, 1, 2 e 3 residentes menores

A análise da Figura anterior mostra que 83 % das habitações não possuem residentes menores, havendo apenas 17 % de habitações com pelo menos um menor.

De seguida, na Figura 5.5, encontra-se apresentado o nível de ocupação da habitação, sendo que, o nível de ocupação normal refere-se às habitações que ficam desabitadas durante, aproximadamente, meio dia, e o nível de ocupação em permanência refere-se às habitações nas quais se encontra sempre, pelo menos um indivíduo, a qualquer altura do dia.

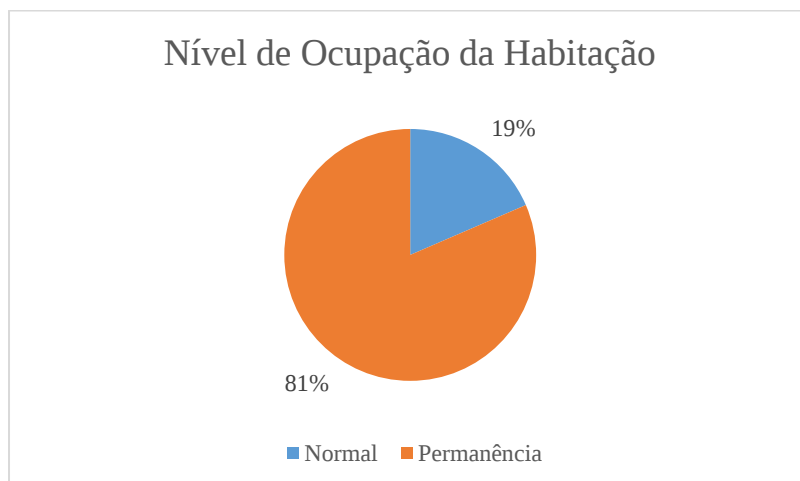


Figura 5.5- Nível de ocupação da habitação

Da análise da Figura anterior é possível perceber que a grande maioria das habitações analisadas, 81 %, encontra-se ocupada em permanência, ou seja, apenas 19 % das habitações apresentam um nível de ocupação normal. Assume-se assim que a maioria da população estudada encontra-se desempregada ou reformada.

A análise conjunta da Figura 5.2, Figura 5.4 e Figura 5.5 permite concluir que a população estudada é constituída, em grande parte, por indivíduos reformados, uma vez que, a maioria das habitações apresenta agregados de dois indivíduos (geralmente um casal), zero residentes menores e são ocupadas em permanência.

Uma vez que o estudo foi realizado em habitações sociais e tendo em conta o panorama nacional, sabe-se à partida que a população alvo de estudo vive com dificuldades económicas. Esta informação em conjunto com o que se observou anteriormente, permite concluir que se está perante uma população que na sua maioria apresenta dificuldades financeiras, pois, tanto os indivíduos desempregados como os indivíduos reformados (que se estima ser a maioria da população estudada) dependem de pensões sociais.

Salienta-se que, ao longo do estudo efetuado, apesar de não ter sido possível ter acesso aos rendimentos dos habitantes, foram identificados dois casos de pobreza energética, detetados pela análise da habitação, sendo que, o caso mais extremo não apresentava nem frigorífico nem sistema de AQS.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA HABITAÇÃO

Durante o período de estudo a urbanização em causa encontrava-se num processo de reabilitação, sendo que, esta não apresenta as mesmas características para todos os edifícios, variando essencialmente nas características do isolamento térmico aplicado à envolvente do mesmo. Existiu assim dois tipos diferentes de reabilitação e, como tal, intitulou-se como “reabilitação do tipo 1” e reabilitação do tipo 2” de forma a tornar a distinção entre ambas mais fácil.

À data de início do estudo 8 blocos já haviam sido intervencionados com a reabilitação do tipo 1, outros 8 estavam em intervenção, com a reabilitação do tipo 2 e os restantes 18 blocos, bem como as duas torres, ainda não tinham sofrido reabilitação, estando, no entanto, prevista terminar até 2020 sendo também aplicado a intervenção do tipo 2.

De seguida irá expor-se as principais diferenças entre os dois tipos de intervenção, sendo que, se considerou mais importante para este estudo o isolamento térmico aplicado à envolvente, o que inclui paredes, coberturas, janelas e caixa de estores. Sendo assim, a reabilitação do tipo 1 é caracterizada essencialmente por:

- Substituição das caixilharias de madeira por caixilharias de alumínio com corte térmico;
- Substituição do vidro simples incolor, com 4 mm de espessura por vidro duplo incolor constituído por: vidro interior de baixa emissividade com 4 mm de espessura, espaço de ar com 16 mm de espessura e vidro exterior com 6 mm de espessura;
- Isolamento das caixas de estores com painéis de lã mineral de 4 cm;
- Isolamento térmico das fachas (painéis rígidos de lã mineral colados, com 3 cm de espessura);
- Isolamento térmico da cobertura (poliestireno extrudido com 6 cm de espessura).

A reabilitação do tipo 2 apresenta características semelhantes às referidas anteriormente, variando contudo, na espessura do material isolante aplicado. Sendo assim, esta reabilitação é caracterizada essencialmente por:

- Substituição das caixilharias de madeira por caixilharias de alumínio com corte térmico;
- Substituição do vidro simples incolor, com 4 mm de espessura por vidro duplo incolor constituído por: vidro interior de baixa emissividade com 4 mm de espessura, espaço de ar com 16 mm de espessura e vidro exterior com 6 mm de espessura;
- Isolamento das caixas de estores com painéis de lã mineral de 4 cm;
- Isolamento térmico das fachas (painéis rígidos de lã mineral colados, com 6 cm de espessura);
- Isolamento térmico da cobertura (poliestireno extrudido com 12 cm de espessura).

Sendo assim, a diferença principal entre as duas reabilitações é a espessura do material isolante aplicado na fachada e na cobertura, sendo que, a espessura é maior para a reabilitação do tipo 2, fazendo com que esta apresente melhores condições de isolamento térmico.

5.2.1. TIPO DE ENVIDRAÇADO E CAIXILHARIA

As janelas de uma habitação fazem parte da envolvente do edifício e, como tal, realizam trocas de calor entre o interior da habitação e o exterior. Desta forma foi importante analisar o tipo de envidraçado e caixilharia encontrada em cada habitação, o que, por sua vez, permitiu perceber as condições de isolamento térmico da habitação. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 5.6, na qual é possível analisar a percentagem de janelas com vidro simples/duplo e com caixilharia simples/dupla.

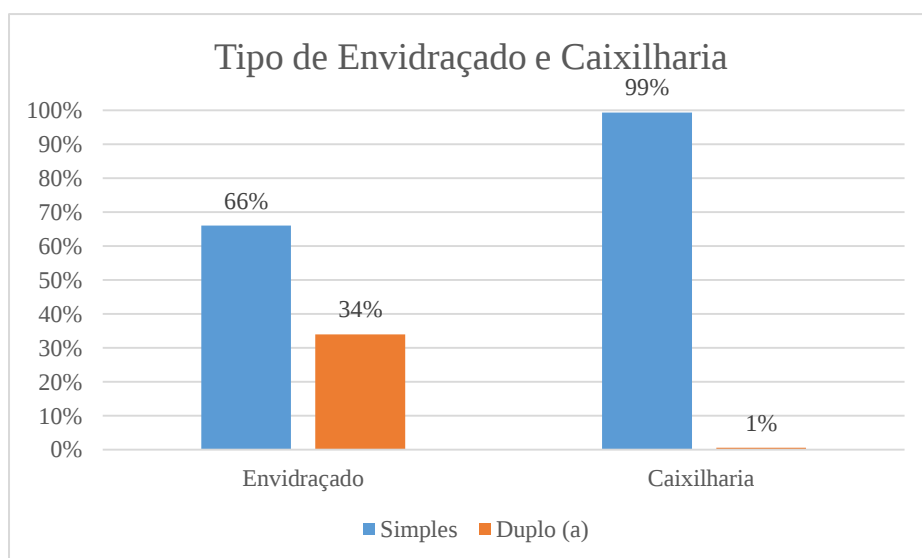


Figura 5.6- Tipo de envidraçado e caixilharia encontrado nas habitações

Através da análise da Figura anterior verifica-se que, 66 % das habitações estudadas apresentam envidraçado simples, enquanto as restantes possuem envidraçado duplo. Salvo raras exceções, a grande maioria das habitações que possuem envidraçado duplo (31,5 %), deveu-se ao processo de reabilitação. As restantes habitações apresentam envidraçado duplo por opção, pois entenderam que iria trazer benefícios térmicos à habitação.

Em relação à caixilharia, encontrou-se apenas uma habitação que possui, na maioria das janelas, caixilharia dupla, sendo esta de alumínio. As restantes habitações possuem caixilharia simples, de madeira ou de alumínio.

De entre as habitações que ainda não tinham sofrido reabilitação, verificou-se que, em algumas delas ocorreu a substituição das janelas de origem (vidro simples com caixilharia simples de madeira) por janelas com caixilharia de alumínio, mas mantendo tanto o envidraçado com a

caixilharia simples. Esta substituição foi considerada necessária devido a ventilação forçada sofrida através das frinchas apresentadas nas caixilharias.

5.2.2. TIPO DE SOMBREAMENTO USADO

Outro parâmetro estudado nas habitações foi o tipo de sombreamento usado, uma vez que, este é importante para manter a temperatura mais estável quando o sol irradia na habitação. As respostas obtidas encontram-se apresentadas na Figura 5.7.

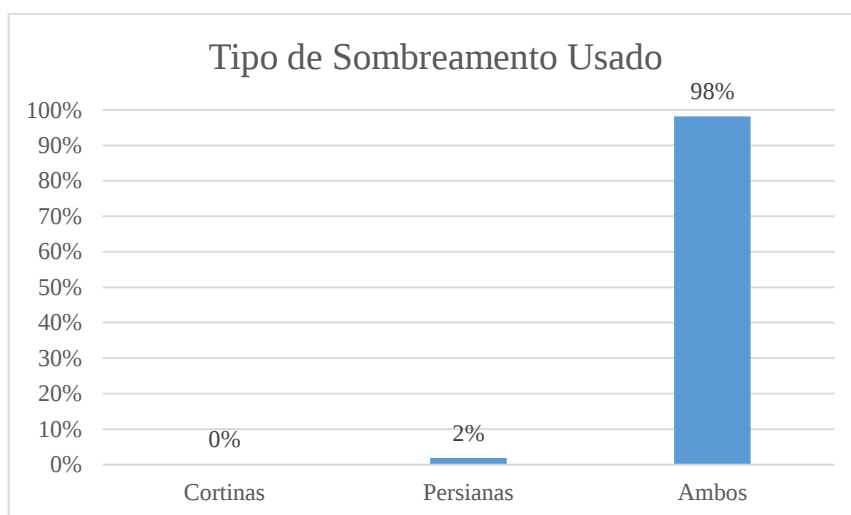


Figura 5.7- Tipo de sombreamento usado

Analisando a Figura anterior, observa-se que praticamente todas as habitações, 98 %, apresentam quer cortinas quer persianas nas janelas, havendo apenas 2 % de habitações que possuem exclusivamente persianas.

5.2.3. COLOCAÇÃO DE ISOLAMENTO EXTRA

Uma forma de controlar as condições térmicas de uma habitação passa por controlar as trocas térmicas ocorridas por ventilação indesejada, a qual ocorre através das frinchas presentes na mesma. Sendo assim, é necessário colocar isolamento extra na habitação, a qual pode passar por calafetar ou colocar barras de isolamento nas janelas, portas e porta de entrada.

Como tal, na Figura 5.8 é possível analisar a percentagem de habitações que coloca, ou não, isolamento nas janelas, porta e porta de entrada.

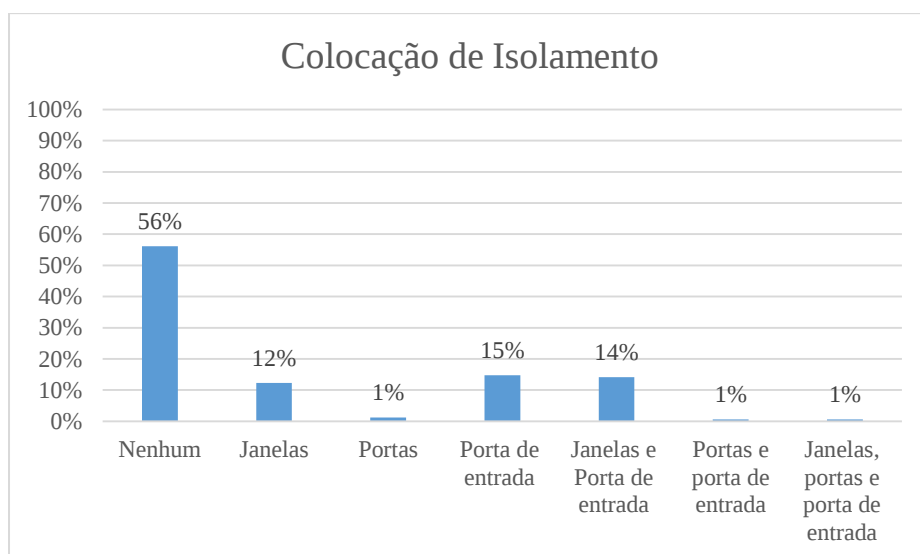


Figura 5.8- Colocação de isolamento extra

Observa-se na Figura anterior que grande parte das habitações, 56 %, não coloca qualquer tipo de isolamento extra. Por outro lado, a percentagem de habitações que coloca isolamento extra nas janelas, portas e porta de entrada é muito reduzida, sendo o valor igual a 1 %.

Para além disso, observa-se que 12 % das habitações coloca isolamento nas janelas, 1 % nas portas das diversas divisões da habitação, 15 % na porta de entrada, 14 % nas janelas e porta de entrada e 1 % coloca isolamento nas portas e porta de entrada.

Salienta-se que as habitações nas quais já tinha ocorrido a substituição das janelas de origem não sentiam necessidade de isolar as janelas.

De todas as habitações analisadas, 40 % foram consideradas mal isoladas no que toca à entrada indesejada de ar exterior através de frinchas existentes, quer pela porta de entrada quer pelas janelas.

5.2.4. SISTEMA DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

Um grande consumo de energia nas habitações deve-se ao aquecimento de águas sanitárias, sendo que, os sistemas mais utilizados são o cilindro, que funciona a eletricidade, e o esquentador, que funciona a gás natural. Como tal, analisou-se o tipo de sistema de águas quentes sanitárias (AQS) usado em cada habitação, sendo que, as respostas obtidas encontram-se expostas na Figura 5.9.

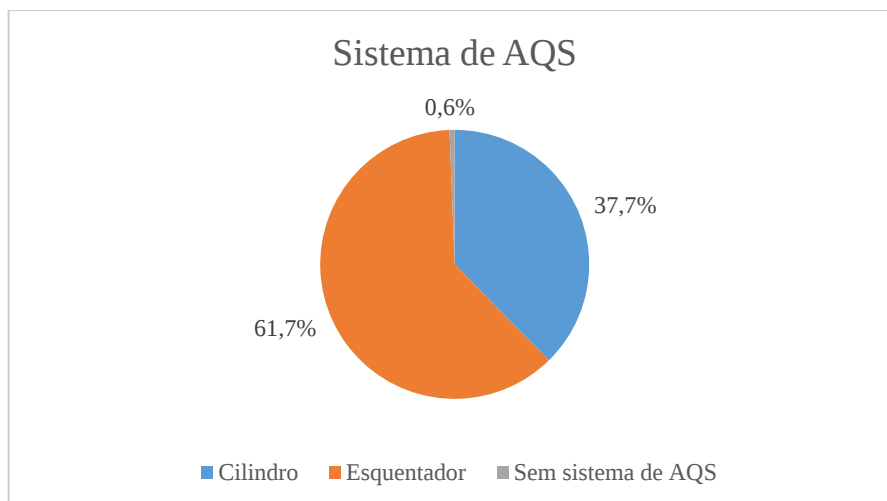


Figura 5.9- Sistema de águas quentes sanitárias (AQS)

A Figura anterior mostra que a maioria das habitações (61,7 %) tem como sistema de AQS o esquentador, enquanto as restantes habitações possuem cilindro, com exceção de uma habitação que não possui qualquer tipo de sistema, sendo essa uma habitação que estava numa clara situação de pobreza energética.

5.3. AREJAMENTO DIÁRIO DA HABITAÇÃO E NÍVEIS DE CO₂ E CO

De forma a analisar a qualidade do ar interior das habitações usaram-se três indicadores, sendo estes, o arejamento diário da habitação, o nível de CO₂ e o nível de CO.

A Figura 5.10 apresenta a percentagem de habitações que arejam diariamente, ou não, a sua habitação.

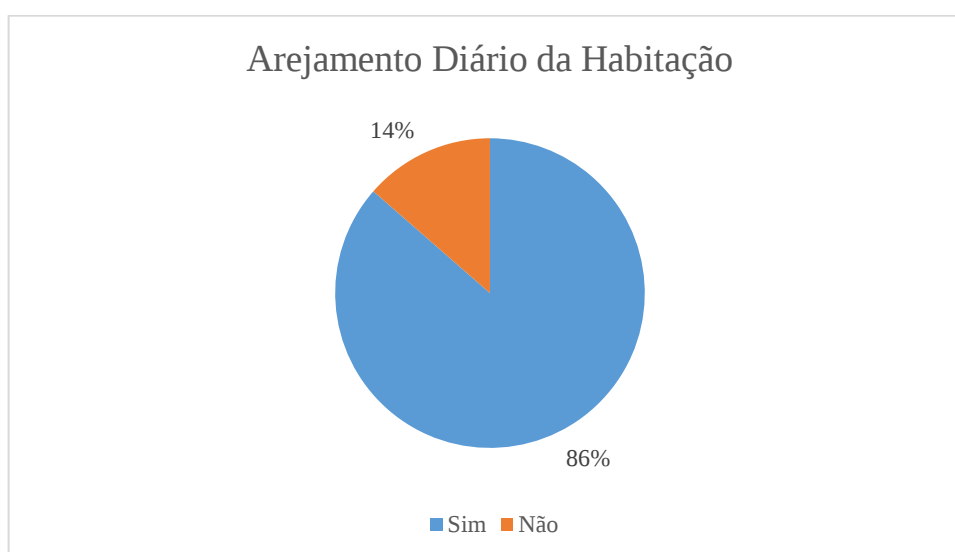


Figura 5.10- Arejamento diário da habitação

Através da Figura anterior percebe-se que a maioria da população, 86 %, tem o cuidado de arejar diariamente a sua habitação, percebendo a sua importância para a saúde e para a habitação.

Uma vez que o nível de CO₂ medido nas habitações está relacionado com o arejamento e ventilação das mesmas, ou seja, com o nível de renovação de ar, efetuou-se a sua medição, sendo o valor obtido em ppm. Esta medição permitiu perceber se as habitações apresentavam boa QAI (baixo nível de CO₂) e, por conseguinte, se apresentavam um bom nível de renovação do ar. Lembra-se que o valor limite que define se existe um bom ou mau nível de renovação de ar é igual a 1000 ppm de CO₂, como já referido na Tabela 2.2.

Sendo assim, através da comparação entre os valores medidos nas habitações e o valor limite, verificou-se se as habitações apresentavam um bom ou mau nível de renovação do ar. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Figura 5.11.

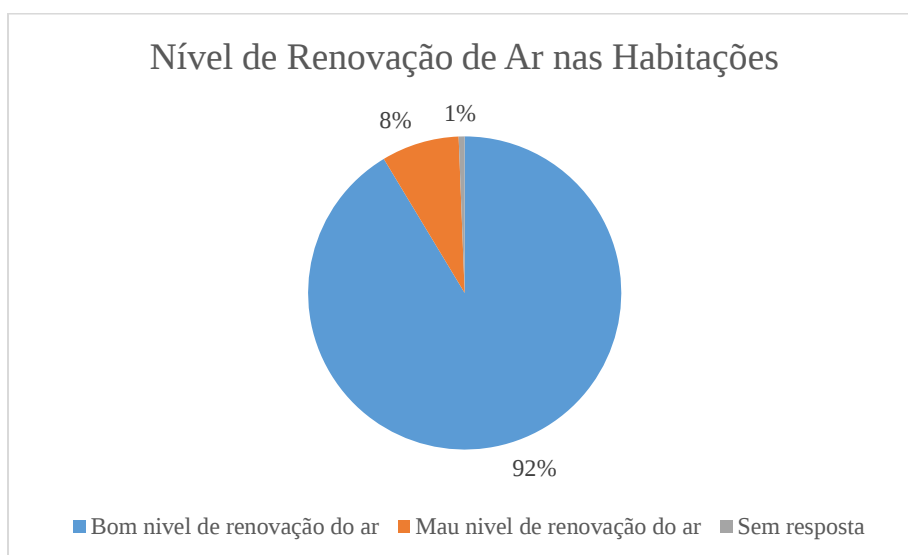


Figura 5.11- Nível de renovação de ar nas habitações

Através da Figura anterior verifica-se que 92 % das habitações possuem um bom nível de renovação de ar, ou seja, a grande maioria apresentava um nível de CO₂ abaixo de 1000 ppm. Salienta-se que a habitação sem resposta deriva de não se ter anotado o valor medido de CO₂.

Considerando os 161 resultados obtidos na medição de CO₂, obteve-se um valor máximo igual a 2896 ppm e um valor mínimo de 420 ppm, sendo a média calculada igual a 681 ppm.

Comparando a Figura 5.10 e a Figura 5.11 percebe-se que há uma correlação entre o arejamento diário da habitação e o nível de renovação de ar na mesma.

Contudo, fazendo a média dos valores de CO₂ medidos nas habitações que realizam arejamento diário da habitação e nas habitações que não o realizam observa-se que, os valores obtidos vão contra o esperado, uma vez que, obteve-se um valor de CO₂ superior no caso das habitações que realizam arejamento diário. No caso das habitações que têm por hábito realizar

arejamento diário obteve-se um valor médio igual a 683 ppm e no caso das habitações que não têm esse hábito obteve-se uma média igual a 668 ppm. Contudo, esta incoerência pode dever-se à baixa amostragem de habitações que não realizam arejamento diário da habitação e à possível existência de ventilação indesejada através de frinchas nas habitações que não são arejadas diariamente.

Em relação aos níveis de CO, obteve-se um valor igual a 0 ppm em todas as habitações, valor este que seria de esperar dado que, seria necessário uma fuga para a ocorrência deste poluente.

5.4. CONSUMO DE ENERGIA E DE ÁGUA

Uma vez que, os hábitos de consumo de energia e de água são indicadores do estilo de vida de uma população, foram estudados os consumos, os hábitos de poupança de energia e de água aplicados, bem como o tipo de equipamentos usados e o seu tempo de utilização.

Considera-se que os consumos de energia e de água são de certa forma indicadores económicos e do estilo de vida de uma população pois, permitem perceber se a mesma possui capacidade financeira para garantir conforto térmico na habitação e utilização de equipamentos úteis para o seu conforto do dia-a-dia, sem comprometer os fundos para outras importâncias.

Para além disso, a análise dos consumos energéticos permite estudar a eficiência energética de uma habitação, bem como, a redução que está a ocorrer através de métodos de poupança.

5.4.1. CONSUMO DE ENERGIA

Embora existam diversos tipos de energia, tal como lenha e *pellets*, o estudo realizado só se focou na eletricidade e no gás, sendo que, o gás pode ser gás natural ou gás de garrafa (propano ou butano). Sendo assim, o estudo do consumo de energia está dividido em consumo de eletricidade e consumo de gás.

5.4.1.1. CONSUMO DE ELETRICIDADE

➤ Informações Relativas ao Contrato de Eletricidade

Um dos tópicos estudados no consumo de eletricidade foi o fornecedor o fornecedor de cada habitação, sendo que, as respostas obtidas encontram-se apresentadas na Figura 5.12.

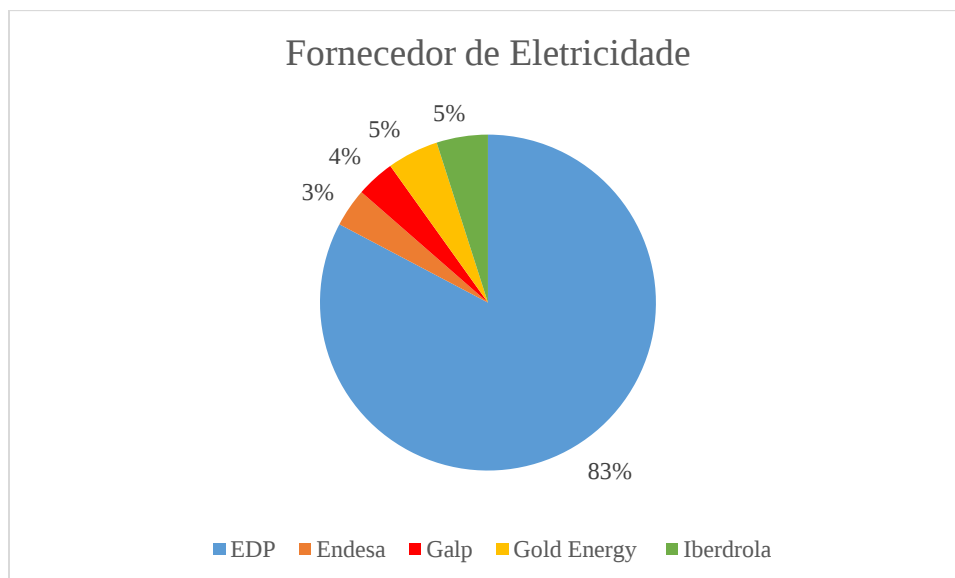


Figura 5.12- Fornecedor de eletricidade

Ao analisar a Figura anterior verifica-se que a maioria da população estudada, 83 %, tem como fornecedor de eletricidade a EDP, sendo que, os restantes 4 fornecedores (Endesa, Galp, Gold Energy e Iberdrola) encontram-se distribuídos de forma semelhante (entre 3 a 5 %) pelo resto da população.

Uma vez que o estudo foi realizado em habitações sociais, será expetável que a população alvo de estudo tenha dificuldades económicas e, como tal, necessitem de apoio financeiro e/ou tenham direito a descontos sociais. No que diz respeito ao consumo energético há um desconto que lhe pode ser aplicado, sendo este, o desconto “tarifa social”. A percentagem de habitações que o possuem, ou não, encontra-se na Figura 5.13.

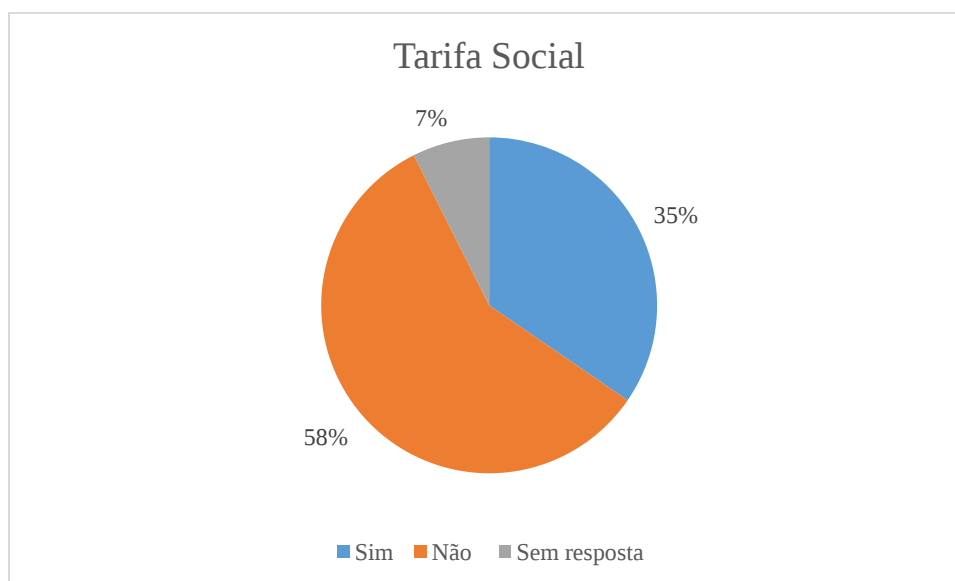


Figura 5.13- Direito a tarifa social

Conclui-se assim que cerca de um terço da população tem direito ao desconto “tarifa social”. Para além disso, salienta-se que em 7 % das habitações não se obteve resposta em relação à existência ou não de tarifa social, o que demonstra falta de conhecimento e/ou preocupação por parte das pessoas.

Analisou-se ainda a potência e a tarifa contratada de cada habitação, o que pode permitir perceber as necessidades energéticas das mesmas. Sendo assim, na Figura 5.14 encontra-se a distribuição da potência contratada das diversas habitações.

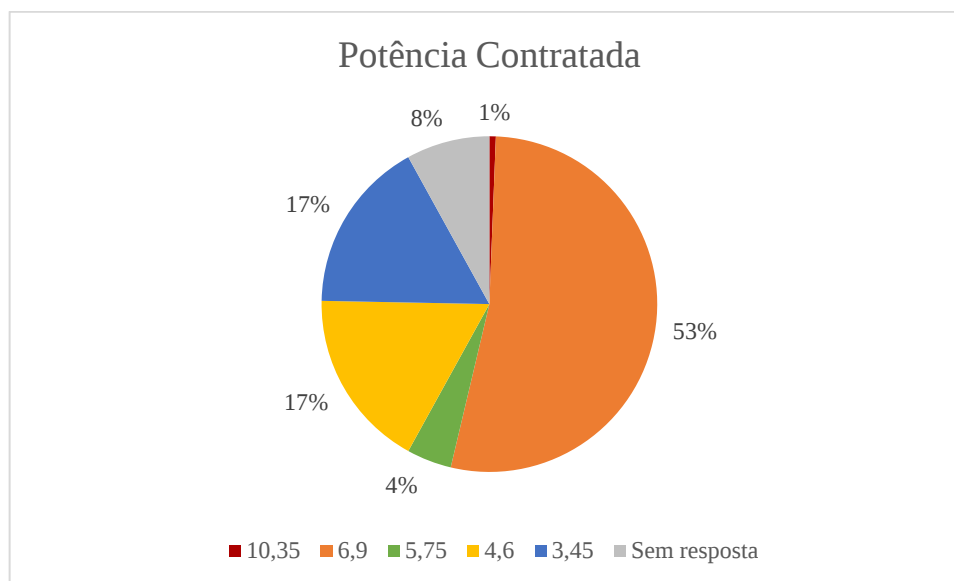


Figura 5.14- Potência contratada

Verifica-se, através de análise da Figura anterior, que mais de metade da população em estudo optou pela potência contratada de 6,9 kVA, sendo esta potência considerada adequada para a maior parte das habitações, pois, permite o uso simultâneo de aparelhos com potências elevadas sem que o disjuntor diferencial dispare por sobrecarga.

Na maior parte das habitações que possuem gás para cozinhar e/ou para aquecimento de águas sanitárias, a potência contratada adequada para a habitação pode ser mais baixa. Encontrase assim, 17 % de habitações com uma potência contratada de 3,45 kVA e 17 % com 4,6 kVA. Há ainda 4 % de habitações com uma potência de 5,75 kVA.

Por último, observa-se que, 1 % da população possui uma potência elevada, sendo esta igual a 10,35 kVA.

Contudo, salienta-se que nem todas as, habitações possuem uma potência contratada adequada para as suas necessidades, possuindo potências mais baixas por motivos económicos. Os restantes 8 % sem resposta deve-se à falta de conhecimento dos habitantes e simultânea ausência de faturas.

Em relação ao contratado de eletricidade pode ainda ser escolhida a tarifa contratada, a qual se adequa as necessidades de cada habitação. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Figura 5.15.

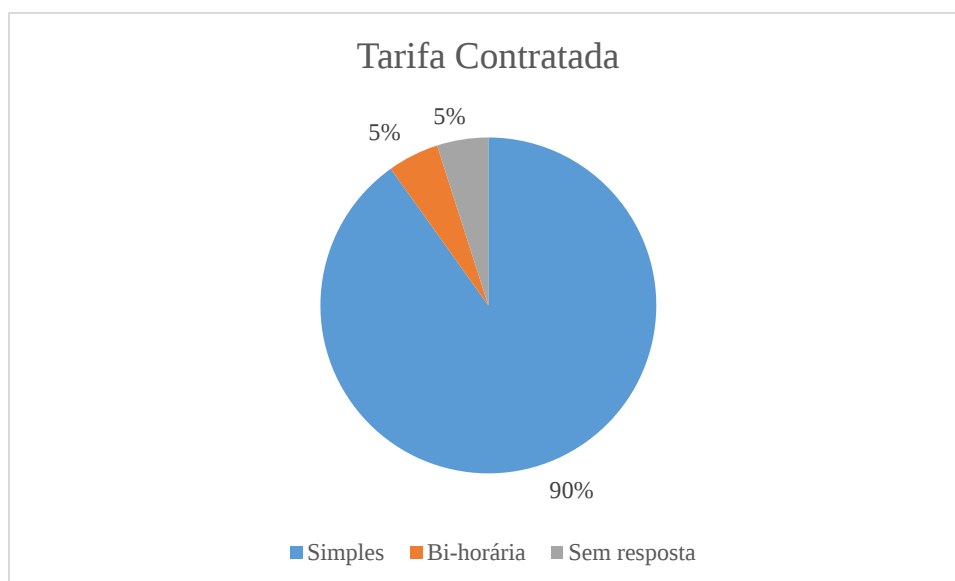


Figura 5.15- Tarifa contratada

Observa-se assim que as tarifas contratadas variam apenas entre simples e bi-horária, sendo que, grande parte das habitações, 90 %, possuem tarifa simples. Dos 5 % das habitações que possuem tarifa bi-horária, 2 % apresentam ciclo diário e 2 % apresentam ciclo semanal, sendo que, o restante 1 % não sabia esta informação.

Estes resultados são expectáveis uma vez que, 81 % das habitações são ocupadas em permanência, ou seja, à partida, optar pela tarifa bi-horária não iria trazer qualquer benefício.

Novamente, existiram habitações nas quais não se obteve respostas, neste caso, sobre a tarifa contratada.

Importa referir que 45 % da população estudada tem por hábito enviar a leitura do consumo de eletricidade ao seu fornecedor, garantindo assim, a correta faturação do seu consumo de eletricidade. O resto da população ao não enviar a sua leitura fica sujeita aos acertos do seu fornecedor de eletricidade, que podem resultar na cobrança de um valor superior ao real, algo que por sua vez, pode complicar a situação financeira prevista para esse mês.

➤ **Análise do Consumo Elétrico**

Através da leitura das faturas ou da leitura do consumo de eletricidade nos contadores, foi possível saber o consumo mensal de cada habitação. Sendo assim, no que diz respeito ao consumo de eletricidade das habitações estudadas, obteve-se uma média mensal de 218 kWh, um valor mínimo de 8 kWh e um valor máximo de 719 kWh. Fazendo a extrapolação dos consumos

elétricos mensais para anuais, obteve-se um valor médio de 2620 kWh, um valor mínimo de 102 kWh e um valor máximo de 8628 kWh. Em termos monetários, o valor médio mensal a pagar foi igual a 42 € e o valor médio anual foi de 501 €.

Uma vez que, diversos equipamentos eletrónicos consomem a mesma eletricidade independentemente do número de residentes presentes na habitação, calculou-se o consumo de eletricidade mensal *per capita* de cada habitação, tendo-se obtido uma média de 101 kWh/*per capita*, um valor máximo de 325 kWh/*per capita* e um valor mínimo de 8 kWh/*per capita*. Na Figura 5.16 observa-se a distribuição do consumo de eletricidade mensal *per capita* de todas as habitações estudadas, bem como, a média desses valores.

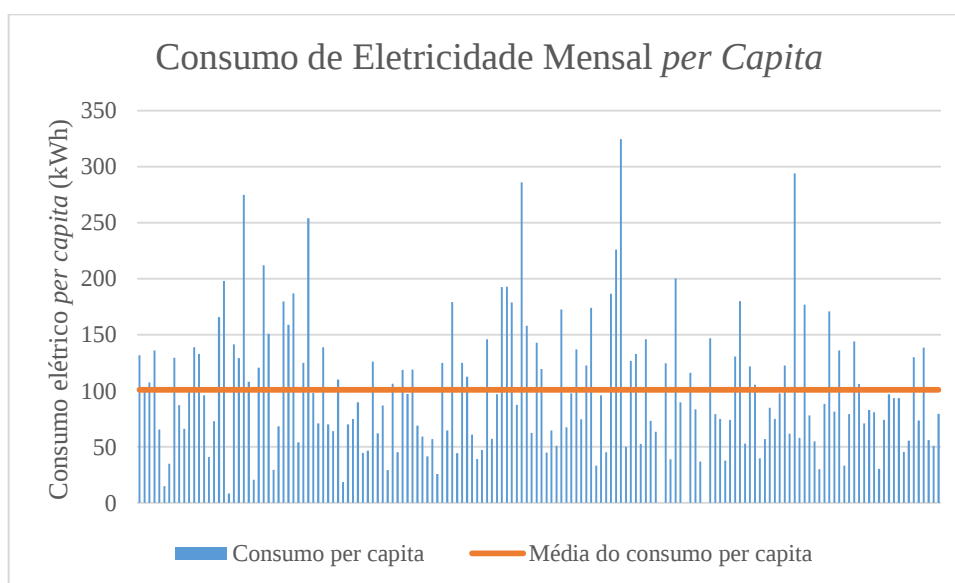


Figura 5.16- Consumo mensal de eletricidade *per capita* de todas as habitações

De uma forma geral, é possível observar na Figura anterior que a maioria das habitações possui um consumo de eletricidade mensal *per capita* inferior à média, sendo este valor em percentagem igual a 58 %.

Analisando as informações da habitação que apresentou o valor máximo de consumo de eletricidade mensal (325 kWh/*per capita*), verificou-se que a sua única forma de energia é eletricidade, sendo esta uma das razões para se obter um consumo tão elevado.

Fazendo a extrapolação dos consumos elétricos *per capita* mensais para anuais, obteve-se um valor médio de 1214 kWh/*per capita*, um valor mínimo de 102 kWh/*per capita* e um valor máximo de 3894 kWh/*per capita*.

Calculou-se ainda o consumo de eletricidade mensal por área de cada habitação, tendo-se obtido um valor médio de 3 kWh/m², um valor máximo de 11 kWh/m² e um valor mínimo de 0 kWh/m². Em termos anuais obteve-se um consumo médio de 38 kWh/m², um valor máximo de 132 kWh/m² e um valor mínimo de 2 kWh/m².

➤ **Comparação do Consumo Médio Faturado e dos consumos analisados no Estado da Arte (Ponto 2.5.1)**

Comparando o consumo elétrico anual *per capita* obtido no estudo (1214 kWh/*per capita*) com o valor estimado pela INE (2019b) (1219,6 kWh/hab) conclui-se que a diferença entre ambos é mínima, o que mostra que a população estudada apresenta um consumo de eletricidade dentro da média.

Fazendo agora a comparação entre o valor obtido neste estudo com os valores obtidos por Costa (2017), Vieira (2018) e por Duarte (2018), sendo eles, 1059 kWh/*per capita*, 967 kWh/*per capita* e 96 kWh/*per capita*, respetivamente, verifica-se que, com exceção do último consumo mencionado, existe uma proximidade entre os diferentes valores. Para além disso, observa-se que o consumo médio anual de eletricidade calculado (1214 kWh/*per capita*) é superior aos consumos médios obtidos nos outros estudos.

➤ **Poupança de Eletricidade**

De entre as medidas de redução do consumo de eletricidade salientam-se a limpeza bianual do frigorífico/arca congeladora, o uso de tomadas/extensões de corte de corrente (*on-off*), desligar o *standby* dos equipamentos eletrónicos e o uso de lâmpadas de baixo consumo.

Na Figura 5.17 encontra-se a percentagem de habitações que realizam, ou não, limpeza bianual dos equipamentos em questão.

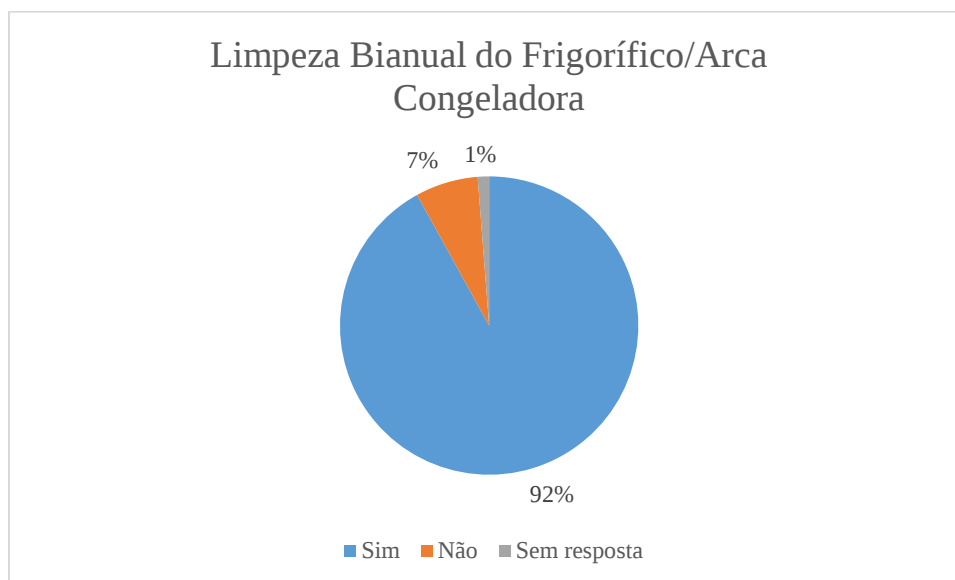


Figura 5.17- Limpeza bianual do frigorífico e da arca congeladora

Percebe-se assim que a maioria das habitações, 92 %, tem o cuidado de limpar o frigorífico e a arca congeladora duas vezes por ano, ou sempre que os equipamentos necessitarem. De uma forma geral, a população estudada tem noção da importância da limpeza do frigorífico e

da arca congeladora, percebendo que a sua limpeza garante o normal funcionamento dos equipamentos.

Na Figura 5.18 estão apresentadas as percentagens de habitações que utilizam tomadas/extensões *on-off* e que desligam o *standby* dos equipamentos.

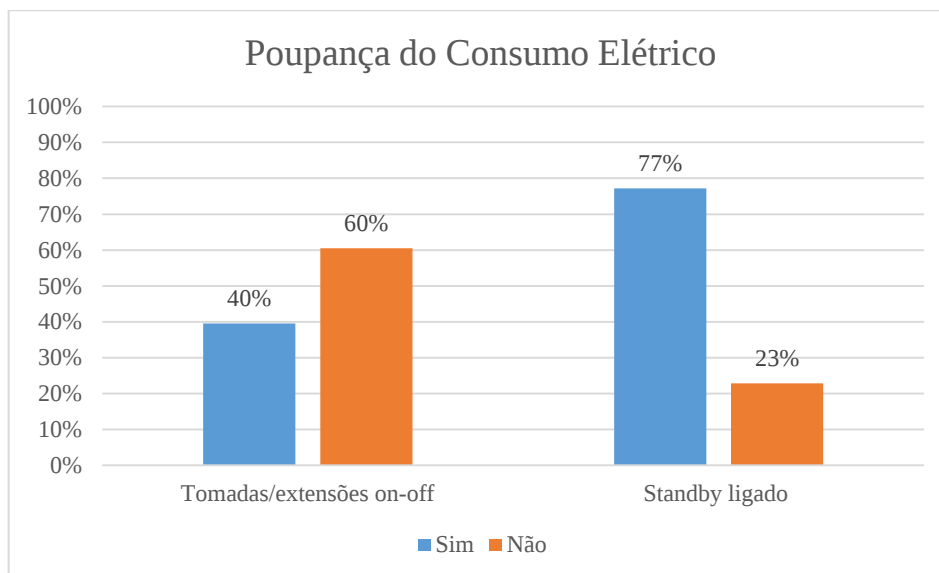


Figura 5.18- Poupança do consumo de eletricidade

Analisando a Figura anterior observa-se que 40 % das habitações possuem, pelo menos, uma tomada ou extensão *on-off*, na qual aplicam o corte da corrente, e 23 % das habitações tem o hábito de desligar o *standby* dos equipamentos eletrónicos. Calculou-se também a percentagem de habitações que não aplicam nenhuma destas medidas e que aplicam ambas, tendo-se obtido um valor igual a 53 % e 15 %, respetivamente.

Conclui-se assim que se está perante uma população com pouco cuidado no que toca à redução do consumo de eletricidade através do uso de tomadas ou extensões de corte de corrente e da ação de desligar o *standby* dos equipamentos eletrónicos.

Em relação ao tipo de lâmpadas usadas pode-se fazer uma divisão entre lâmpadas economizadoras (lâmpadas LED e lâmpadas fluorescente compactas (FC)) e não economizadoras (lâmpadas de halogéneo, lâmpadas incandescentes e lâmpadas fluorescentes), sendo que, o primeiro grupo de lâmpadas apresenta potências mais baixas. Sendo assim, de forma a haver uma poupança do consumo de energia deve-se dar prioridade ao uso de lâmpadas economizadoras.

De seguida, na Figura 5.19 encontra-se a distribuição do tipo de lâmpadas encontradas nas 162 habitações analisadas.

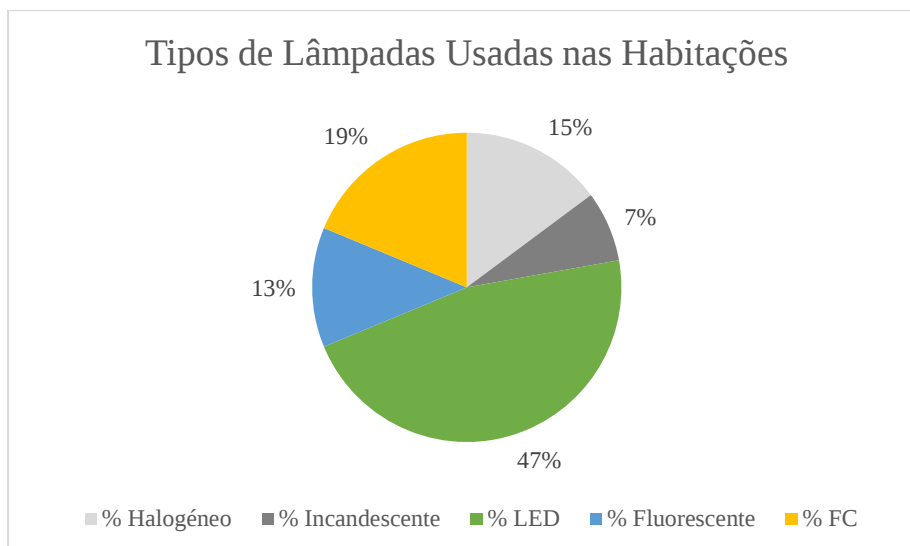


Figura 5.19- Tipo de lâmpadas usadas nas habitações

Como se pode observar na Figura anterior, o uso de lâmpadas economizadoras é já uma preocupação nas habitações analisadas, uma vez que, as lâmpadas LED correspondem a 47 % e as lâmpadas fluorescente compactas (FC) correspondem a 19 %, da totalidade das lâmpadas de todas as habitações analisadas.

Observa-se também que 13 % da totalidade das lâmpadas são fluorescentes (não se diferenciou o tipo, se T8 ou T5) e que há ainda um número significativo de lâmpadas de halógeno, 15 %, e incandescentes, 7 %, lâmpadas estas que continuam a ser usadas devido ao baixo custo de aquisição.

Por último, analisou-se a percentagem de habitações que não possuíam lâmpadas economizadoras, que tinham até 50 %, entre 50 a 100 % e 100 % dessas lâmpadas. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 5.20.

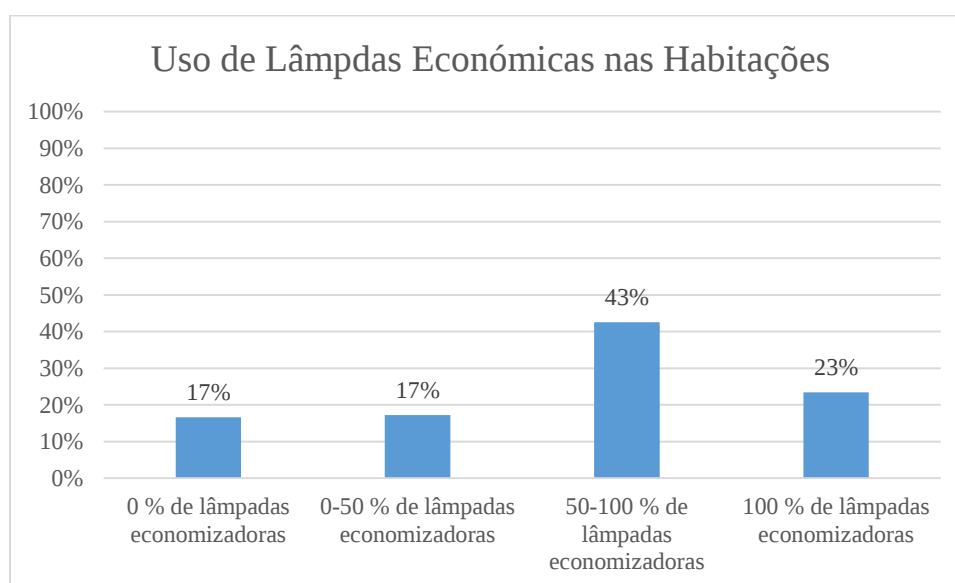


Figura 5.20- Uso de lâmpadas economizadoras nas habitações

Analisando a Figura anterior observa-se que cerca de um quinto das habitações estudadas, 17 %, não possui qualquer tipo de lâmpada economizadora. Por outro lado, a percentagem de habitações que possuem na sua totalidade lâmpadas de baixo consumo é igual a 23 %.

A percentagem de habitações que possuem lâmpadas economizadoras acima de 0 % e abaixo de 100 % da totalidade das lâmpadas da habitação corresponde a 60 %.

Conclui-se assim que, o uso de lâmpadas economizadoras é já uma preocupação corrente na população estudada, como se percebeu anteriormente pela Figura 5.19, havendo a percepção de que este tipo de lâmpadas leva à redução do consumo de eletricidade.

De facto, fazendo a comparação da média dos consumos de eletricidade mensais *per capita* das habitações com 0 % de lâmpadas economizadoras com a média dos consumos elétricos mensais *per capita* dos outros três casos (habitações com 0 a 50 %, 50 a 100 % e 100 % de lâmpadas economizadoras) observa-se um decréscimo do consumo com o aumento da percentagem do número de lâmpadas de baixo consumo presente na habitação, como se pode observar na Tabela 5.2.

Tabela 5.2- Média dos consumos de eletricidade mensais *per capita* dos diferentes grupos de habitações

	Média dos consumos elétricos mensais <i>per capita</i>
Habitações com 0 % de lâmpadas economizadoras	125
Habitações com 0 a 50 % de lâmpadas economizadoras	99
Habitações com 50 a 100 % de lâmpadas economizadoras	98
Habitações com 100 % de lâmpadas economizadoras	83

➤ Consumo de Eletricidade Calculado

O consumo de eletricidade das habitações foi também calculado, de forma indireta, com o intuito de perceber o peso que os diversos equipamentos elétricos, a iluminação e o sistema de AQS (cilindro) tem em cada habitação. Este cálculo foi explicado anteriormente, no Ponto 4.3.

Em relação aos equipamentos elétricos usados, verificou-se uma grande variedade, havendo um total de 66 equipamentos, como se pode observar pela Tabela 4.1. Registou-se ainda o número máximo e mínimo de equipamentos usados numa habitação, sendo estes 29 e 1, respetivamente. Para além disso, calculou-se o número médio de equipamentos utilizados nas habitações, tendo-se obtido um valor de 15 equipamentos.

No que diz respeito à iluminação, verificou-se que, em média, cada habitação possuía 8 lâmpadas, tendo-se registado um máximo de 41 e um mínimo de 1 lâmpada, por habitação. Registou-se também o número total de lâmpadas encontradas nas 162 habitações em estudo, tendo-se obtido um valor igual a 1356, sendo que, 201 são lâmpadas de halogéneo (15 % do total),

100 são incandescentes (7 % do total), 631 são LED (47 % do total), 170 são fluorescentes (13 % do total) e as restantes 254 são lâmpadas fluorescente compactas (19 % do total).

Os equipamentos elétricos podem ser divididos em quatro grupos, sendo eles, os equipamentos de cozinha, de aquecimento ambiente, de arrefecimento ambiente e os eletrónicos, sendo que, este último grupo representa os equipamentos que não se enquadram nos três grupos anteriores. O consumo de eletricidade anual de cada um destes quatro grupos de equipamentos, da iluminação e do cilindro, encontram-se na Tabela D.1 do Anexo D e o consumo de eletricidade total anual calculado, de cada habitação, encontra-se na Tabela D.2 do Anexo D.

O valor médio dos consumos de eletricidade anual calculados de todas as habitações é igual a 5859 kWh/ano, sendo que, 89 % (5148 kWh/ano) corresponde à utilização dos equipamentos elétricos, 1 % (67 kWh/ano) corresponde à iluminação e 10 % (664 kWh/ano) corresponde à utilização do cilindro. Fazendo a distinção entre os diversos equipamentos elétricos, verifica-se que 68 % do consumo total (3957 kWh/ano) corresponde aos equipamentos de cozinha, 4 % (249 kWh/ano) corresponde aos equipamentos de aquecimento ambiente, 0 % (22 kWh/ano) corresponde aos equipamentos de arrefecimento ambiente e 17 % (920 kWh/ano) corresponde aos restantes equipamentos eletrónicos. Observou-se ainda que o consumo máximo de eletricidade anual calculado foi igual a 14063 kWh/ano e o consumo mínimo igual a 80 kWh/ano.

De seguida, na Figura 5.21, encontra-se a distribuição, em percentagem, do valor médio do consumo de eletricidade anual calculado, por tipo de utilização, permitindo perceber de forma sucinta o que foi dito anteriormente.

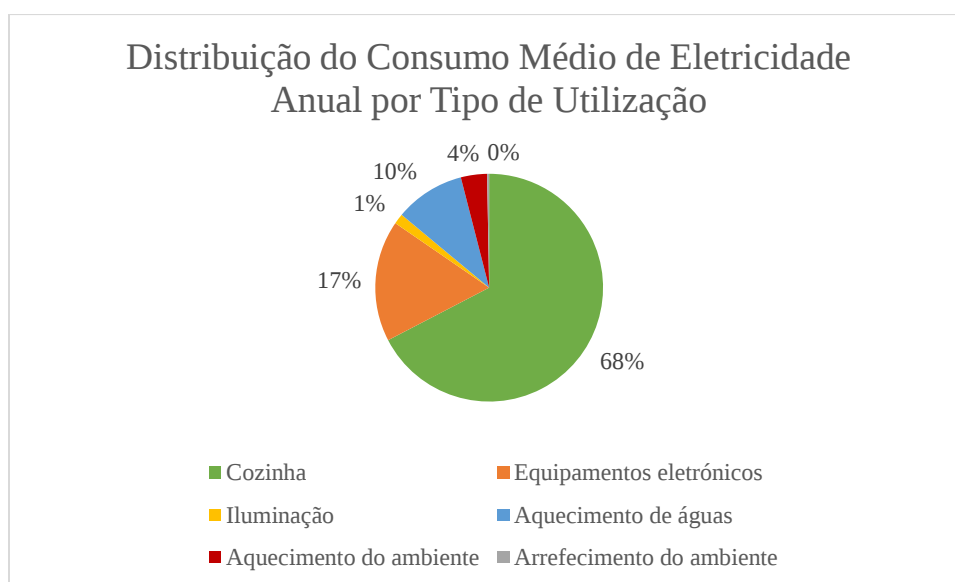


Figura 5.21- Consumo médio de eletricidade anual calculado, em percentagem, por tipo de utilização

Fazendo a comparação entre os consumos de eletricidade anual calculados e obtidos através das faturas, para todas as habitações, foi possível observar uma disparidade elevada entre os valores, sendo que, o valor médio das diferenças entre os dois consumos, para todas as habitações, foi igual a 3313 kWh/ano, sendo este valor superior ao valor médio do consumo de eletricidade anual faturado (2620 kWh/ano).

Observou-se ainda uma diferença máxima igual a 10429 kWh/ano e uma diferença mínima igual a 21 kWh/ano. A disparidade entre os consumos faturados e os consumos calculados permite concluir que o cálculo indireto do consumo de eletricidade da habitação pressupõe erros inerentes, uma vez que, está limitado às informações obtidas através da população.

O consumo de eletricidade anual calculado, *per capita*, apresenta um valor médio de 2823 kWh/(ano.*per capita*), um valor mínimo de 80 kWh/(ano.*per capita*) e um valor máximo de 10331 kWh/(ano.*per capita*).

Em termos de consumo de eletricidade anual calculado, por área de habitação, obteve-se um valor médio de 85 kWh/(ano.m²), um valor máximo de 215 kWh/(ano.m²) e um valor mínimo de 1 kWh/(ano.m²).

5.4.1.2. CONSUMO DE GÁS NATURAL E GÁS DE GARRAFA

Nas habitações pode-se utilizar gás para três propósitos diferentes, sendo eles, aquecimento de águas sanitárias (funcionamento do esquentador), cozinhar refeições (funcionamento do forno e fogão a gás) e aquecimento ambiente (aquecedor catalítico).

Em relação ao tipo de gás utilizado pode-se diferenciar em gás natural, gás propano e gás butano, sendo que, os dois últimos são vendidos em garrafas. Como tal, para simplificação de análise neste estudo, vai-se intitular o gás propano e gás butano por gás de garrafa.

➤ Informações Relativas ao Contrato do Gás Natural

De seguida, na Figura 5.22, encontra-se a percentagem de habitações que possuem, ou não, gás natural, bem como a distribuição dos fornecedores. A Figura seguinte permite verificar que, pouco mais de um terço das habitações estudadas não possuem gás natural e, dentro dos 64 % das habitações que possuem este tipo de energia, o fornecedor maioritário é novamente a EDP.

Contudo, os restantes fornecedores não mantiveram uma distribuição semelhante pelas habitações, tal como acontecia no caso da eletricidade, havendo preferência pela Gold Energy.

Como foi dito anteriormente, em 5.4.1.1., este estudo foi realizado em habitações sociais e, por esta razão, será expectável que a população tenha dificuldades económicas e, por conseguinte, tenham direito a apoios financeiros. Da mesma forma que no consumo de

eletricidade, também o consumo de gás natural pressupõe o desconto “tarifa social”. A percentagem de habitações que tem direito ou não a este benefício encontra-se apresentada na Figura 5.23.

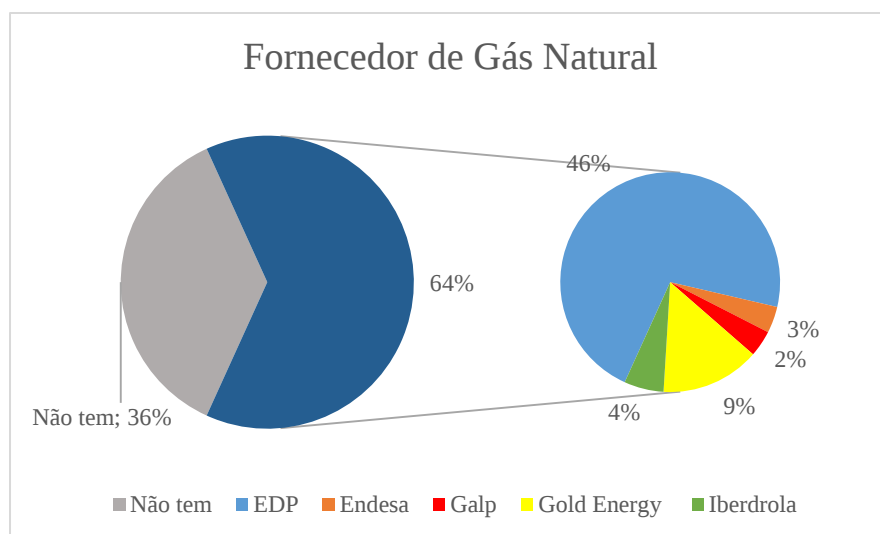


Figura 5.22- Fornecedor de gás natural

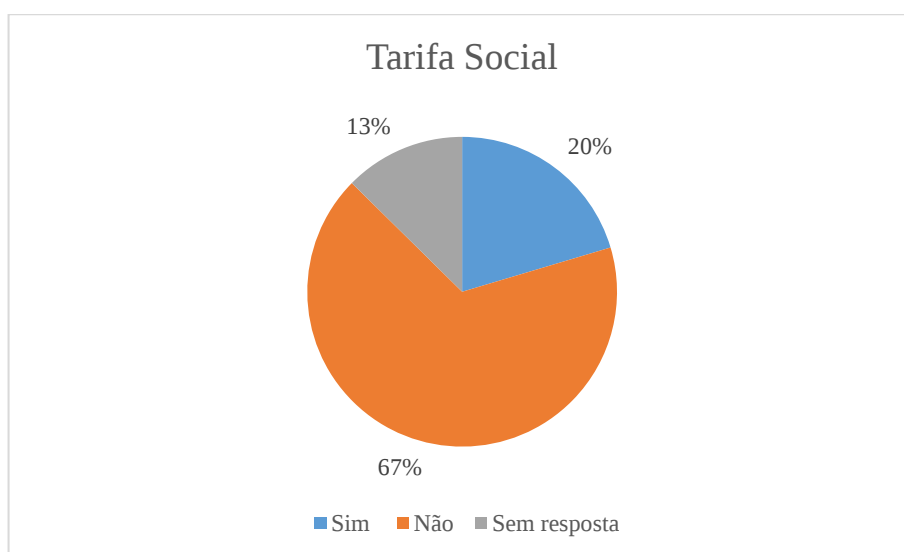


Figura 5.23- Direito a tarifa social no gás natural

Como se pode observar pela Figura anterior, apenas 20 % da população possui desconto “tarifa social” no gás natural, o que não seria expectável. Há ainda 13 % da população que não sabia se possuía ou não tarifa social, o que mais uma vez demonstra a falta de conhecimento e/ou cuidado por parte da população.

Analisou-se também o escalão contratado de cada habitação, estando as respostas obtidas presentes na Figura 5.24.

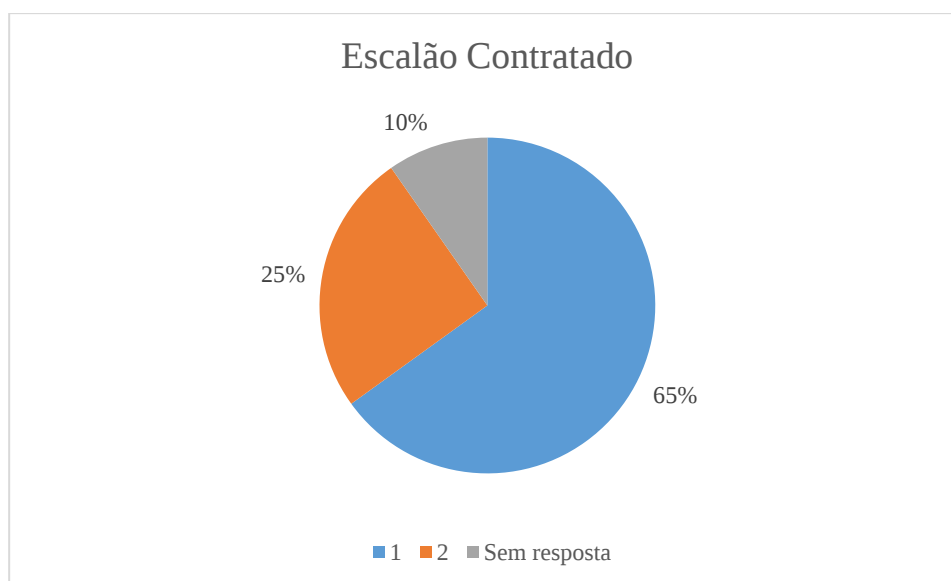


Figura 5.24- Escalão contratado do gás natural

Analisando a Figura anterior percebe-se que 65 % das habitações possuem escalão 1 e 25 % possuem escalão 2. Isto permite perceber que grande parte das habitações não possui uma necessidade elevada de consumo de gás natural. Para além disso, observa-se novamente que uma percentagem significativa da população, 10 %, não tem conhecimento de uma informação importante relacionada com as características do seu consumo de energia.

Observou-se ainda que cerca de um terço da população estudada, 36 %, tem por hábito enviar a leitura do consumo mensal de gás natural ao seu fornecedor.

➤ **Análise do Consumo de Gás Natural**

Uma vez que, não foi possível aceder aos contadores de gás natural, só foram obtidos os consumos mensais das habitações que apresentaram fatura.

Sendo assim, a média do consumo mensal de todas as habitações nas quais se obteve faturas foi igual a 20 m³, tendo-se obtido um valor máximo de 178 m³ e um valor mínimo de 0 m³. Fazendo a extrapolação dos consumos mensais para anuais, obteve-se um valor médio igual a 239 m³/ano, um valor máximo de 2136 m³/ano e um valor mínimo de 0 m³/ano.

Em termos monetários, o valor médio mensal a pagar foi 14 € e o valor médio anual foi 163 €. A despesa máxima e mínima mensal foram, respetivamente, 85 € e 1 €, e a despesa máxima e mínima anual foram, respetivamente, 1020 € e 14 €.

Analisou-se ainda o consumo mensal *per capita* de todas as habitações, tendo-se obtido um valor médio de 8 m³/*per capita*, um valor máximo de 45 m³/*per capita* e um valor mínimo de 0 m³/*per capita*. O consumo mensal de todas as habitações, bem como a média calculada, podem ser analisados de seguida, na Figura 5.25.

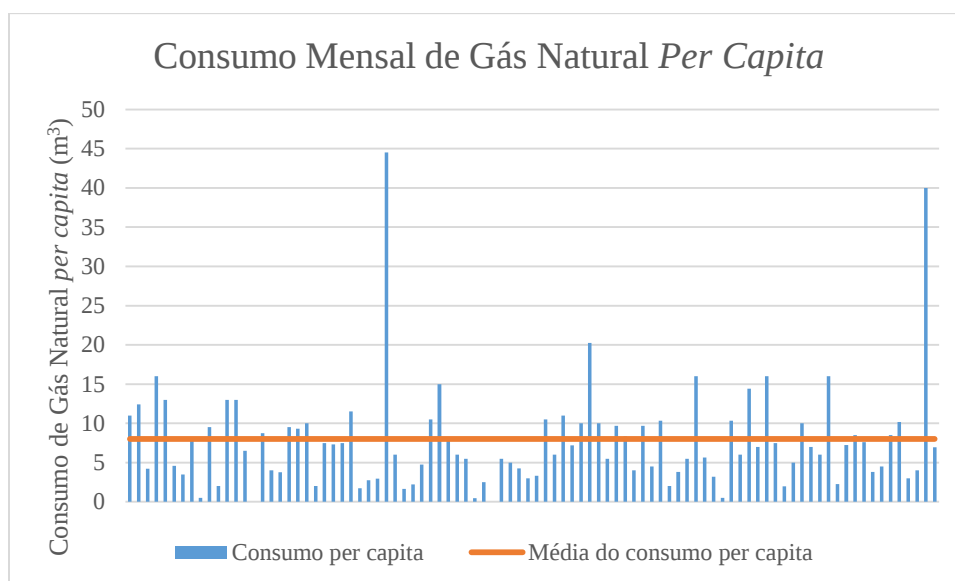


Figura 5.25- Consumo mensal de gás natural *per capita*

De uma forma geral é possível observar na Figura anterior que a maioria das habitações possui um consumo de gás natural *per capita* abaixo da média, sendo este valor em percentagem igual a 62 %.

Observa-se ainda a existência de duas habitações com consumos muito acima da média. Analisando as informações destas habitações verificou-se que ambas usavam gás natural para o funcionamento do esquentador e do fogão, situação esta que também fora encontrada noutras habitações. Isto leva a concluir que nas duas habitações em questão existe uma utilização elevada de gás natural para aquecimento de águas sanitárias e/ou para cozinhar.

Fazendo a extrapolação dos consumos mensais de gás natural *per capita* para anuais, obteve-se um valor médio de $93 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$, um valor máximo de $534 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$ e um valor mínimo de $0 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$.

➤ **Comparação do Consumo Médio Faturado e dos consumos analisados no Estado da Arte (Ponto 2.5.1)**

Fazendo a comparação entre o consumo anual *per capita* obtido neste estudo ($93 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$) com o valor obtido por Costa (2017), Vieira (2018) e por Duarte (2018), sendo eles, $88 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$, $76 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$ e $4,94 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$, respetivamente, verifica-se que, existe uma proximidade entre o consumo obtido e os dois valores mencionados primeiramente (88 e $76 \text{ m}^3/(\text{ano.per capita})$), sendo que, a população analisada neste estudo apresenta um consumo maior de gás natural.

➤ Gás natural vs. Gás de garrafa

Para além de gás natural, há diversas habitações que também adquirem gás de garrafa, usando-o para aquecimento da habitação (aquecedor catalítico) e/ou para cozinhar (forno e/ou fogão a gás). Por outro lado, há habitações que não têm nem gás natural nem gás de garrafa, usando a eletricidade como fonte única de energia na habitação. Contudo, observaram-se situações intermédias, ou seja, habitações que compram apenas gás natural ou gás de garrafa.

Sendo assim, na Figura 5.26 encontra-se a percentagem de habitações que possuem apenas gás de garrafa, apenas gás natural, ambos os tipos de gás e nenhum dos dois.

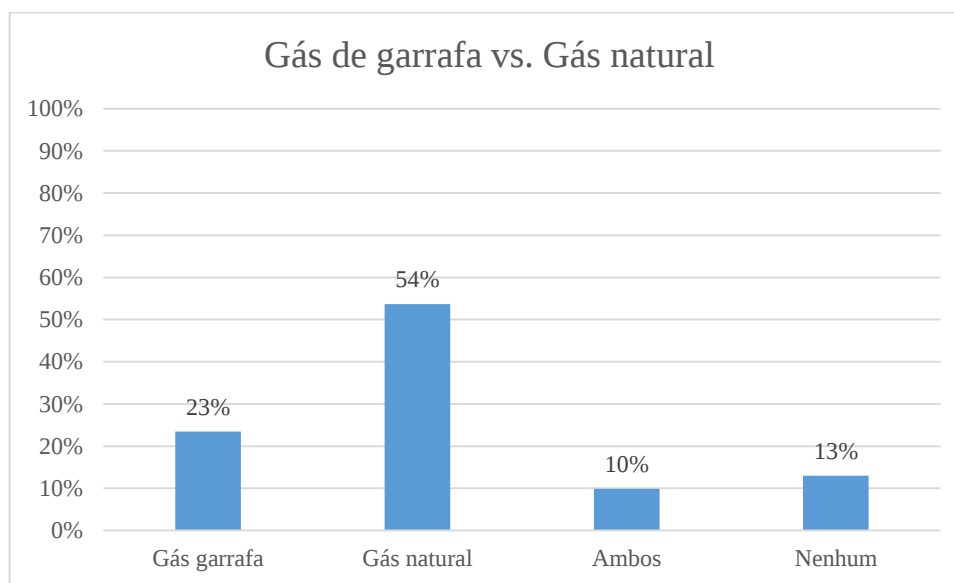


Figura 5.26- Percentagem de habitações que possuem gás de garrafa, gás natural, ambos ou nenhum

Através da Figura anterior percebe-se que, 64 % das habitações estudadas adquirem gás natural, sendo que, dessa percentagem, 54 % possuem apenas gás natural e os restantes 10 % tem gás natural em conjunto com gás de garrafa.

Observa-se também que, 33 % das habitações possuem gás de garrafa pois, 23 % tem apenas gás de garrafa e 10 % compram gás de garrafa em conjunto com gás natural.

Por último, cerca de um décimo das habitações, 13 %, não adquirem nem gás natural nem gás de garrafa, consumindo exclusivamente eletricidade.

Analisou-se ainda a despesa média anual das habitações que adquirem gás de garrafa, tendo-se obtido um valor igual a 108 €. A despesa mínima anual foi de 4 €, caso este em que a habitação só usa o gás de garrafa para aquecimento ambiente, em situações raras, fazendo prolongar a vida útil da garrafa. A despesa máxima observada foi igual a 624 €.

5.4.1.3. CONSUMO DE ENERGIA DA HABITAÇÃO

Por último, calculou-se o consumo de energia total anual de todas as habitações, sendo que, este cálculo engloba apenas o consumo de eletricidade calculado, como efetuado em 5.4.1.1, e o consumo de gás, em kWh/ano. Contudo, importa salientar que o consumo de gás considera apenas o consumo de gás natural usado para aquecimento de águas sanitárias pois, foi apenas possível calcular o consumo de energia teórico do esquentador, não se tendo calculado o consumo de gás para cozinhar ou para aquecimento ambiente. Os consumos de energia, por tipo de utilização, de cada habitação encontram-se na Tabela D.1 do Anexo D.

Como foi analisando anteriormente, na Figura 2.22, existe uma distribuição típica do consumo de energia das habitações em Portugal. Como tal, fez-se a comparação entre a distribuição do consumo de energia a nível nacional e ao nível da urbanização estudada, de forma a perceber-se as semelhanças e as diferenças entre as duas distribuições.

Os consumos das habitações foram divididos, tal como no ICESD, em seis tipos de utilização, sendo eles, o aquecimento de águas, a cozinha, os equipamentos elétricos, a iluminação, o aquecimento ambiente e o arrefecimento ambiente. Na Tabela 5.3 encontra-se a distribuição dos equipamentos encontrados em cada habitação por tipo de utilização de energia.

Tabela 5.3- Equipamentos considerados para cada tipo de utilização do consumo de energia da habitação

Tipo de utilização	Equipamentos considerados
Aquecimento de águas	Cilindro e esquentador
Cozinha	Placa (fixa e portátil), forno independente, mini-forno, micro-ondas, exaustor/extrator, frigorífico (sem e com congelação), combinado, arca congeladora, torradeira, prensa, chaleira elétrica, fritadeira elétrica, máquina de café (sem e com cápsula), máquina de moer café, cafeteira, varinha mágica, processador de comida, liquidificadora, batedeira, máquina de espremer citrinos, grelha elétrica, assador elétrico, <i>robot</i> de cozinha, panela de pressão elétrica, máquina de lavar loiça, máquina de lavar roupa, máquina de secar roupa
Equipamentos elétricos	Ferro (comum e com caldeira), aspirador (mini e normal), desumidificador, secador de cabelo, máquina de alisar cabelo, máquina de barbear, televisão (tecnologia antiga e recente), <i>box</i> de canais + <i>router</i> , sistema de som, rádio, PC, computador portátil, <i>Tablet</i> , consola de jogos (PS4 e Wii), aparelho respiratório, máquina de costura, bomba de aquário, resistência

Tipo de utilização	Equipamentos considerados
	de aquário, mini-fonte, sistema de alarme, leitor DVD, leitor de cassetes, cadeira elétrica, botija elétrica
Iluminação	Lâmpadas e luz de presença
Aquecimento ambiente	Termo-ventilador, aquecedor a óleo, placa radiante, acumulador de calor, escalfeta, ar condicionado e climatizador
Arrefecimento ambiente	Ar condicionado, climatizador e ventoinha

De seguida, na Figura 5.27, encontra-se a distribuição do consumo médio anual de energia das habitações por tipo de utilização.

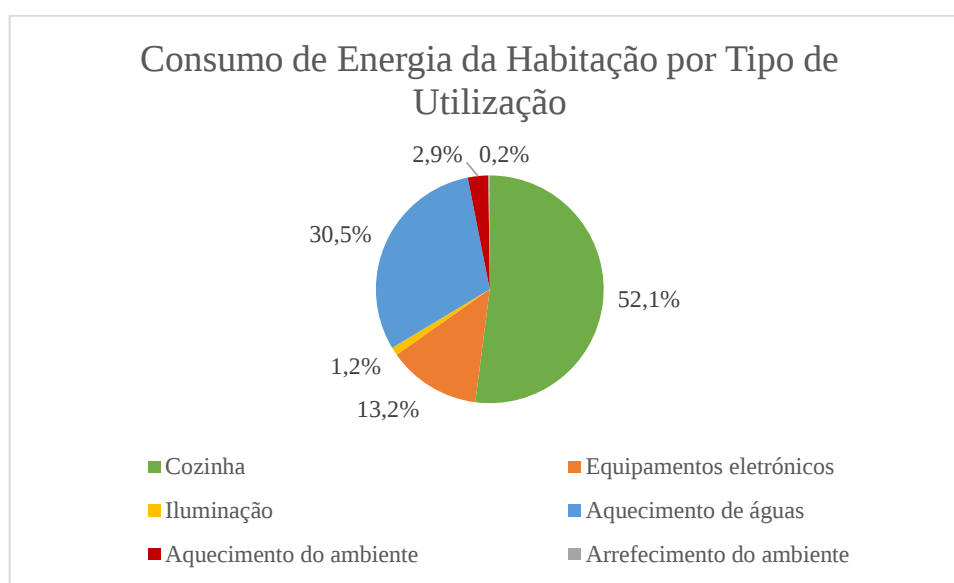


Figura 5.27- Consumo de energia anual por tipo de utilização na habitação

Na Figura anterior é possível observar que, cerca de metade do consumo de energia da habitação deve-se aos equipamentos de cozinha (52,1 %). No entanto, este consumo deveria ser maior, uma vez que, não se considerou o consumo do fogão e do forno a gás. O segundo maior consumo de energia deriva do aquecimento de águas (30,5 %), seguido dos equipamentos eletrónicos (13,2 %), do aquecimento ambiente (2,9 %), da iluminação (1,2 %) e, por último, do arrefecimento ambiente (0,2 %).

Considerando o consumo energético das habitações no panorama nacional sabe-se que o maior consumo energético está associado à cozinha (39,1 %), seguido do aquecimento de águas (23,5 %), do aquecimento ambiente (21,5 %), dos equipamentos eletrónicos (10,9 %), da iluminação (4,5 %) e do arrefecimento ambiente (0,5 %).

Comparando o cenário obtido com o panorama nacional observa-se que, de uma forma geral, a ordem do maior para o menor consumidor de energia é a mesma, com exceção que, no

caso do panorama nacional, o aquecimento ambiente consome mais energia que os equipamentos eletrónicos.

Analisando individualmente cada tipo de utilização para a situação obtida e para o panorama nacional observa-se que, a cozinha e o aquecimento ambiente são as que apresentam maior diferença entre o consumo calculado e do panorama nacional.

No caso da cozinha, obteve-se um maior consumo de energia na situação calculada, sendo que, a diferença entre o valor calculado e do panorama nacional é igual a 13 %, o que pode ser explicado por erros inerentes ao cálculo do consumo de energia dos equipamentos.

No caso do aquecimento de águas, obteve-se um maior consumo na situação calculada, sendo que, a diferença entre o valor calculado e do panorama nacional é igual a 7 %, diferença esta que não é muito elevada.

Verificou-se também que, a maior diferença entre o consumo de energia calculado e do panorama nacional, 18,6 %, deveu-se ao aquecimento ambiente, sendo que, o valor foi maior no panorama nacional. Isto permite concluir que, a população estudada não têm por hábito aquecer a habitação, o que pode ser explicado pela falta de capacidade financeira dos residentes.

No caso dos equipamentos eletrónicos, da iluminação e do arrefecimento ambiente observaram-se diferenças mínimas entre o consumo de energia calculado e do panorama nacional, sendo elas, 2,3 %, 3,3 % e 0,3 %, respetivamente.

5.4.2. CONSUMO DE ÁGUA

O consumo mensal de água de cada habitação foi obtido através da análise de faturas ou através da leitura do consumo no contador. Importa referir que apenas 15 % da população envia a contagem do consumo de água para o fornecedor, garantindo assim, uma correta faturação do consumo mensal.

O consumo médio mensal de água de todas as habitações foi igual a 7 m³, tendo-se obtido um valor máximo de 28 m³ e um valor mínimo de 0 m³. Extrapolando estes valores para consumos anuais obteve-se uma média de 87 m³/ano, um valor máximo de 336 m³/ano e um valor mínimo de 0 m³/ano.

Em termos de despesas mensais obteve-se um valor médio de 25 €, um valor máximo de 87 € e um valor mínimo de 6 €, sendo que, estimando as despesas anuais através das despesas mensais, obteve-se uma média de 295 €, um valor máximo de 1043 € um valor mínimo de 70 €.

De forma a obterem-se valores comparáveis entre habitações foi necessário considerar o número de residentes de cada habitação, ou seja, calculou-se o consumo mensal de água *per capita* das habitações. Obteve-se assim um consumo médio mensal de 3 m³/*per capita*, um consumo

mensal máximo de $10 \text{ m}^3/\text{per capita}$ e um consumo mensal mínimo de $0 \text{ m}^3/\text{per capita}$. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Figura 5.28.

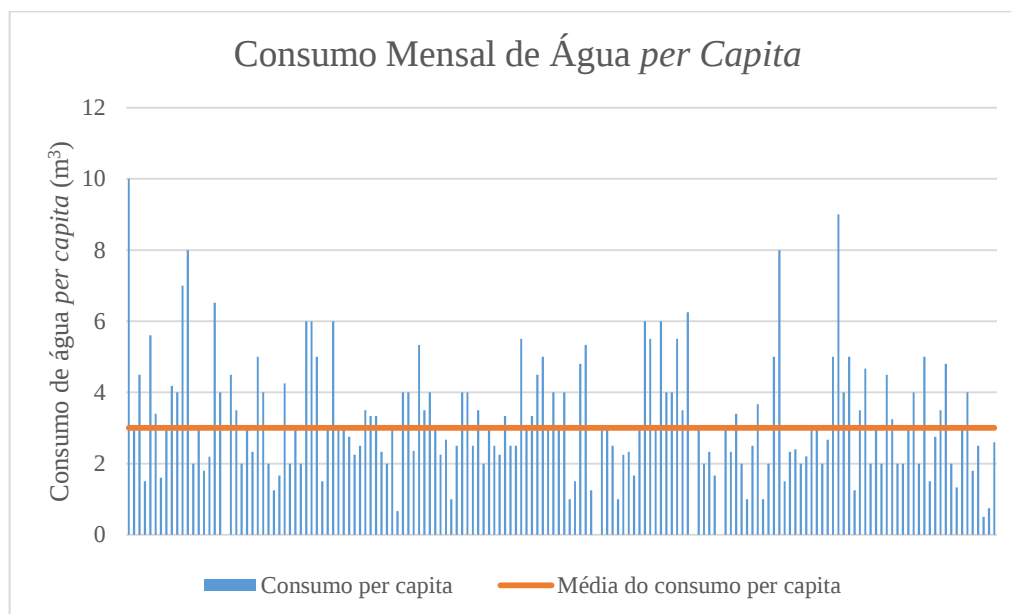


Figura 5.28- Consumo mensal de água *per capita* de todas as habitações

Apesar de não ser perceptível na Figura anterior, a percentagem de habitações que apresentam o consumo mensal de água *per capita* superior ao valor médio é de 56 %. Observa-se ainda alguns casos que apresentam o consumo mensal bastante superior à média, o que mostra que as pessoas dessas habitações não apresentam hábitos de poupança do consumo e/ou não possuem redutores de caudal nas torneiras, chuveiro e/ou autoclismo.

Por último, calculou-se o consumo anual *per capita* de todas as habitações, tendo-se obtido um valor médio de $38 \text{ m}^3/(\text{ano. per capita})$, um valor máximo igual a $120 \text{ m}^3/(\text{ano. per capita})$ e um valor mínimo igual a $0 \text{ m}^3/(\text{ano. per capita})$.

➤ Comparação do Consumo Médio Faturado e dos consumos analisados no Estado da Arte (Ponto 2.5.2)

Comparando o valor médio obtido ($38 \text{ m}^3/(\text{ano. per capita})$), com o consumo médio nacional ($61,1 \text{ m}^3/\text{per capita}$), verifica-se que, o consumo de água da urbanização estudada está muito abaixo do consumo médio obtido em 2009.

Comparando o consumo médio anual calculado com o obtido por Costa (2017), $41 \text{ m}^3/\text{per capita}$, conclui-se que, ambos apresentam valores muito próximos, apresentando uma diferença igual a 3 m^3 . Sendo assim, pode-se considerar que a população estudada nas duas urbanizações realizam poupança no consumo de água, uma vez que, ambas apresentam um consumo inferior à média nacional, sendo a diferença próxima de 20 m^3 .

➤ **Análise da Redução do Consumo de Água**

Um fator que influencia o consumo de água é o tipo de banho, podendo este ser de chuveiro ou de imersão. As respostas obtidas no inquérito permitiram concluir que 0 % das pessoas tomam apenas banho de imersão, 96 % tomam apenas de chuveiro e 4 % tomam banho de chuveiro e esporadicamente de imersão. Uma vez que, a quantidade de resultados de pessoas que tomam banho de imersão foi muito reduzida, não foi possível tirar conclusões sobre a influência do tipo de banho no consumo de água.

O consumo de água pode ser reduzido através da adoção de hábitos de poupança em situações que ocorrem diariamente e/ou através da utilização de torneiras, chuveiros e autoclismos que permitam reduzir o caudal de funcionamento. Sendo assim, de seguida irá concluir-se sobre a influência que os hábitos de poupança considerados e se os redutores de caudal nas torneiras, chuveiro e autoclismo apresentam no consumo mensal de água.

Os hábitos de poupança considerados neste estudo focam na lavagem dos dentes, no corte da barba e na recolha e aproveitamento de água. Para as duas primeiras situações mencionadas, considera-se que se está a reduzir o consumo de água quando não se deixa a água a correr enquanto se lava os dentes ou se faz o corte da barba, ou seja, quando se fecha a torneira. De seguida, na Figura 5.29, encontra-se a percentagem de pessoas que aplicam, ou não, os hábitos de poupança referidos.

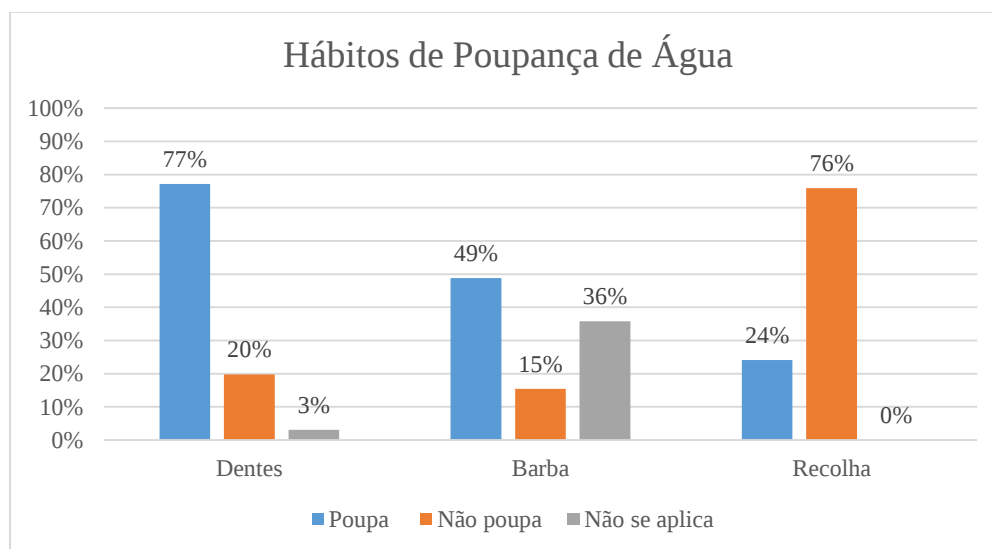


Figura 5.29- Hábitos de poupança de água

Analisando a Figura anterior percebe-se que 77 % da população estudada fecha a torneira na lavagem dos dentes, 49 % fecha a torneira enquanto faz o corte da barba e 24 % faz recolha e aproveitamento da água. Salienta-se que, a lavagem dos dentes e o corte da barba não se aplica a 3 % e 36 % da população, respetivamente.

De seguida, na Tabela 5.4, encontra-se a média dos consumos mensais *per capita* das habitações que tem hábitos de poupança e das habitações que não os tem, para o caso da lavagem dos dentes, do corte da barba e para a recolha de água, o que permite verificar se os hábitos em questão levam a uma redução do consumo de água.

Tabela 5.4- Média do consumo mensal *per capita* das habitações que tem ou não hábitos de consumo

		Média do consumo mensal <i>per capita</i> das habitações (m ³ / <i>per capita</i>)
Lavagem dos dentes	Água corrente	3,3
	Poupança de água	3,2
Corte da barba	Água corrente	3,0
	Poupança de água	2,8
Recolha de água	Não realiza	3,2
	Realiza	3,2

Sendo assim, conclui-se que a ação de fechar a torneira durante a lavagem dos dentes e durante o corte da barba leva a uma poupança de água, embora a diferença observada entre os consumos seja mínima.

Por outro lado, observa-se que o consumo mensal das habitações que fazem recolha de água e das habitações que não o fazem é igual, o que vai contra o esperado. Contudo, este resultado não é significativo, uma vez que, muitas das habitações que tem por hábito fazer recolha e aproveitamento da água afirmaram só o fazer esporadicamente, levando a que este hábito não tenha uma influência significativa no consumo mensal.

De seguida, na Figura 5.30 observa-se a percentagem de habitações que possuem 0 %, 0 a 50 %, 50 a 100 % e 100 % de torneiras com redutor de caudal.

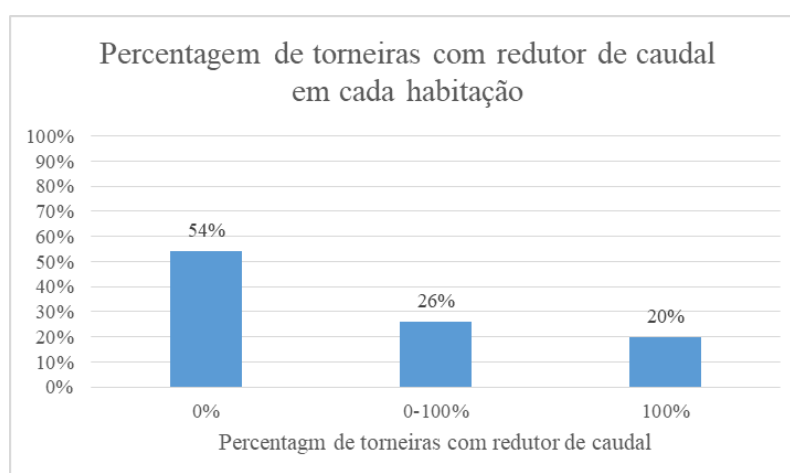


Figura 5.30- Percentagem de habitações que apresentam 0%, 0 a 50%, 50 a 100% e 100% de torneiras com redutor de caudal

Observa-se assim que a maioria das habitações, 54 %, não possui nenhuma torneira com redutor de caudal, havendo apenas 20 % das habitações que apresentam na sua totalidade torneiras com redutor de caudal. Observa-se ainda que 26 % das habitações possuem pelo menos uma torneira com redutor de caudal, não chegando, contudo, à totalidade das torneiras na habitação.

Na Tabela 5.5 encontra-se a média dos consumos mensais *per capita* das habitações que possuem 0 %, acima de 0 % e abaixo de 100 % e acima de 100 % de torneiras com redutor de caudal.

Tabela 5.5- Média do consumo mensal *per capita* das habitações que possuem 0 %, 0 a 100 % e 100 % de torneiras com redutor de caudal

Percentagem de torneiras com redutor de caudal (%)	Média do consumo mensal <i>per capita</i> das habitações (m ³ / <i>per capita</i>)
0	3,2
0 a 100	3,4
100	3,1

Comparando o consumo médio das habitações com 0 % de torneiras com redutor de caudal com as habitações que apresentam 100 % de torneiras com redutor de caudal percebe-se que os redutores levam efetivamente a uma poupança no consumo de água.

Contudo, o consumo médio das habitações que apresentam entre 0 a 100 % de torneiras com redutor de caudal é o mais elevado, o que vai contra o esperado. Isto pode-se dever à incorreta identificação de algumas torneiras, considerando assim que apresentavam redutor de caudal quando na verdade não o possuíam.

Por último, na Figura 5.31, observa-se a percentagem de habitações que possuem chuveiro e autoclismo com redutor de caudal.

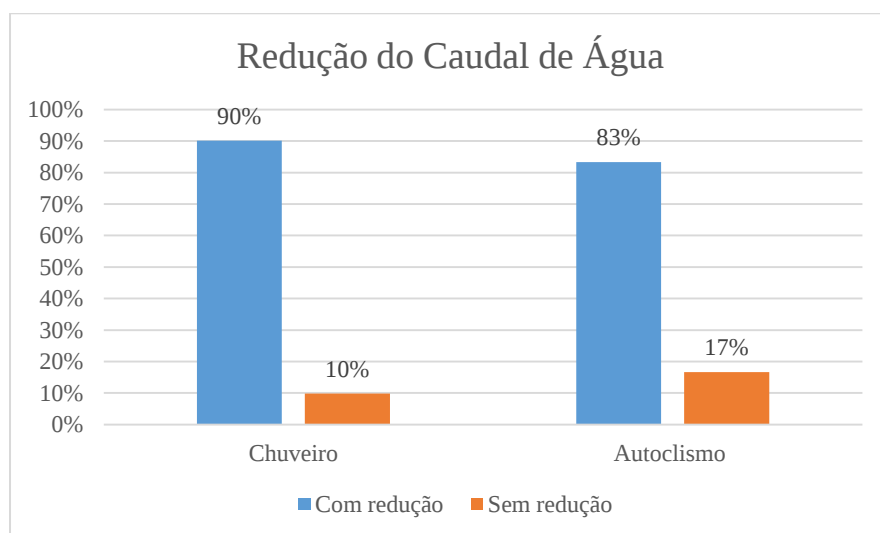


Figura 5.31- Percentagem de habitações que possuem chuveiros e autoclismos com e sem redutor de caudal

Observa-se assim que a maioria das habitações possui redutor de caudal quer no chuveiro, quer no autoclismo, sendo a percentagem de habitações igual a 90 % e 83 %, respetivamente.

Na Tabela 5.6 observa-se a média dos consumos mensais *per capita* das habitações que possuem, ou não, chuveiro e autoclismo com redutor de caudal,

Tabela 5.6- Média do consumo mensal *per capita* das habitações que possuem ou não redutor de caudal no chuveiro e que possuem ou não redutor de caudal no autoclismo

		Média do consumo mensal <i>per capita</i> das habitações (m ³ / <i>per capita</i>)
Chuveiro	Sem redutor de caudal	2,9
	Com redutor de caudal	3,3
Autoclismo	Sem redutor de caudal	3,4
	Com redutor de caudal	3,2

No caso do chuveiro, observa-se que os valores são contraditórios pois, a média do consumo das habitações que apresentam redutor de caudal é superior à média do consumo das habitações que não o apresentam.

Por outro lado, no caso do autoclismo, observa-se que o consumo médio das habitações que apresentam redutor de caudal é inferior ao consumo médio das habitações que não o apresentam.

5.5. CONFORTO TÉRMICO

Este subcapítulo irá abordar o conforto térmico das habitações e, como tal, vai ter em conta a sensação de conforto térmico, o uso ou não de aquecimento ambiente, a existência de humidade nas habitações, as medições pontuais de temperatura e humidade relativa efetuadas na sala e na cozinha das habitações e as medições contínuas de 24 horas efetuadas na sala de algumas habitações chave. Aborda-se ainda a diferença do conforto térmico entre edifícios com características construtivas distintas, bem como, a sensação de melhorias térmicas após a reabilitação.

De seguida, na Figura 5.32, encontra-se a percentagem de habitações onde se sentia, ou não conforto térmico.

A análise da Figura seguinte permite verificar que a maioria da população estudada, 61 %, sente conforto térmico na sua habitação, ou seja, a percentagem de habitações onde não se está perante conforto térmico foi elevada, sendo esta igual a 39 %. Estes valores são preocupantes pois, quase metade da população estudada vive em desconforto térmico.

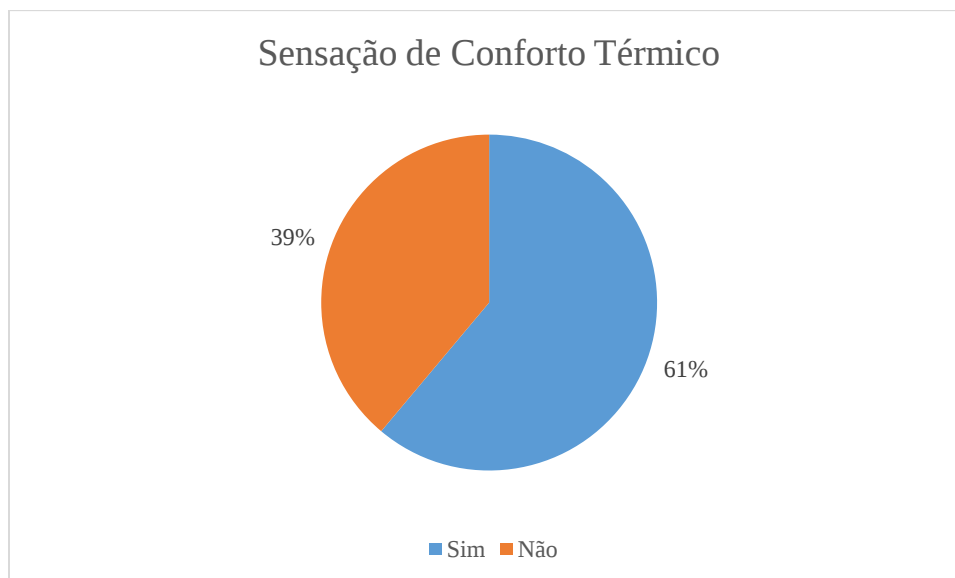


Figura 5.32- Sensação de conforto térmico nas habitações estudadas

Importa referir que, uma parte dos inquiridos que referiram estar perante conforto térmico, salientaram que já estavam habituados à temperatura obtida na habitação e que, o aumento de agasalhos melhorava a sensação obtida no inverno. Conclui-se assim que, as respostas obtidas estão condicionadas, devido ao historial de conforto térmico sentido ao longo da vida da população estudada e que, a sensação de conforto térmico é subjetiva.

Uma vez que, a urbanização em estudo estava a sofrer reabilitação, foi pertinente distribuir as respostas analisadas anteriormente (Figura 5.32) pelas habitações que se encontravam em diferentes fases de intervenção, de forma a verificar-se, se o aumento do nível de isolamento da envolvente do edifício influencia positivamente a sensação de conforto térmico. Sendo assim, na Figura 5.33 encontram-se as respostas obtidas anteriormente distribuídas pelos diferentes grupos de habitações.

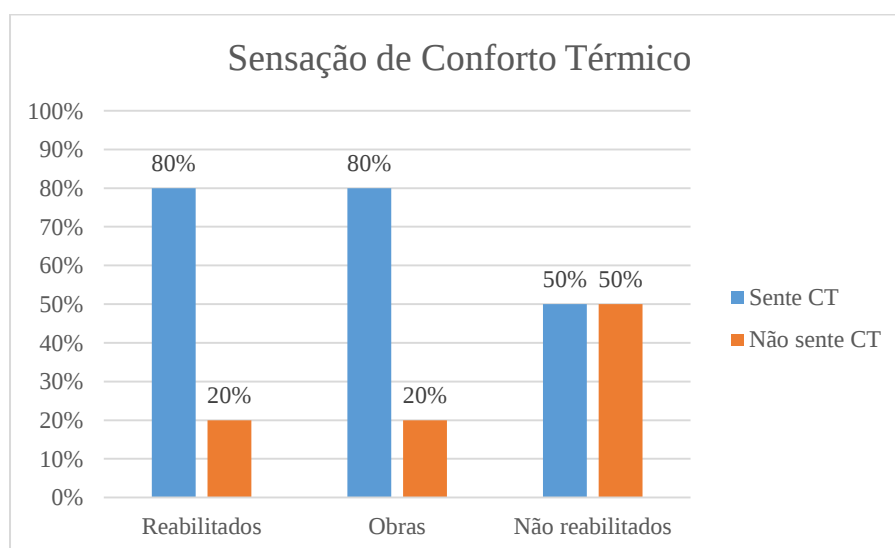


Figura 5.33- Sensação de conforto térmico nas habitações reabilitadas, que estão em reabilitação e não reabilitadas

Embora o nível de isolamento térmico colocado nos edifícios reabilitados e que estão a sofrer reabilitação seja diferente, o resultado final obtido é o mesmo, uma vez que, a percentagem de habitações onde se sente conforto térmico é a mesma, 80 %, como se pode observar na Figura anterior.

Observa-se também que a reabilitação das habitações está a surtir efeitos positivos no conforto térmico da população pois, a percentagem de população que sente conforto térmico nas habitações reabilitadas e que estão a sofrer reabilitação é 30 % mais elevada que a percentagem de população que sente conforto térmico nas habitações não reabilitadas.

De seguida, na Figura 5.34, encontra-se a percentagem de população que sente melhorias térmicas na habitação, após reabilitação, comprovando o que foi referido anteriormente, ou seja, a reabilitação das habitações levou a melhorias térmicas significativas. Importa salientar que na Figura seguinte será analisada apenas a perceção de melhorias térmicas após reabilitação, diferenciando-se dos resultados analisados anteriormente, pois, os indivíduos podem sentir que a habitação melhorou termicamente e, no entanto, continuarem a sentir desconforto térmico.

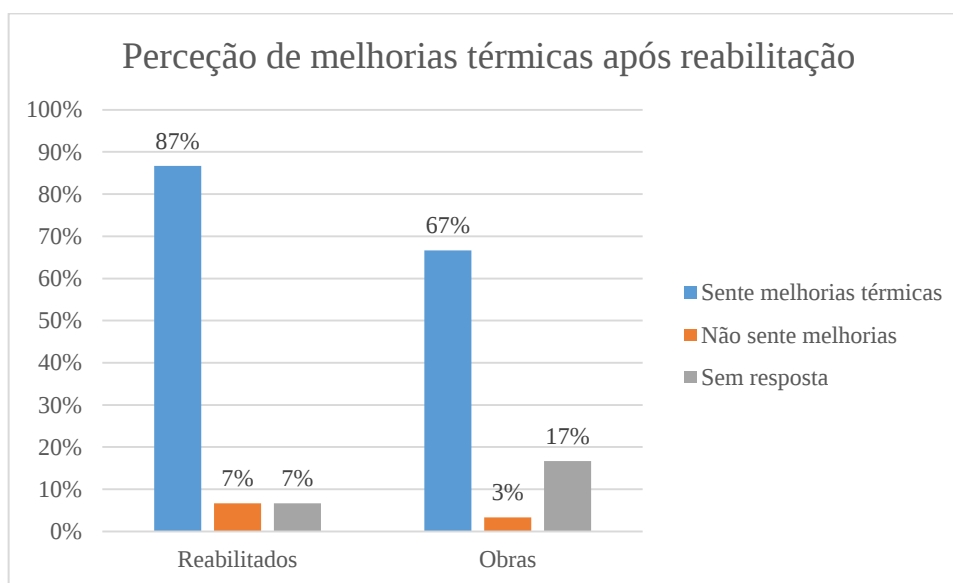


Figura 5.34- Perceção de melhorias térmicas após reabilitação

Na Figura anterior observa-se que 87 % da população residente em habitações reabilitadas e 67 % da população residente em habitações que estão em reabilitação sentem melhorias térmicas.

Em ambos os casos, não se obtiveram respostas de algumas habitações, duas e cinco, no caso das habitações reabilitadas e em reabilitação, respetivamente. Para além disso salienta-se que, 13 % das habitações que estavam a ser intervencionadas ainda não tinham sofrido alterações significativas nos edifícios, ou seja, não era perceptível a existência de melhorias térmicas e, como tal, não foram consideradas para esta análise.

Uma forma de combater o desconforto térmico passa pela utilização de sistemas de aquecimento e arrefecimento ambiente, sendo que, em Portugal, o primeiro caso é o mais comum, como se pode observar pela Figura 2.22. Como tal, considerou-se mais importante fazer uma análise detalhada do uso de sistemas de aquecimento ambiente.

Na Figura 5.35 encontra-se a percentagem de habitações nas quais se recorre ao aquecimento ambiente e nas quais não se recorre, quer por falta de capacidade financeira dos residentes, quer pelos mesmos não sentirem necessidade.

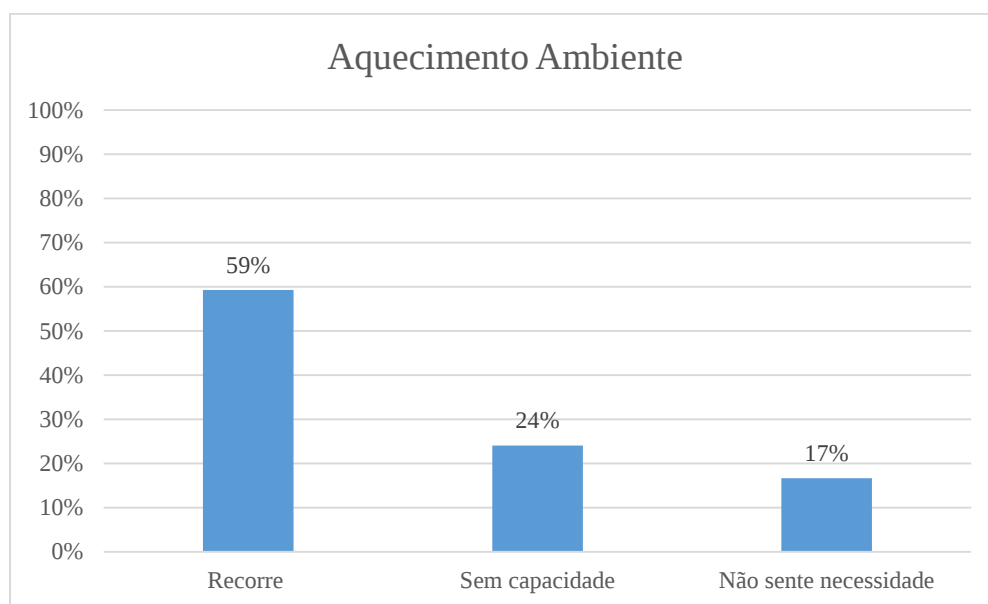


Figura 5.35- Uso de sistemas de aquecimento ambiente

Observa-se assim que, 59 % da população recorre ao aquecimento ambiente. Contudo, salienta-se que uma parte da população recorre ao aquecimento apenas em casos extremos de desconforto térmico. Em relação aos casos onde não se realiza aquecimento ambiente sabe-se que, em 24 % das habitações totais os residentes não tem capacidade financeira para o fazer e nas restantes 17 % a população não sente necessidade pelo facto de sentirem conforto térmico.

Estas informações levam a concluir que uma parte significativa da população não recorre ao aquecimento ambiente, contribuindo para a situação de desconforto térmico.

Em relação ao aquecimento ambiente, pode-se distinguir diversos sistemas que se caracterizam pelo tipo de energia que usam e pela sua forma de funcionamento.

No entanto, verificou-se que os únicos sistemas de aquecimento usados nas habitações estudadas são os equipamentos elétricos (havendo vários equipamentos distintos), aquecedores a gás (aquecedor catalítico) e aquecedor de parafina. Uma vez que, os consumos de energia calculados só tiveram em conta os equipamentos consumidores de eletricidade, como foi visto anteriormente, a análise dos sistemas de aquecimento ambiente só se focou nos equipamentos elétricos.

Sendo assim, na Figura 5.36 encontram-se os diversos tipos de equipamentos elétricos usados para aquecer o ambiente, bem como a percentagem de habitações que os possuem.

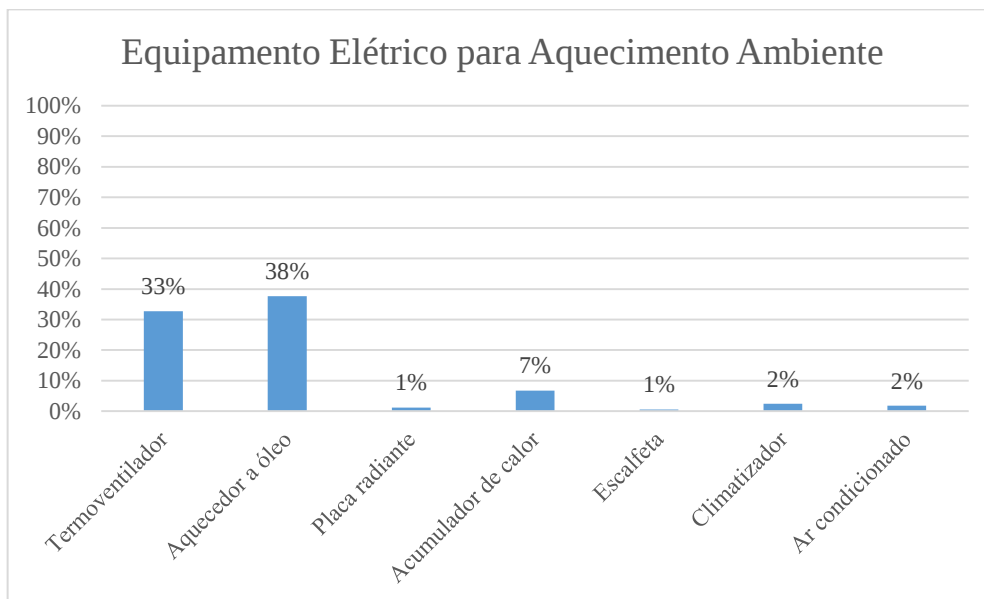


Figura 5.36- Tipos de equipamentos elétricos para aquecimento ambiente

Através da análise da Figura anterior verifica-se que existiam 7 tipos de equipamentos elétricos distintos para aquecimento na urbanização estudada, sendo eles, o termoventilador, o aquecedor a óleo, a placa radiante, o acumulador de calor (agrega os emissores térmicos e os convetores), a escalfeta, o climatizador e o ar condicionado. Observa-se também que os equipamentos mais usados são o termoventilador e o aquecedor a óleo, podendo estes ser encontrados em 33 % e 38 % das habitações, respetivamente. O acumulador de calor é o terceiro equipamento elétrico mais usado para aquecer a habitação, podendo ser encontrado em 7 % das habitações. Os restantes equipamentos têm pouco significado na urbanização, tendo pesos de 1 e 2 %.

Em termos de arrefecimento ambiente foram identificados três equipamentos distintos, sendo que, dois deles também são usados para aquecimento ambiente, sendo eles, o climatizador e o ar condicionado. O terceiro equipamento é a ventoinha, sendo que esta pode ser encontrada em 17 % das habitações estudadas.

Outro fator preponderante para o conforto térmico sentido é a humidade encontrada nas habitações, sendo que, em casos mais graves pode ser observada nas paredes e nos tetos. De todas as habitações estudadas, 24 % delas possuíam casos significativos de humidade ou infiltrações nas paredes e/ou tetos. De seguida, na Figura 5.37, na Figura 5.38 e na Figura 5.39, encontram-se três casos de humidade/infiltrações encontrados ao longo do estudo.



Figura 5.37- Caso de humidade/infiltrações nas habitações



Figura 5.38- Caso de humidade/infiltrações nas habitações



Figura 5.39- Caso de humidade/infiltrações nas habitações

5.5.1. MEDIÇÕES DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA

Como foi dito anteriormente, o conforto térmico de uma habitação está dependente da temperatura do ar interior e da humidade relativa da habitação, sendo que, os valores da temperatura devem estar compreendidos entre os 20 °C e os 25 °C, segundo o RCCTE, e entre os 18 °C e os 24 °C, segundo a OMS, e os valores da humidade relativa devem estar compreendidos entre os 30 % e os 60 %, segundo a ASHRAE.

Como tal, analisaram-se os valores medidos de temperatura e humidade relativa nas habitações e verificou-se se os valores se encontravam ou não dentro dos limites estabelecidos, o que por sua vez, permite concluir se as habitações apresentavam ou não condições de conforto térmico.

Para além disso, verificou-se se havia diferenças significativas no conforto térmico entre as habitações com diferentes características, sendo estas, o nível de isolamento térmico, a exposição solar, a reabilitação e o andar da habitação.

5.5.1.1. MEDIÇÕES PONTUAIS DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA

Em cada habitação fizeram-se duas medições pontuais de temperatura e de humidade relativa, tendo uma sido feita na sala e a outra na cozinha. A média da diferença entre os valores medidos na sala e na cozinha, da temperatura e da humidade relativa é igual a 0,50 °C e 2,98 %, respetivamente. Estas diferenças mostram que a variação da temperatura e da humidade relativa entre as duas divisões é baixa, podendo estar relacionada com a exposição solar, uma vez que, a sala e a cozinha encontram-se em lados opostos da habitação.

Através dos valores medidos calculou-se a temperatura e a humidade relativa média de cada habitação, sendo que, estes valores vão permitir concluir sobre a existência de condições de conforto térmico nas habitações. Quer os valores medidos da temperatura e da humidade relativa, quer os valores médios calculados para cada habitação, encontram-se na Tabela E1 e na Tabela E2 do Anexo E.

Para além das medições feitas na habitação, mediu-se também a temperatura e a humidade relativa do exterior e do vão de escadas, estando estes valores expostos na Tabela E1 e na Tabela E2 do Anexo E. A média das diferenças entre os valores medidos no exterior e no vão de escadas, da temperatura e da humidade relativa é igual a 2,59 °C e 8,52 %, respetivamente.

Calculou-se ainda a média das diferenças entre a temperatura exterior e da habitação, sendo esta igual a 2,57 °C, e a média das diferenças entre a humidade relativa do exterior e da habitação tendo-se obtido o valor de 10,3 %.

➤ Análise do Conforto Térmico – Temperatura

Analisa-se, de seguida, a existência de condições de conforto térmico nas habitações, considerando a sua temperatura média. Em relação às condições de conforto térmico, de forma a considerar-se quer os limites definidos pelo RCCTE quer definidos pela OMS, considerou-se um limite inferior de 18 °C e um limite superior de 25 °C.

Sendo assim, na Figura 5.40 observa-se a variação térmica das habitações analisadas e da temperatura exterior, ao longo do tempo de estudo, bem como, os limites de temperatura do conforto térmico.

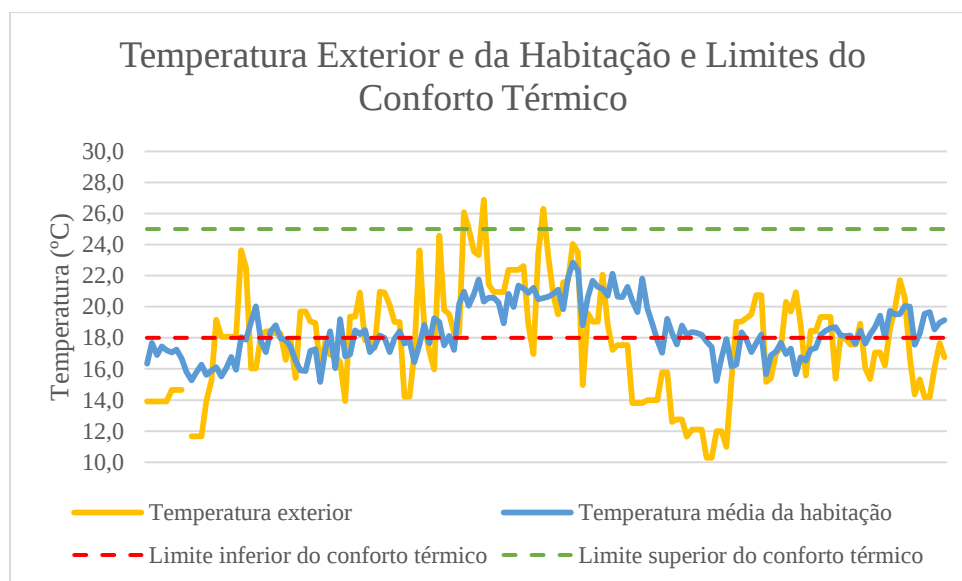


Figura 5.40- Temperatura exterior e das habitações e limites do conforto térmico

A análise da Figura anterior permite perceber que a temperatura das habitações segue, em termos médios, as mesmas tendências de variação térmica que a temperatura exterior, embora com menor amplitude térmica. Desta forma, percebe-se que a temperatura das habitações está dependente da temperatura exterior, mostrando assim que, de uma forma geral, as habitações apresentam um mau nível de isolamento térmico.

Em relação às medições de temperatura, obteve-se um valor máximo de 22,9 °C para as habitações e de 26,9 °C para o exterior, sendo a diferença entre ambos igual a 4,04 °C, e um valor mínimo igual a 15,2 °C para as habitações e 10,3 °C para o exterior, obtendo-se uma diferença de 4,26 °C. Sendo assim, percebe-se que, a diferença da temperatura entre o exterior e o interior da habitação é de, em média, 4 °C.

Analisando a Figura anterior, consegue-se ter uma ideia da quantidade de habitações que se encontram dentro dos limites de temperatura para o conforto térmico. Em termos concretos, considerando os limites de 18 e 25 °C, verificou-se que, apenas 54 % das habitações apresentavam condições de conforto térmico, sendo este um valor preocupante pois, apenas metade da

população estava dentro dos limites numa altura do ano em que a temperatura exterior é considerada amena.

Fazendo a distinção entre os limites definidos pelo RCCTE e pela OMS observa-se que a percentagem de habitações que apresentam condições de conforto térmico é bastante diferente. Considerando os limites definidos pela OMS, verificou-se que a percentagem de habitações que apresentavam condições de conforto térmico é igual a 54 %. Por outro lado, considerando os limites definidos pelo RCCTE verifica-se que, apenas 22 % das habitações apresentavam condições de conforto térmico, situação esta bastante preocupante. Verifica-se assim que, 32 % das habitações apresentavam temperaturas entre os 18 °C e os 20 °C, ou seja, ao ser considerado um limite inferior de conforto térmico mais elevado, mais de metade das habitações que foram inicialmente consideradas com condições de conforto térmico, deixam de o ser.

Sendo assim, apesar do conforto térmico não ter limites completamente definidos, percebe-se, através dos resultados obtidos para os diferentes limites, que a urbanização estudada apresenta números preocupantes de habitações que apresentam conforto térmico, sendo que, estes resultados foram obtidos numa altura do ano em que as condições exteriores não rigorosas, levando a concluir que, esta situação tende a piorar nas épocas de maior calor e frio.

➤ **Análise do Conforto Térmico – Humidade Relativa**

Por último, analisa-se a existência de condições de conforto térmico, considerando a humidade relativa média presente nas habitações. A análise do conforto térmico relativo à humidade relativa teve como limites os estabelecidos pela ASHRAE, ou seja, 30 % como limite inferior e 60 % como limite superior.

Na Figura 5.41 observa-se a variação da humidade relativa das habitações analisadas e do exterior, ao longo do tempo de ensaio, bem como, os limites de conforto térmico. A análise desta Figura permite verificar que a humidade relativa das habitações segue, em termos médios, as mesmas variações da humidade relativa do exterior. Sendo assim, verifica-se que, a humidade relativa das habitações está fortemente dependente das condições exteriores.

Em relação às medições de humidade relativa, obteve-se um valor máximo para as habitações de 74,0 % e de 85,1 % para o exterior, sendo a diferença entre ambos igual a 11,1 %, e um valor mínimo para as habitações de 21,7 % e de 15,0 % para o exterior, sendo a diferença entre os dois valores igual a 6,7 %.

De uma forma geral, analisando a Figura seguinte, é possível ter a percepção da quantidade de habitações que apresentam condições de conforto térmico. Considerando os limites definidos pela ASHRAE, verificou-se que, 64 % das habitações analisadas apresentavam condições de conforto térmico. Fora desses limites, verificou-se que 34 % das habitações apresentavam valores superiores a 60 % e apenas 2 % das habitações apresentaram uma humidade relativa inferior a

30 %. Contudo, importa salientar que a humidade relativa pode alcançar valores até 85 %. Sendo assim, considerando agora o limite superior como sendo igual a 85 %, verifica-se que, a quantidade de habitações que apresentam condições de conforto térmico é igual a 98 %.

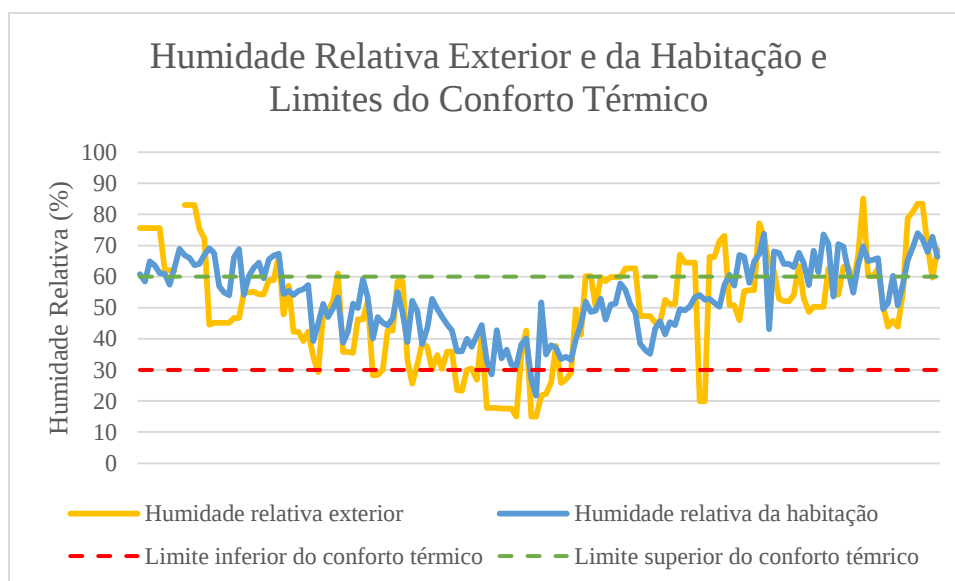


Figura 5.41- Humidade relativa exterior e da habitação e limites do conforto térmico

➤ **Análise do Conforto Térmico – Temperatura e Humidade Relativa**

Por último, analisou-se a quantidade de habitações que se encontravam simultaneamente dentro dos limites de temperatura definidos pela OMS e pelo RCCTE e dos limites de humidade relativa, definidos pela ASHRAE, uma vez que, o conforto térmico está dependente destes dois fatores em conjunto, tal como se analisou no Ponto 2.2.3.

Verificou-se assim que, a quantidade de habitações que apresentavam condições de conforto térmico foi igual a 40 % e a 20 % considerando os limites definidos pela OMS e pelo RCCTE, respetivamente. Ambos os valores são preocupantes pois, mais de metade das habitações estavam perante desconforto térmico numa altura do ano que a temperatura é amena (março e abril).

5.5.1.2. MEDIÇÕES CONTÍNUAS DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA

Por último, de forma a perceber a influência que o andar, a reabilitação, a exposição solar do edifício e o nível de isolamento térmico da envolvente exercem no conforto térmico de uma habitação, fez-se um estudo no qual se mediu a temperatura e a humidade relativa da sala, durante um período de 24 horas, em diferentes habitações, mantendo uma delas como ponto de referência. A medição contínua da temperatura e da humidade relativa ao longo de um dia, ao contrário de

uma medição pontual, permite perceber as diferenças térmicas e de humidade relativa que vão ocorrendo numa habitação consoante as condições exteriores.

Na Tabela 5.7 encontram-se as habitações que foram estudadas e comparadas, bem como o motivo de comparação.

Tabela 5.7- Comparação do conforto térmico de diferentes habitações

Comparação	Habitação de referência	Habitação de comparação	Motivo de comparação
1	Edifício 1, RC-D	Edifício 1, 3ºD	Andar
2		Edifício 2, RC-E	Orientação do edifício
3		Edifício 3, 2ºE	Reabilitação
4		Edifício 4, 1ºE	Nível de isolamento

De forma a analisar-se o comportamento das habitações em relação às condições exteriores, mediu-se a temperatura e a humidade relativa do ambiente, durante 24 horas, para todos os dias de ensaio.

De seguida, na Tabela 5.8, encontram-se os valores médios diários da temperatura e da humidade relativa medidos no exterior, na habitação de referência e nas quatro habitações de comparação. Na Tabela F1 e na Tabela F2 do Anexo F encontram-se todos os valores medidos ao longo dos quatro dias de ensaio, sendo que, os valores obtidos são analisados de seguida, sob a forma gráfica.

Tabela 5.8- Temperatura e humidade relativa média do exterior, da habitação de referência e da habitação de comparação

Comparação	Temperatura média (°C)			Humidade relativa média (%)		
	Exterior	Habitação de referência	Habitação de comparação	Exterior	Habitação de referência	Habitação de comparação
1	16,7	23,0	23,3	65,8	51,8	43,8
2	15,3	21,9	21,7	69,3	51,5	47,8
3	15,5	20,6	22,5	67,8	55,2	54,3
4	15,8	20,4	20,7	61,4	54,5	43,7

➤ Comparação 1

Como indicado na Tabela 5.7, as duas habitações comparadas permitiram perceber se havia diferenças do conforto térmico numa habitação do rés-do-chão e numa habitação do 3º

andar, sendo que, ambas situam-se no lado direito do mesmo edifício, ou seja, a única variável é o andar a que cada habitação se encontra.

Na Figura 5.42 pode-se analisar a variação da temperatura exterior e das duas habitações em estudo, ao longo de um dia.

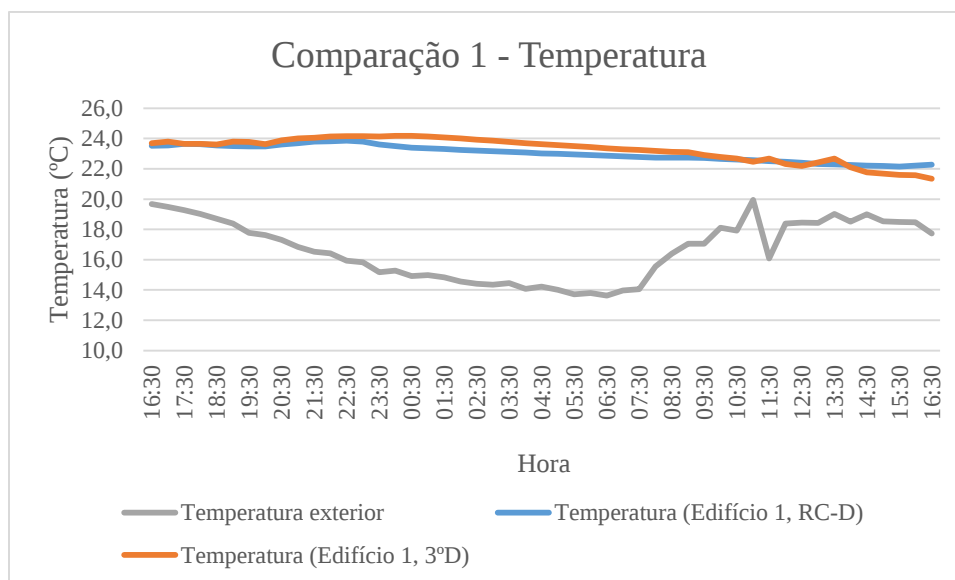


Figura 5.42- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 1, 3ºD

Analisando a Figura anterior percebe-se que as duas habitações apresentam temperaturas semelhantes ao longo do dia, contudo, a habitação do rés-do-chão apresenta uma temperatura mais estável ao longo do tempo, ao contrário da habitação do 3º andar, a qual apresenta oscilações visíveis (maior número de picos). Para além disso, das duas habitações, a do 3º andar é a que apresenta o maior e menor valor de temperatura, sendo que, a diferença entre os dois valores é de 2,83 °C enquanto a diferença entre o maior e menor valor de temperatura da habitação do rés-do-chão é de 1,70 °C.

Sendo assim, estas oscilações e extremos térmicos comprovam o esperado, ou seja, que a habitação do 3º andar é mais instável termicamente, devendo-se às trocas de calor entre a habitação e o exterior, através da cobertura do edifício. Isto leva a querer que o conforto térmico desta habitação será mais baixo ou até mesmo, inexistente, não havendo no entanto, diferenças significativas quando a temperatura exterior é amena, como se pode observar pelos valores de temperatura média apresentados na Tabela 5.8.

Para além disso, pode-se afirmar que no dia estudado, ambas as habitações apresentavam condições de conforto térmico, uma vez que, os valores de temperatura encontram-se sempre dentro dos limites definidos quer pelo RCCTE quer pela OMS. Estes resultados seriam expectáveis, uma vez que, as medições foram feitas em junho.

Na Figura 5.43 pode-se analisar a humidade relativa exterior e das duas habitações em comparação.

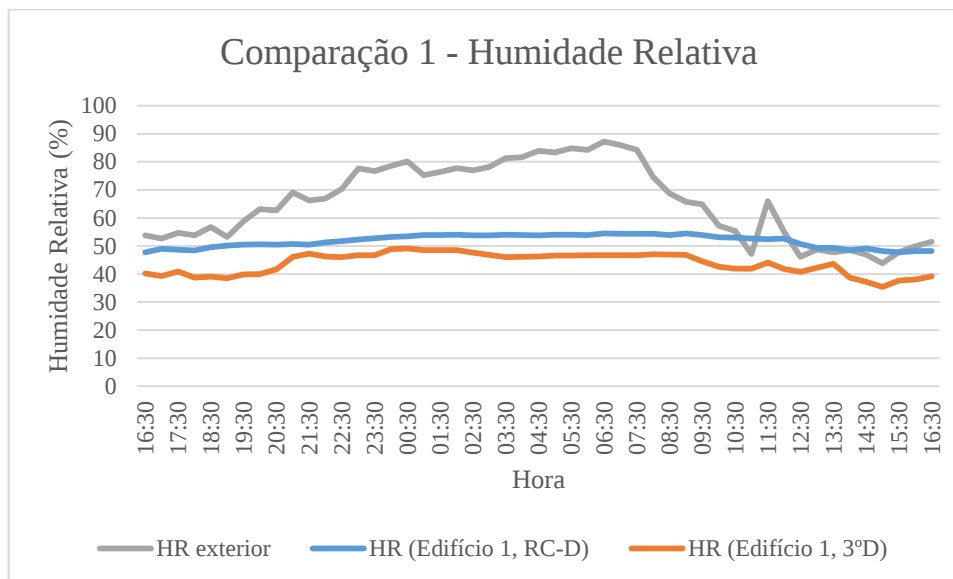


Figura 5.43- Humidade relativa exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 1, 3ºD

A Figura anterior permite perceber que, das duas habitações em comparação, a habitação do rés-do-chão foi a que apresentou valores mais altos de humidade relativa, não só em termos de média diária, como se pode observar na Tabela 5.8, mas também ao longo das 24 horas.

No entanto, os valores medidos na habitação do rés-do-chão são mais estáveis pois, tal como aconteceu com a temperatura, também a humidade relativa sofreu mais oscilações e apresenta uma maior diferença entre o valor máximo e mínimo medido, na habitação do 3º andar. A diferença entre o valor máximo e mínimo de humidade relativa medido na habitação do rés-do-chão é igual a 6,8 % enquanto a diferença destes valores na habitação do 3º andar é de 13,7 %.

Sendo assim, verifica-se novamente o esperado, ou seja, a habitação que se encontra junto ao telhado é a que está mais dependente das condições externas, levando a querer que irá apresentar condições de conforto térmico mais precárias em condições extremas no exterior. No caso de condições amenas, como é o caso em análise, verifica-se que as duas habitações apresentam condições semelhantes de humidade relativa e encontra-se dentro dos limites de conforto térmico definidos pela ASHRAE.

➤ Comparação 2

A seguinte comparação tem como objetivo concluir sobre a influência que a orientação do edifício tem no conforto térmico das habitações. Importa salientar que a orientação de um edifício tem influência na exposição solar de uma habitação e, por conseguinte, no conforto térmico da mesma. O aparelho de medição foi colocado na sala, sendo que, no caso da habitação

de referência a sala encontra-se orientada a oeste e no caso da habitação de comparação encontra-se orientada a sudeste, ou seja, em teoria a habitação do Edifício 2, RC-E apresentaria temperaturas superiores e humidades relativas inferiores.

Na Figura 5.44 encontra-se a evolução da temperatura exteriores e das duas habitações em comparação, ao longo das 24 horas de estudo.

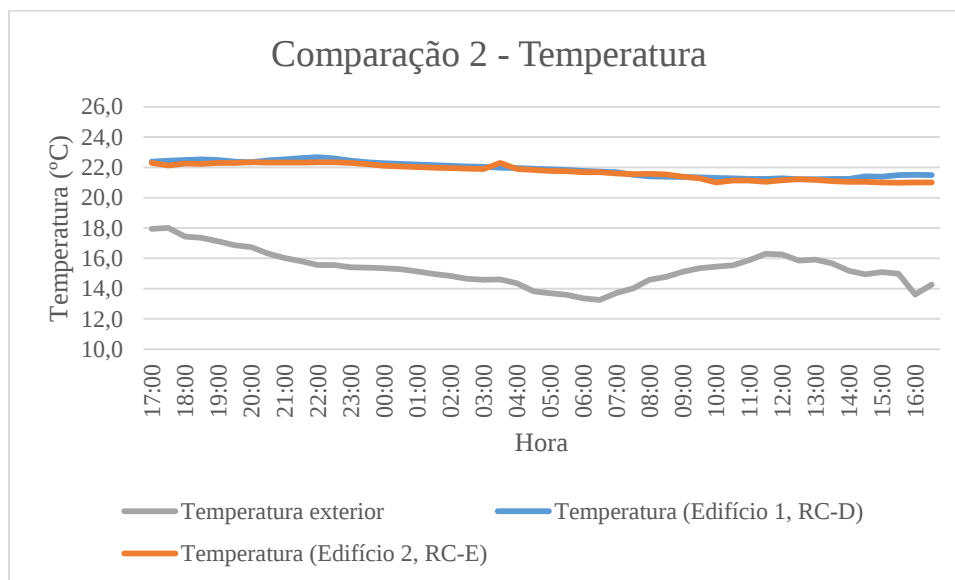


Figura 5.44- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 2, RC-E

Através da análise da Figura anterior percebe-se que, ambas as habitações apresentam condições de conforto térmico (temperaturas dentro dos limites definidos) e que, a temperatura em ambas as habitações é bastante semelhante ao longo do tempo.

Em termos numéricos sabe-se que a temperatura máxima da habitação de referência e da habitação de comparação é igual a 22,7 °C e 22,4 °C, respetivamente, enquanto a temperatura mínima da habitação de referência e da habitação de comparação é igual a 21,2 °C e 21,0 °C, respetivamente. Estes valores e os valores da temperatura média diária, Tabela 8, permitem perceber que a habitação do Edifício 1 possui uma temperatura máxima, mínima e média diária superior às mesmas temperaturas para o caso da habitação do Edifício 2, embora a diferença térmica entre as duas habitações seja desprezável.

Sendo assim, conclui-se que a orientação do edifício não influenciou as condições de conforto térmico das habitações, resultado este que não era o esperado.

Na Figura 5.45 encontra-se a evolução da humidade relativa do exterior, das habitações em comparação, ao longo de um dia de medições.

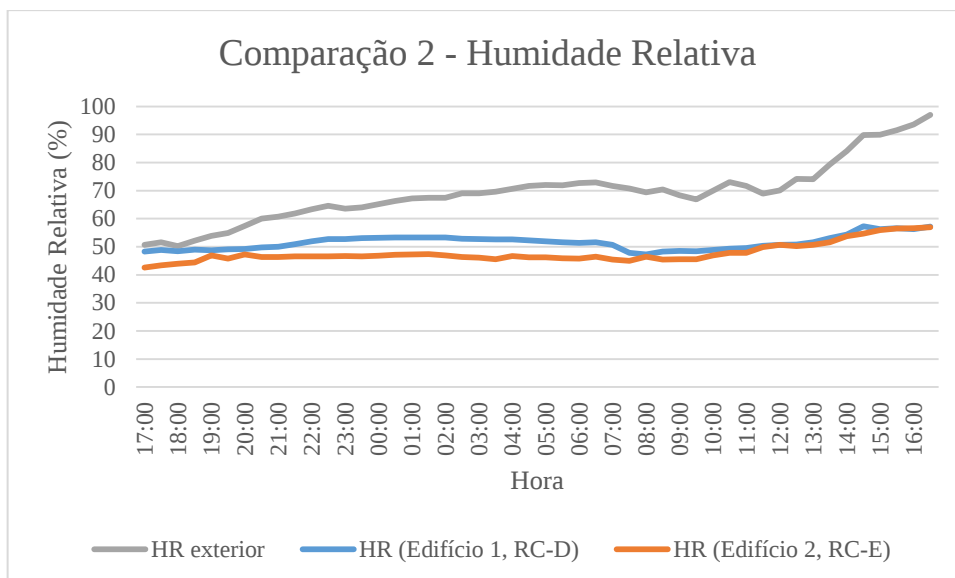


Figura 5.45- Humidade relativa do exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 2, RC-E

A Figura anterior mostra que a humidade relativa das duas habitações segue, em termos médios, a evolução da humidade relativa do exterior.

Observa-se também que, tanto a habitação do Edifício 1 como a habitação do Edifício 2 apresentam condições de conforto térmico no que toca à humidade relativa, uma vez que, todos os valores medidos durante as 24 horas estão dentro dos limites definidos pela ASHRAE.

Por último, percebe-se que a habitação de referência possui valores mais elevados de humidade relativa ao longo do dia, o que seria de esperar tendo em conta a orientação do edifício.

➤ Comparação 3

De seguida, irão analisar-se as diferenças de temperatura e de humidade relativa entre uma habitação de um edifício que ainda não fora submetido a reabilitação e uma habitação situada num edifício que sofreu reabilitação do tipo 2 (Ponto 5.2), de forma a concluir se a reabilitação efetuada influencia o conforto térmico das habitações. Salienta-se que o resultado esperado é que a habitação reabilitada apresente melhores condições de conforto térmico.

Na Figura 5.46 está presente a evolução da temperatura diária do exterior, da habitação de referência e da habitação em comparação. A análise da Figura seguinte permite concluir que, embora as duas habitações apresentem temperaturas dentro dos limites de conforto térmico, a habitação que sofreu reabilitação, Edifício 3, é claramente a que apresenta melhores condições de conforto térmico, uma vez que, a diferença térmica entre o interior da habitação e o exterior é superior à da habitação de referência.

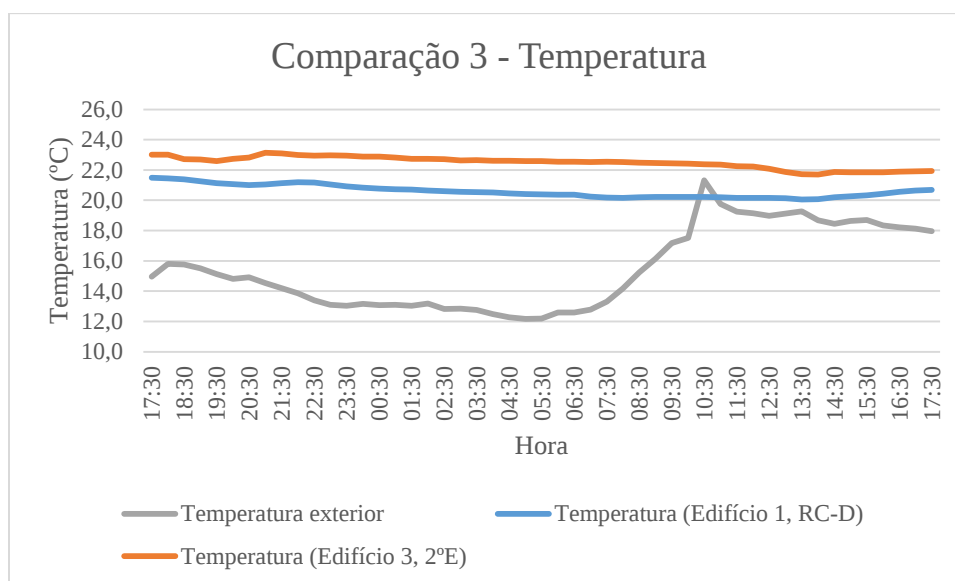


Figura 5.46- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 3, 2ºE

Analisando os valores de temperatura medidos ao longo das 24 horas verifica-se que, a diferença entre a média da temperatura exterior e da habitação do Edifício 1 e da habitação do Edifício 3 é de 5,13 °C e 7,04 °C, respetivamente.

A diferença entre a temperatura média do Edifício 1 e do Edifício 3 é de 2 °C, aproximadamente, resultado este que comprova o esperado, ou seja, a reabilitação surtiu efeitos positivos no conforto térmico da habitação.

Conclui-se assim que, uma habitação que esteja bem isolada termicamente leva a que ocorram menos trocas de calor entre esta e o exterior, o que faz com que seja possível manter a temperatura interior estável dentro dos limites do conforto térmico.

De seguida, na Figura 5.47, encontra-se a evolução da humidade relativa do exterior e das habitações em comparação. A análise desta Figura permite verificar que a evolução da humidade relativa da habitação reabilitada (Edifício 3) segue, em termos médios, a evolução da humidade relativa do exterior. Isto pode-se dever à abertura de janelas, com exceção do pico das 21h que pode dever-se à humidade proveniente da cozinha (preparação do jantar) e/ou da casa de banho (banho).

Por outro lado, a humidade relativa da habitação de referência mantém-se relativamente constante ao longo das 24 horas de medições.

De uma forma geral, pode-se afirmar que, em termos de humidade relativa, as duas habitações apresentam conforto térmico visto que os valores encontram-se dentro dos limites definidos pela ASHRAE.

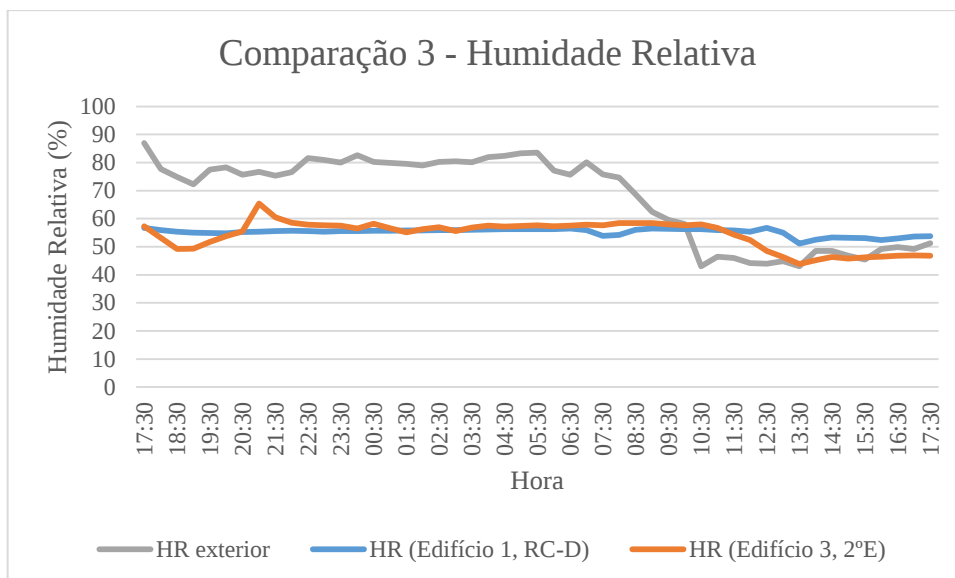


Figura 5.47- Humidade relativa do exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 3, 2ºE

➤ Comparação 4

Por último, vai-se comparar a habitação de referência e a habitação do Edifício 4, 1ºD, de forma a perceber o impacto que o nível isolamento térmico apresenta no conforto térmico da habitação. Embora as habitações do Edifício 3 e do Edifício 4 tenham ambas sofrido reabilitação, no primeiro caso o nível de isolamento da envolvente é maior, pois sofreu reabilitação tipo 2 (Ponto 5.2). Sendo assim, irá analisar-se a influência que um isolamento com menor espessura apresenta no conforto térmico de uma habitação, através da análise dos resultados obtidos no Edifício 4 e da diferença entre estes e os resultados do Edifício 3.

Na Figura 5.48 observa-se a evolução da temperatura exterior e das habitações em comparação. Analisando a Figura seguinte percebe-se que as duas habitações em comparação apresentam uma temperatura semelhante e relativamente constante ao longo das 24 horas de medições.

Embora a diferença de temperatura entre as duas habitações seja insignificante, pode afirmar-se que a habitação reabilitada, Edifício 4, apresenta valores de temperatura superiores, uma vez que, a média dos valores medidos de temperatura é igual a 20,7 °C, enquanto a média dos valores medidos de temperatura na habitação de referência é de 20,4 °C.

Uma vez que, as duas habitações apresentam valores de temperatura dentro dos limites definidos pela OMS e pelo RCCTE, percebe-se que ambas as habitações apresentam condições de conforto térmico. Contudo, verificou-se que o nível de isolamento colocado aquando da reabilitação do tipo 1 não foi suficiente para se notarem melhorias significativas do conforto térmico.

Tendo em conta os resultados obtidos na comparação 3, conclui-se que, a reabilitação do tipo 2 é termicamente mais eficiente que a reabilitação do tipo 1.

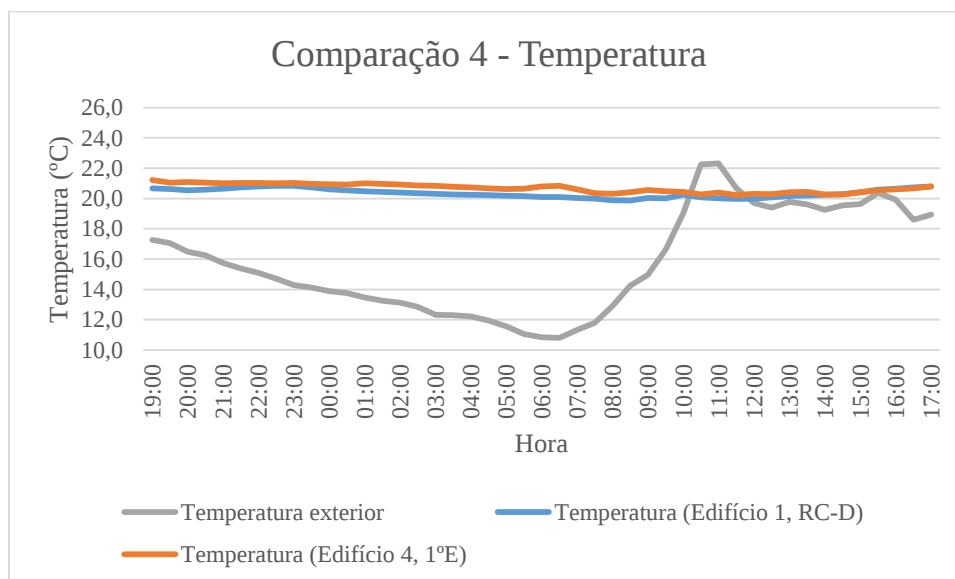


Figura 5.48- Temperatura exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 4, 1ºE

Na Figura 5.49 encontra-se a evolução da humidade relativa do exterior e das habitações em comparação.

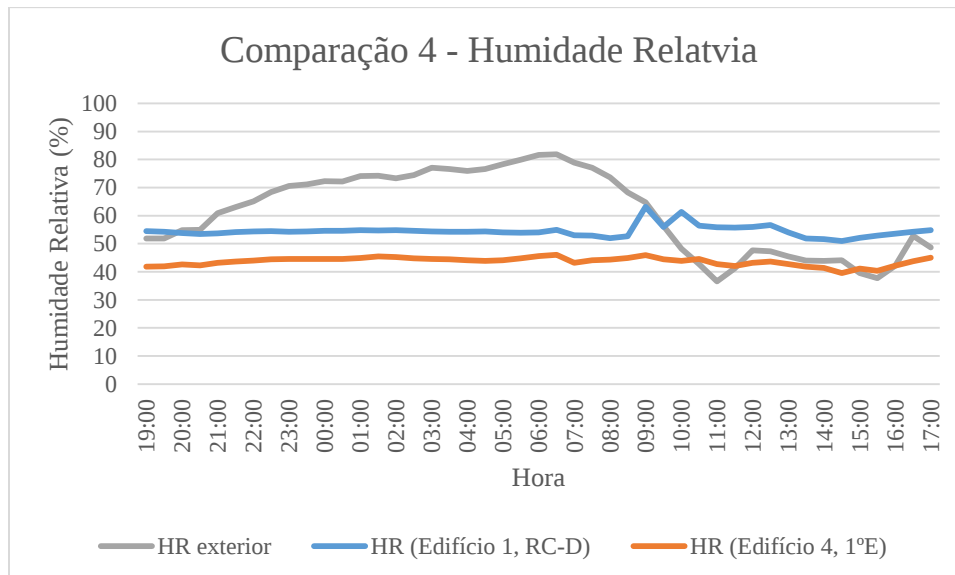


Figura 5.49- Humidade relativa do exterior, da habitação Edifício 1, RC-D e da habitação Edifício 4, 1ºE

A análise da Figura anterior permite perceber que a humidade relativa da habitação do Edifício 1 é superior à habitação do Edifício 4, na totalidade das 24 horas de medição. Para além disso, verifica-se que, de uma forma geral, a humidade relativa mantém-se constante nas duas habitações, com exceção de dois picos visíveis na habitação de referência. Estes picos podem

dever-se a ações dos residentes, uma vez que, a humidade relativa externa está a descer no momento em que estes picos ocorrem.

Para além disso, pode-se constatar que ambas as habitações apresentam condições de conforto térmico no que toca à humidade relativa, uma vez que, os valores encontram-se dentro dos limites definidos pela ASHRAE.

6. CONCLUSÕES

A presente dissertação abordou diversos assuntos, apresentando no entanto dois temas base, sendo eles, a sustentabilidade do Planeta e a pobreza energética da população, os quais encontra-se interligados ao nível do setor dos agregados domésticos.

De forma a garantir a sustentabilidade do Planeta é necessário começar por implementar medidas de sustentabilidade nos diversos setores, destacando-se o setor residencial. Uma das medidas principais que pode ser implementada é a construção de edifícios energeticamente eficientes, os quais garantem a redução do consumo de energia global ao nível do setor. Para além disso, um edifício com elevada eficiência energética é caracterizado por ser capaz de garantir aos ocupantes um nível estável de conforto térmico sem necessitar de consumir energia ou, no máximo, necessita de consumir uma quantidade baixa de energia de forma a realizar a climatização necessária.

Uma vez que, a pobreza energética é baseada na incapacidade de um indivíduo aquecer adequadamente a sua habitação e satisfazer as suas necessidades básicas do dia-a-dia, rapidamente se percebe que a resposta para este problema passa pela construção de edifícios energeticamente eficientes, visto que, iria permitir que os residentes estivessem termicamente confortáveis na sua habitação.

Sendo assim, conclui-se que a construção de edifícios energeticamente eficientes leva à diminuição do consumo de energia que, por sua vez, diminui o impacte ambiental que o setor da habitação apresenta na matriz energética mundial, além de permitir a redução do número de indivíduos que vive sob condições de pobreza energética, dado que se conseguem atingir condições de conforto térmico sem que existam gastos adicionais.

Neste sentido, o trabalho desenvolvido nesta dissertação teve por base a análise das condições de conforto térmico a que a população é submetida, bem como, avaliar a influencia que diferentes características construtivas apresentam na temperatura e na humidade relativa da habitação. Analisaram-se ainda os hábitos de consumo de energia e de água da população estudada, de forma a perceber se os indivíduos têm por hábito consumir energia e água de forma eficiente.

De entre todas as habitações estudadas, foram encontrados dois casos bastante evidentes e severos de pobreza energética, sendo que, num deles, a habitação não apresentava nem sistema de AQS nem frigorífico.

É de salientar que, 24 % das habitações analisadas apresentavam situações visíveis de humidade ou infiltrações nas paredes e/ou tetos e 40 % foram consideradas mal isolada, o que faz com que haja uma perda significativa de calor pelas frinchas das janelas.

Verificou-se ainda que 61 % da população estudada afirmou sentir conforto térmico, no entanto, as medições efetuadas de temperatura não vão de encontro a esse resultado. De acordo com os limites estabelecidos pela OMS, verificou-se que 54 % das habitações apresentavam condições de conforto térmico, enquanto, considerando os limites definidos pelo RCCTE, esta percentagem reduziu drasticamente para 22 %. Em relação aos valores de humidade relativa definidos pela ASHRAE verificou-se que 64 % das habitações apresentavam condições de conforto térmico no que toca a este parâmetro. Finalmente, considerando os limites de temperatura em conjunto com os de humidade relativa verificou-se que 40 % e 20 % das habitações apresentavam condições de conforto térmico, considerando os limites de temperatura definidos pela OMS e pelo RCCTE, respetivamente.

Sendo assim, conclui-se que o conforto térmico é um conceito subjetivo, uma vez que, embora os valores medidos de temperatura e de humidade relativa tenham permitido verificar que as habitações não apresentavam boas condições de conforto térmico, mais de metade da população afirmou estar confortável termicamente na sua habitação. Para além disso, tendo em conta que se obteve valores baixos de conforto térmico nos meses de março e abril, os quais são caracterizados por apresentarem temperaturas amenas, será de esperar que as condições piorem significativamente nos meses de inverno e de verão.

Finalmente, através de todos os resultados obtidos e analisados nesta dissertação, é possível obter as seguintes conclusões:

1. Comprovou-se a influência negativa que a ventilação indesejada apresenta nas condições térmicas da habitação, bem como, a importância de isolar as janelas e as portas como forma de combater este problema;
2. A grande maioria da população tem por hábito arejar a habitação, sendo o valor obtido igual a 86 %;
3. Praticamente todas as habitações apresentavam níveis adequados de CO₂, sendo que, 92 % da população apresentou valores inferiores a 1000 ppm;
4. O consumo médio anual de eletricidade foi de 1214 kWh/ano.*per capita*;
5. Em termos de hábitos de redução do consumo de eletricidade verificou-se que 92 % da população tem por hábito fazer a limpeza/descongelamento do frigorífico/arca congeladora, 40 % usa tomadas/extensões *on-off* e 23 % tem por hábito desligar o *standby* dos equipamentos;
6. A população estudada está sensibilizada para os benefícios da utilização de lâmpadas economizadoras, sendo que, 23 % das habitações apresentavam na sua totalidade lâmpadas LED ou fluorescentes compactas e 66 % das lâmpadas totais analisadas na urbanização correspondem a lâmpadas economizadoras;

7. Comprovou-se a redução do consumo de eletricidade graças à utilização de lâmpadas economizadoras, uma vez que, o consumo de eletricidade médio mensal das habitações que não usam este tipo de lâmpadas e as que usam estas lâmpadas na totalidade da habitação foi igual a 125 kWh/*per capita* e 83 kWh/*per capita*, respetivamente;
8. O consumo anual de gás natural foi igual a 93 m³/*per capita*, sendo que, 64% das habitações apresentavam esta forma de energia;
9. O consumo médio de energia das habitações permitiu verificar que a cozinha é o maior consumidor de energia (52,1 %), seguida do sistema AQS (30,5 %), dos equipamentos eletrónicos (13, 2 %), do aquecimento ambiente (2,9 %), da iluminação (1,2 %) e do arrefecimento ambiente (0,2 %);
10. Obteve-se um consumo médio anual de água igual a 38 m³/ano.*per capita*, sendo que, de uma forma geral, a aplicação de hábitos de poupança ou uso de redutores de caudal originaram reduções no consumo de água, embora com pouco significado;
11. O conforto térmico é um conceito subjetivo, uma vez que, 61 % da população afirmou sentir conforto térmico, mas, no entanto, as medições de temperatura e de humidade relativa permitiram verificar outra realidade;
12. De uma forma geral, as habitações que ainda não foram reabilitadas apresentam condições precárias de conforto térmico;
13. Contrariamente ao que seria de esperar, a orientação do edifício não influenciou a temperatura da habitação;
14. As habitações situadas junto à cobertura do edifício são as que apresentam piores condições térmicas, sofrendo variações da temperatura e da humidade relativa com maior intensidade;
15. A reabilitação dos edifícios originou melhorias no conforto térmico das habitações e, por conseguinte, levou ao aumento da eficiência energética das mesmas;
16. A espessura do isolamento térmico tem de ser bem ponderada, uma vez que, a reabilitação do tipo 1 apresentou melhorias poucas significativas quando comparadas com as melhorias do conforto térmico obtidas através da reabilitação do tipo 2.

7. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O Projeto Habitação A⁺, projeto este desenvolvido nesta dissertação, teve o seu 3º ano consecutivo de existência, sendo que, nos outros dois anos foram realizados mais três estudos para efeitos de dissertações distintas. Sendo assim, realça-se que algumas das recomendações que irão ser mencionadas coincidem com recomendações dadas em anos anteriores, devido à impossibilidade de serem implementadas algumas das alterações sugeridas.

Dado que este projeto apresenta um grande potencial para ser usado como ferramenta de intervenção social, poderá ser desenvolvido para ser usado por municípios ou entidades competentes. Esta pode ser uma ferramenta usada com especial interesse em habitações sociais, de forma a consciencializar e ajudar uma população economicamente desfavorecida a alcançar reduções nos seus consumos e melhorias no conforto térmico da habitação, mas pode também ser usada para analisar a eficiência energética de edifícios, culminando num estudo de uma possível intervenção, a qual permite alcançar diversas melhorias do edifício, incluindo do conforto térmico.

Os dados obtidos na fase de inquéritos foram escritos à mão numa folha de papel, o que por si só não é um obstáculo, contudo, a inserção destes dados no *Excel* foi um processo muito moroso, o que levou a atrasos na calendarização programada. Sendo assim, a inserção direta de dados numa plataforma digital tornaria a fase da discussão de resultados menos cansativa e demorada. Também deveria ser feita uma base de dados mais extensa das potências tipo de diversos equipamentos, de forma a não existirem dúvidas sobre os valores a usar no cálculo do consumo de energia e reduzir o tempo de pesquisa destas informações.

Este projeto deveria iniciar com uma participação mais ativa da entidade gestora da urbanização, com o intuito de esclarecer de forma mais eficaz o intuito e a importância de participarem neste projeto.

Uma vez que as medições pontuais não mostram o comportamento térmico de uma habitação ao longo de um dia, o projeto deveria efetuar um maior número de medições contínuas de 24 horas. Estas medições contínuas permitiram analisar a influência que os diversos parâmetros construtivos apresentam no conforto térmico das habitações.

Para além disso, a duração do projeto deveria ser estendida para um ano, de forma a efetuar-se medições de temperatura e de humidade relativa nas diferentes estações, o que permitiria analisar por completo o comportamento térmico dos edifícios consoante as condições do exterior. Contudo, esta última sugestão não pode ser efetuada num projeto de dissertação devido à extensão temporal, sendo apenas recomendada caso algum município ou entidade responsável queira pôr em prática esta ferramenta.

Por último, seria interessante fazer uma nova visita às habitações que apresentaram os piores hábitos de consumo e de cuidados da habitação, de forma a verificar se os residentes alteraram os seus comportamento e se estas alterações permitiram obter reduções nos consumos de energia e de água e/ou melhorias na habitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE. 2010. *Guia da Eficiência Energética*. Edited by ADENE - Agência para a Energia.
- ADENE. 2016. *Sistemas de Ventilação*. Edited by ADENE - Agência para a Energia.
- ADENE. 2017. "Manual da Etiqueta Energética."
- ADENE. 2019a. "10 Soluções de Eficiência Energética." accessed 26 de março de 2019. <https://www.sce.pt/10-solucoes-de-eficiencia-energetica/>.
- ADENE. 2019b. "Eficiência Energética nos Edifícios." accessed 25 de março de 2019. <https://www.adene.pt/edificios/>.
- ADENE. [n.d.]-a. "Certificação Energética de Edifícios." accessed 25 de março de 2019. <https://www.sce.pt/certificacao-energetica-de-edificios/consumidores/>.
- ADENE. [n.d.]-b. Guia de Utilização do Certificado Energético.
- ADENE. [n.d.]. "Estatística do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios." accessed 25 de março de 2019. <https://www.sce.pt/estatisticas/>.
- AdEPorto, Agência de Energia do Porto. 2019. Potências Tipo
- AdEPorto, Agência de Energia do Porto. [n.d.]. "Projeto Habitação A+." accessed 24 de junho de 2019. <http://www.adeporto.eu/pt/projetos/projeto-habitacao-a/>.
- Aguiar, José, João Appleton, and António Reis de Cabrita. 2002. *Guia de Apoio à Reabilitação de Habitações*, LNEC.
- AHSRAE. 2016. STANDARD 55-2013. In *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (ANSI aproved)*.
- ASHRAE. 1997. *Handbook fundamentals*.
- ASHRAE. 2015. *ASHRAE Handbook - HVAC Applications*.
- Company, Rainbow Power. [n.d.]. "Power Consumption of Home Entertainment Equipment - DVD - VCR." accessed 15 de maio de 2019. <https://www.rpc.com.au/information/faq/power-consumption/home-entertainment.html>.
- Continente. 2013. Manual de Instruções Yãmmi. edited by S.A. Modelo Continente Hipermercados.
- Costa, Cátia. 2017. "Conforto Térmico e Consumo de Energia e de Água em Habitações - Aplicação a Casos de Habitação Social." Mestre em Engenharia do Ambiente, Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Curado, António Jose. 2014. "Conforto Térmico e Eficiência Energética nos Edifícios de Habitação Social Reabilitados." Engenharia Civil Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- Database, The Power Consumption. 2010. "Nintendo Wii." accessed 14 de maio de 2019. <http://www.tpcdb.com/product.php?id=1124>.
- Duarte, Ricardo Filipe Pinto. 2018. "Conforto Térmico e Consumo de Energia e de Água em Habitações - Aplicação a Casos de Habitação Social." Mestre em Engenharia do Ambiente, Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- EC, European Commission. [n.d.]. "2050 long-term strategy." accessed 15 de maio de 2019. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en.
- Ecospecifier. [n.d.]. "Appliance Power Consumption." accessed 13 de maio de 2019. http://www.ecospecifier.com.au/media/146119/100805_pv_appliance_load_calculator.pdf.
- Energy, Ministerial Council on. 2005. Product Profile - Burglar Alarms. In *Australia's Standby Power Strategy 2002 - 2012*.
- Feira, A. 2019. "Cadeira De Massagem Elétrica Reclinável Couro Artificial Creme." accessed 14 de maio de 2019. <https://afeira.pt/cadeiras-de-massagem-eletricas/13346-cadeira-de-massagem-eletrica-reclinavel-couro-artificial-creme-8718475919315.html>.
- Geraldes, Inês Pinto Baltazar. 2012. "Sustentabilidade da Construção de Habitação Social com Recurso a Liga Metálica Leve." Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Heywood, Huw. 2015. *101 Rules of Thumb for Sustainable Buildings and Cities*. Riba Publishing.

- IHRU, Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana. 2015. *Sessões Técnicas de Esclarecimento Sobre o Novo Regime de Arrendamento Apoiado*. Ministério do Ambiente ed.
- INCM, Imprensa Nacional da Casa da Moeda. 1994. "Recomendações Técnicas de Habitação Social." IHRU - Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, accessed 4 de março de 2019. <https://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/habitacao/construcao/recomendacoestecnicas.html>.
- INE. 2011. *Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico 2010*. Edited by I.P. Instituto Nacional de Estatística.
- INE, Instituto Nacional de Estatística. 2017. "Estatísticas da Construção e Habitação 2016."
- INE, Instituto Nacional de Estatística. 2019a. "Base de Dados." accessed 1 de maio de 2019. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&contexto=pi&indOcorrCod=0007273&selTab=tab0.
- INE, Instituto Nacional de Estatística. 2019b. "Consumo doméstico de energia elétrica por habitante (kWh/ hab.) por Local de residência (NUTS - 2013); Anual." accessed 1 de maio de 2019. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008229&contexto=bd&selTab=tab2.
- INE, Instituto Nacional de Estatística. 2019c. *Rendimento e Condições de Vida 2018*.
- Insider, Truckers. [n.d.]. accessed 14 de maio de 2019. <https://truckersinsider.com/how-many-watts-does-a-cpap-use/>.
- Institute, Passive House. 2015. "About Passive House - What is a Passive House?", accessed 25 de março de 2019. https://passivehouse.com/02_informations/01_whatisapassivehouse/01_whatisapassivehouse.htm.
- ISO:7730. 2005. ISO 7730 - Ergonomic of the thermal environment. International Standard Organization.
- Isover. [n.d.]. "How to design and build an energy efficient building?", accessed 25 de março de 2019. <https://www.isover.com/how-design-and-build-energy-efficient-building>.
- Jones, Sian, Angela Tod, Harriet Thomson, Maarten de Groote, Filippas Anagnostopoulos, Stefan Bouzarovski, Sergio Tirado Herrero, Carolyn Snell, Audrey Dobbins, Steve Pye, Edit Lakatos, and Anna Bajomi. 2016. *Energy Poverty Handbook*. Edited by Katalin Csiba, Anna Bajomi and Ákos Gosztonyi. Brussels.
- Kase, Aaron. 2019. "How Much Energy Does My Aquarium Use?", accessed 14 de maio de 2019. <https://www.firstchoicepower.com/the-light-lab/energy-education/how-much-energy-does-my-aquarium-use/>.
- Logic, Daft. [n.d.]. "List of the Power Consumption of Typical Household Appliances." accessed 13 de maio de 2019. <https://www.daftlogic.com/information-appliance-power-consumption.htm>.
- Matos, Daniela Coutinho de. 2017. "Pobreza energética na União Europeia: do conceito à realidade.", Faculdade de Economia da Universidade do Porto.
- Moreira, Ana Rita Rodrigues Garcez. 2018. "Pobreza Energética em Portugal." Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Moulinex. [n.d.]. "Moulinex clássica 1, 2 , 3." accessed 13 de maio de 2019. <https://www.moulinex.pt/Prepara%C3%A7%C3%A3o-Alimentar/Picadoras/CL%C3%81SSICA-1-2-3-/p/1500818461>.
- Neves, Francisca Andrea da Silva Oliveira. 2013. "Estudo do comportamento térmico de edifícios de habitação segundo o RCCTE e o REH." Mestre, Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).
- Officials, Michigan School Business. [n.d.]. "Appliances Wattage List." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.msbo.org/sites/default/files/ApplWattageList.pdf>.
- Pereira, Ana Rita Rodrigues. 2013. "Operações de Reabilitação de Edifícios Antigos." Mestre, Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- Photovoltaic, Solar Panels. 2013. "Power consumption of 101+ typical household appliances." accessed 13 de maio de 2019. <http://solarpanelsphotovoltaic.net/power-consumption-101-typical-household-appliances/>.
- Piedade, António Cunha da, António Moret Rodrigues, and Luís Filipe Roriz. 2003. *Climatização em Edifícios - Envolvente e Comportamento Térmico*. 2 ed. Alfragide.
- Pimenta, Ana Isabel, Joana Campos, Rafaela Pereira, Beatriz Oliveira, and Maria João Neto. 2015. "Conceito de conforto térmico humano." Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Pinheiro, Manuel Duarte. 2006. "Ambiente e Construção Sustentável." Engenharia Civil, IST.
- Playstation. [n.d.]. "Especificações técnicas PS4." accessed 13 de maio de 2019. <https://www.playstation.com/pt-pt/explore/ps4/tech-specs/>.
- PORDATA, Base de Dados Portugal Contemporâneo. 2018a. "Consumo de água distribuída pela rede pública per capita (1991-2009)." [https://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+%c3%a1gua+distribu%c3%adda+pela+rede+p%c3%abablica+per+capita+\(1991+2009\)-1226](https://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+%c3%a1gua+distribu%c3%adda+pela+rede+p%c3%abablica+per+capita+(1991+2009)-1226).
- PORDATA, Base de Dados Portugal Contemporâneo. 2018b. "Consumo de energia eléctrica: total e por tipo de sector consumidor." accessed 1 de junho de 2019. <https://www.pordata.pt/Europa/Consumo+de+energia+el%c3%a9ctrica+total+e+por+tipo+de+sector+consumidor-1473-211932>.
- PORDATA, Base de Dados Portugal Contemporâneo. 2018c. "Consumo de energia final: total e por tipo de sector consumidor." <https://www.pordata.pt/Europa/Consumo+de+energia+final+total+e+por+tipo+de+sector+consumidor-1397-211950>.
- PORDATA, Base de Dados Portugal Contemporâneo. 2018d. "Contribuição das energias renováveis na produção primária de energia (%)." accessed 1 de junho de 2019. [https://www.pordata.pt/Europa/Contribui%c3%a7%c3%a3o+das+energias+renov%c3%a1veis+na+produ%c3%a7%c3%a3o+prim%c3%a1ria+de+energia+\(percentagem\)-1729](https://www.pordata.pt/Europa/Contribui%c3%a7%c3%a3o+das+energias+renov%c3%a1veis+na+produ%c3%a7%c3%a3o+prim%c3%a1ria+de+energia+(percentagem)-1729).
- PORDATA, Base de Dados Portugal Contemporâneo. 2019a. "Contribuição das energias renováveis no consumo de energia final (%)." accessed 1 de junho de 2019.
- PORDATA, Base de Dados Portugal Contemporâneo. 2019b. "Emissões de gases com efeito de estufa: por alguns sectores de emissões de gases (%)." accessed 1 de junho de 2019. [https://www.pordata.pt/Europa/Emiss%c3%b5es+de+gases+com+efeito+de+estufa+por+alguns+sectores+de+emiss%c3%b5es+de+gases+\(percentagem\)-1724-205336](https://www.pordata.pt/Europa/Emiss%c3%b5es+de+gases+com+efeito+de+estufa+por+alguns+sectores+de+emiss%c3%b5es+de+gases+(percentagem)-1724-205336).
- Portuguesa, Ambiente e Transição Energética República, and Fundo Ambiental. 2018a. "Energia." accessed 25 de abril de 2019. <https://descarbonizar2050.pt/roteiro/energia/>.
- Portuguesa, Ambiente e Transição Energética República, and Fundo Ambiental. 2018b. "Roteiro", accessed 25 de abril de 2019. <https://descarbonizar2050.pt/roteiro/>.
- Pressner, Amanda. 2011. "Indoor Grilling." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.prevention.com/life/a20458305/electric-grilling-tips/>.
- Pye, Steve, and Audrey Dobbins. 2015. Energy poverty and vulnerable consumers in the energy sector across the EU: analysis of policies and measures: Appendices to main report In An Energy think tank informing the European Commission. edited by INSIGHT_E.
- RCCTE. 2006. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.
- República, Assembleia da. 1985. *Decreto-Lei n.º 46/85, de 20 de setembro, Regimes de renda livre, condicionada e apoiada nos contratos de arrendamento para habitação Diário da República n.º 217/1985*.
- República, Assembleia da. 2014. *Decreto-Lei n.º 80/2014 de 19 de dezembro, Diário da República, 1.ª série, N.º 245 de 19 de dezembro de 2014*.
- Roberts, Tristan. 2016. "We Spend 90% of Our Time Indoors. Says Who?," accessed 15 de junho de 2019. <https://www.buildinggreen.com/blog/we-spend-90-our-time-indoors-says-who>.
- Roma, J. 2013. Medidor de qualidade do ar interior, CO₂, CO, temperatura e humidade relativa.
- Santos, C. Pina, and Luís Matias. [n.d.]. "Conforto térmico - Conforto térmico sustentável no setor residencial" *Construção magazine*.

- http://repositorio.lnec.pt:8080/jspui/bitstream/123456789/1001273/1/Constru%C3%A7%C3%A3o_magazine.pdf.
- Sennebogen, Emilie. 2003. "How Blenders Work." accessed 14 de maio de 2019. <https://home.howstuffworks.com/blender2.htm>.
- Shop, BigBuy. [n.d.]. "SACO DE ÁGUA QUENTE ELÉTRICO INNOVAGOODS." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.bigbuy.eu/pt/saco-de-agua-quente-eletrico-innovagoods.html>.
- Silva, Pedro Correia Pereira da. 2006. "Análise do Comportamento Térmico de Construções não convencionais através de Simulação em VisualCOE." Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho.
- Solar, Wholesale. [n.d.]. "Appliance Consumption Table." accessed 13 de maio de 2019. <https://www.wholesalesolar.com/solar-information/how-to-save-energy/power-table>.
- Stedden, Will. [n.d.]. "Power Analysis of an Indoor Water Fountain." accessed 15 de maio de 2019. <http://www.bonkerfield.org/2015/08/power-analysis-of-indoor-water-fountain.html>.
- Vanvuren, Christina. 2018. "What Is Relative Humidity, and What's an Ideal Level for Your Home? ." Molekule. <https://molekule.com/blog/what-is-relative-humidity/>.
- Vieira, Ana Sofia Magalhães. 2018. "Conforto Térmico e Consumo de Energia e de Água em Habitações - Aplicação a Casos de Habitação Social." Mestre em Engenharia do Ambiente, Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- WHO, World Health Organization. 2007. Local Housing and Health Action Plans.
- Worten. 2019a. "Climatizador de Ar MEI AC 2980 H." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.worten.pt/grandes-eletrrodomesticos/climatizacao-e-aquecimento/aquecedores/climatizador-de-ar-mei-ac-2980-h-5637665>.
- Worten. 2019b. "Convector Elétrico MEI KH 3010 (2000 W)." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.worten.pt/grandes-eletrrodomesticos/climatizacao-e-aquecimento/aquecedores/convectores/convector-eletrico-mei-kh-3010-2000-w-6801183>.
- Worten. 2019c. "Emissor Térmico TAURUS Malbork 1500 (1500 W)." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.worten.pt/grandes-eletrrodomesticos/climatizacao-e-aquecimento/aquecedores/emissores-termicos/emissor-termico-taurus-malbork-1500-1500-w-6736968>.
- Worten. 2019d. "Escalfeta JUNEX 5768 (70 W)." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.worten.pt/grandes-eletrrodomesticos/climatizacao-e-aquecimento/aquecedores/escalfeta-junex-5768-70-w-3964355>.
- Worten. 2019e. "Espremedor MOULINEX PC1208 (25 W - 450 ml)." accessed 13 de maio de 2019. <https://www.worten.pt/pequenos-eletrrodomesticos/pequeno-almoco/espremedores-de-citricos/espremedor-moulinex-pc1208-25-w-450-ml-5632843>.
- Worten. 2019f. "Moinho de Café CASO 01833 Barista Crema (Capacidade: 240 g - 150 W)." accessed 13 de maio de 2019. <https://www.worten.pt/pequenos-eletrrodomesticos/maquinas-de-cafe/moinhos-de-cafe/moinho-de-cafe-caso-01833-barista-crema-capacidade-240-g-150-w-6859627>.
- Worten. 2019g. "Placa Radiante ORBEGOZO REH 1500 (1500 W)." accessed 14 de maio de 2019. <https://www.worten.pt/grandes-eletrrodomesticos/climatizacao-e-aquecimento/aquecedores/mais-aquecedores/placa-radiante-orbegozo-reh-1500-1500-w-6355872>.

ANEXO A:

***FLYER* DE APRESENTAÇÃO E DIVULGAÇÃO DO PROJETO AOS
MORADORES**

Como poupar?

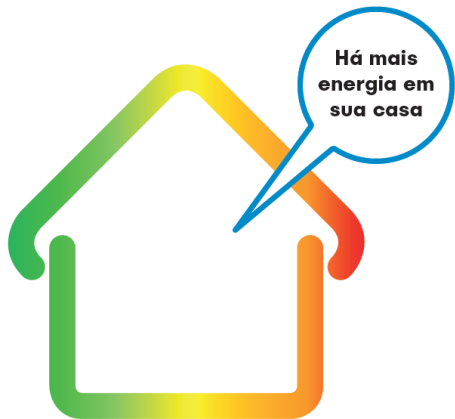
Energia

- Calafetar/isolar as portas e janelas;
- Cozinhar com a panela tapada;
- Desligar os equipamentos na tomada;
- No Inverno, aproveitar a radiação solar para aquecimento;
- No Verão, utilizar os estores para sombreamento;
- Otimizar o contrato de energia;
- Utilizar eletrodomésticos mais eficientes;
- Utilizar lâmpadas de baixo consumo.

Água

- Utilizar redutores de caudal nas torneiras;
- Tomar duches rápidos;
- Utilizar as máquinas de lavar com carga completa;
- Utilizar as máquinas de lavar no programa económico;
- Remover fugas e pingas das torneiras;
- Adotar o sistema de duplo botão de descarga no autoclismo.

Habitação A⁺



 **AdEPORTO**
AGÊNCIA DE ENERGIA DO PORTO

 **FEUP** **PORTO**
FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

 **maia**
Município da Maia

 **ESPEÇO**
ESPEÇO MUNICIPAL
Sociedade Municipal de Engenharia

ANEXO B:

QUESTIONÁRIO BASE DO PROJETO HABITAÇÃO A⁺

Questões de carácter opcional	
Nome	
Tlf/Tlm	
Morada	
Email	
Fornecedor de Energia	
Fornecedor de Gás Natural	

Questões obrigatórias							
Por favor, ao responder às questões seguintes tenha em conta a situação geral da habitação, aquela que, em termos gerais e médios, se verifica mais frequentemente							
Tipo de habitação	Apartamento	Morada					
Tipologia	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Agregado Familiar	Nº Adultos	Nº Crianças					
Utilização da habitação	Normal (Manhã, Noite e Fim de Semana)		Habitada em Permanência (se pelo menos 1 utilizador estiver todo ou praticamente todo o dia na habitação)			Pontual/ Casa de Férias	
Envidraçado	Simple	Duplo					
Caixilharia	Simple	Dupla					
Sombreamento	Cortinas	Persianas	Ambos	Sem sombreamento			
Isolamento	Nenhum	Janelas	Portas	Porta da entrada			
Tipo de banho	Imersão	Chuveiro					
Água corrente na lavagem dos dentes?	Sim	Não	Não se aplica				
Água corrente ao fazer a barba?	Sim	Não	Não se aplica				
Aproveita a água limpa que sai do chuveiro enquanto espera pela água quente?			Sim		Não		
Abre as janelas e deixa o ar circular pela casa durante pelo menos 5 minutos por dia, todos os dias?			Sim		Não		
Limpa e descongela o seu frigorífico/arca congeladora, pelo menos, de 6 em 6 meses?			Sim		Não		
Utiliza tomadas on/off	Sim	Não					
Tem aparelhos em stand by?	Sim	Não					
Habitualmente, mantendo as suas rotinas, como o hábito de usufruir de um aquecedor, ou não, sente-se confortável na sua habitação?							
Está-se perante conforto térmico quando a envolvente física é a suficiente para que os sentidos de cada um não permitam experimentar qualquer desagrado de modo a distraí-lo das suas atividades de momento.		Sim		Não			

Qual destas situações se adequa mais à sua situação e à da sua família?

☐
☐
☐

Recorre ao aquecimento/arrefecimento de uma ou mais divisões, sempre que entenda relevante;
 Sem capacidade para aquecer/arrefecer a habitação até um padrão de temperatura aceitável;
 Perante desconforto térmico, além da falta de capacidade em confeccionar refeições quentes, não possui água quente confiável e não ser capaz de utilizar alguns aparelhos essenciais tais como a máquina de lavar roupa, o ferro de engomar, entre outros;

Poderá encontrar a resposta às questões seguintes na(s) sua(s) fatura(s) de energia (eletricidade ou gás natural) e de água.

ELETRICIDADE							
Tarifa Social	Sim	Não					
Potência Contratada	1,15 kVA	2,30 kVA	3,45 kVA	4,6 kVA	5,75 kVA	6,9 kVA	10,35 kVA
Tarifa Contratada	1 13,8 kVA	2 17,25 kVA	3 20,7 kVA	4 27,6 kVA	5 34,5 kVA	6 41,4 kVA	
2, 3, 4 Ciclo	1 Simple	2 Bi-horário	3 Tri-horário	4 Tetra-horário			
Envia a sua leitura?	Diário	Semanal					
2, 3, 4 Ajusta as atividades à tarifa contratada?	Sim	Não					
Consumo Médio Mensal, em kWh, de acordo com a Tarifa							
1 Se Tarifa Simple	Fora de Vazio		Vazio				
2 Se Tarifa Bi-Horária	Ponta	Cheio	Vazio				
3 Se Tarifa Tri-Horária	Ponta	Cheio	Vazio		Super vazio		
4 Se Tarifa Tetra-Horária							
Custo Médio Mensal (€)							

GÁS NATURAL				
Tem Gás Natural?	Sim	Não		
Tarifa Social	Sim	Não		
Escalão Contratado	1	2	3	4
Envia a sua leitura?	Sim	Não		
Consumo Mensal, em m ³				
Custo Médio Mensal (€)				

GÁS DE GARRAFA			
Tem Gás de Garrafa?	Sim	Não	
Garrafa adquirida	Butano 6 kg	Butano 13 kg	Propano 11 kg
Quantas garrafas adquire ao ano			
Custo médio da garrafa adquirida (€)			

ÁGUA

Envia a sua leitura?	Sim	Não
Consumo Mensal, em m ³		
Custo Médio Mensal (€)		

	SEM Redutor de Caudal	COM Redutor de Caudal
Nº de torneiras		
Nº de chuveiros		
Nº de autoclismos		

EQUIPAMENTOS E LÂMPADAS

Neste separador será calculado o consumo de eletricidade da sua habitação. Se tiver mais do que um equipamento para a mesma função, p.e. a televisão, preencha o campo de utilização, em horas, com a soma das horas de utilização de cada uma delas

Equipamentos	Assinale os equipamentos utilizados na sua habitação	Potência do equipamento (Poderá encontrar esta informação na etiqueta de informações eletrónicas do seu equipamento, muitas vezes localizada na parte de trás ou de baixo desses. Esta resposta é de carácter opcional.)	Quantos minutos, por dia, utiliza este equipamento?
Frigorífico sem congelação			
Frigorífico com congelação			
Frigorífico combinado			
Arca Congeladora			
Microondas			
Torradeira			
Chaleira elétrica			
Placa de Fogão			
Forno elétrico			
Fritadeira elétrica			
Máquina de Café			
Exaustor			
Ferro de engomar comum			
Ferro de engomar com caldeira			
Aspirador			
Desumidificador			
Ventilador			
Termoventilador			
Ar Condicionado			
Aquecedor a óleo			
Acumulador de calor			
Cilindro			
Caldeira			
Bomba de Calor			
Secador de cabelo			
Toalheiro Elétrico			
Máquina de alisar o cabelo			
Televisão (plasma)			
Televisão (convencional)			
Box + Router			
Sistema de som			
Computador com monitor, torre, etc.			
Carregador de Computador Portátil			
Carregador de Telemóvel			
Outro - Qual?			
Outro - Qual?			

Equipamentos	Assinale os equipamentos utilizados na sua habitação	Potência do equipamento (Poderá encontrar esta informação na etiqueta de informações eletrónicas do seu equipamento, muitas vezes localizada na parte de trás ou de baixo desses. Esta resposta é de carácter opcional.)	Nº de Cargas/ Semana	Duração da carga mais utilizada (em minutos)
Máquina de lavar loiça				
Máquina de lavar roupa				
Máquina de secar roupa				

(Acréscitar Opções para preencher a potência ou os minutos por dia conforme o nº de lâmpadas colocado na pergunta anterior aumentar)

Lâmpadas	Nº	Potência da Lâmpada 1	Potência da Lâmpada 2	Quantos minutos por dia a Lâmpada 1 está ligada	Quantos minutos por dia a Lâmpada 2 está ligada
Halógeno					
Incandescente					
LED					
T5					
T8 SEM balastro					
T8 COM balastro					
Fluorescente compacta					

Comentários e Sugestões

Deseja acrescentar alguma informação ou tem alguma sugestão para melhorarmos o nosso inquérito? Deixe aqui o seu comentário ou sugestão. Obrigada.

Questões verificadas pelo técnico se optar pela visita

Área da Habitação (m ²)	
Orientação Solar	
Data da visita	
Hora da Visita	

Que situações são observáveis nesta habitação:

- ☐ População em risco de pobreza energética;
- ☐ Atrasos nas contas dos serviços públicos;
- ☐ Incapacidade para manter a habitação adequadamente quente;
- ☐ Existência de fugas e/ou paredes húmidas ou apodrecidas;
- ☐ Habitação inadequadamente isolada;
- ☐ Habitação sobrelotada.

Temperatura Exterior (°C)	
Humidade Exterior (%)	
Temperatura Vão de Escadas (°C)	
Humidade Vão de Escadas (%)	
Temperatura Cozinha (°C)	
Humidade Cozinha (%)	
CO ₂ Cozinha (ppm)	
Temperatura WC (°C)	
Humidade WC (%)	
CO ₂ WC (ppm)	
Temperatura Sala (°C)	
Humidade Sala (%)	
CO ₂ Sala (ppm)	
Temperatura Quarto (°C)	
Humidade Quarto (%)	
CO ₂ Quarto (ppm)	

ANEXO C:
EXEMPLO DE RELATÓRIO INDIVIDUAL



CARACTERIZAÇÃO DA HABITAÇÃO

Local:

Data: 06/03/2019

Hora: 11h12

Temperatura Exterior: 13,9 °C

Humidade Exterior: 75,6 %

Edifício e Condições Térmicas do Vão de Escadas

Tipologia: T3

Temperatura: 19,55 °C

Humidade: 58,3 %

Envidraçado: Simples

Caixilharia: Simples

Sombreamento: Cortinas e Persianas

Isolamento: Nenhum

CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA

Nº de residentes: 2

Utilização da habitação: Em Permanência

HÁBITOS DE UTILIZAÇÃO DA HABITAÇÃO

Tipo de banho: Chuveiro

Utiliza água corrente na lavagem dos dentes: Não

Utiliza água corrente a fazer a barba: Não se aplica

Aproveita a água limpa que sai do chuveiro enquanto espera pela água quente: Sim

Abre as janelas e deixa o ar circular pela casa durante pelo menos 5 minutos por dia, todos os dias: Sim

Limpa e descongela o seu frigorífico/arca congeladora, pelo menos, de 6 em 6 meses: Sim

Utiliza tomadas *on/off*: Sim

Tem aparelhos em *stand by*: Sim

SITUAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO E POBREZA ENERGÉTICA

Habitualmente, mantendo as suas rotinas, como o hábito de usufruir de um aquecedor, ou não, sente-se confortável na sua habitação: Não

Recorre ao aquecimento/arrefecimento de uma ou mais divisões, sempre que entenda relevante: Sem capacidade

Cozinha

Temperatura: 17,06 °C

Humidade: 64,7 %

Sala

Temperatura: 16,72 °C

Humidade: 65,2 %



RELATÓRIO DE VISITA



QUALIDADE DO AR INTERIOR

Dióxido de Carbono (CO ₂)	Monóxido de Carbono (CO)
564 ppm	0 ppm
Limite máximo recomendado numa habitação 1000 ppm	Limite máximo recomendado numa habitação 5 ppm

UTILIZAÇÃO DE RECURSOS

Eletricidade	Gás Natural	Água
Dados de consumidor		
Fornecedor: EDP	Fornecedor: EDP	-
Tarifa contratada: Bi-horária Não ajusta as atividades à tarifa contratada		
Ciclo: Diário	Escalão: 1	
Potência contratada: 3,45 kVA		
Tipo de Leitura		
Estimada	Estimada	-
Consumo anual médio		
1307 kWh	73 m ³	63 m ³
Consumo mensal médio		
109 kWh	6 m ³	5 m ³
Custo anual médio		
402 € (valor sem IVA)	70 € (valor sem IVA)	180 €
Custo mensal médio		
34 € (valor sem IVA)	6 € (valor sem IVA)	15 €

Utilização de água canalizada

Nº de torneiras: 3	Com redutor de caudal: 0
Nº de chuveiros: 1	Com redutor de caudal: 1
Nº de autoclismos: 1	Com botão de descarga duplo: 0



RELATÓRIO DE VISITA



HABITAÇÃO A+

EQUIPAMENTOS (VALORES ESTIMADOS)

Equipamento	Potência (W)	Tempo de utilização (h/ano)	Consumo anual (kWh)	Despesa anual com a utilização do equipamento (€/ano)
Combinado	200	8760	1752	350 €
Microondas	1400	30	43	9 €
Fogão elétrico	5000	183	913	183 €
Ferro de engomar	2400	26	62	12 €
Esquentador	479	132	63	13 €
Máquina de lavar louça	2000	104	208	42 €
Máquina de lavar roupa	2200	104	229	46 €
TV1	200	1095	219	44 €
BOX, Router e modem	22	8760	188	38 €
Box 2	20	8760	175	35 €
Box 3	20	8760	175	35 €

LÂMPADAS (VALORES ESTIMADOS)

Tipo	Potência (W)	Tempo de utilização (min/dia)	Consumo anual (kWh)
Fluorescente compacta	11	5	0,4
Fluorescente compacta	11	60	4,6
Fluorescente compacta	11	30	2,3

INDICADORES: CONSUMO, DESPESA E EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA (GEE)

Consumo anual total com os Equipamentos: 4027 kWh

Consumo anual total com a Iluminação: 7,3 kWh



Despesa anual com os Equipamentos: 805 €/ano

Despesa anual com a Iluminação: 1,5 €/ano

Emissões anuais totais de GEE: 1179 tCO₂e

RECOMENDAÇÕES

- Verifique se os consumos privilegiam horários que beneficiam com a utilização da tarifa bi-horária ou tri-horária, em que a eletricidade é mais barata nas horas de vazio e, em caso afirmativo, opte por este tipo de tarifa;
- Programe a utilização das máquinas de lavar ou secar louça e roupa para períodos em que o custo de eletricidade é menor. Com esta medida pode poupar em média 30€ por ano;
- Opte por vidros duplos, reduzindo as necessidades de climatização e minimizando também o ruído exterior;
- As perdas de calor através das janelas e portas são grandes, pelo que estas devem ser bem isoladas e nunca estar abertas quando o aquecimento estiver ligado. Para melhorar o conforto térmico e vedar frinchas, pode utilizar materiais de fácil aplicação e preço acessível, como é o caso do silicone, espuma de poliuretano, fitas isoladoras e até os tradicionais chouriços de areia;
- Feche a torneira enquanto se ensaboia ou lava os dentes. Ao deixar a água a correr está a desperdiçar água potável diretamente para o saneamento;
- Quando não estiver a utilizar os equipamentos, desligue-os no interruptor em vez de os deixar em *stand by* - para facilitar use uma extensão de ligação múltipla com interruptor para a TV, vídeo, DVD, equipamentos de som, entre outros. Com esta medida pode poupar cerca de 12€ por ano;
- Envie as leituras de utilização de energia e água. Ao fazê-lo evita as estimativas de consumo, que poderão resultar numa cobrança superior à realmente utilizada;
- Instale redutores de caudal nas torneiras e chuveiros da sua casa. Este gesto leva a uma poupança de cerca de 45 € em cada ano;
- Opte por autoclismo com dois volumes de descarga ou coloque uma garrafa cheia de água no respetivo depósito, diminuindo assim o volume total de cada descarga;
- Utilize o ferro de engomar apenas quando houver uma grande quantidade de roupa para passar;
- Escolha uma caldeira, bomba de calor ou esquentador adequado às necessidades do agregado familiar e instale-o perto dos pontos de consumo, isolando adequadamente as canalizações. Prefira as bombas de calor pois são mais eficientes;



RELATÓRIO DE VISITA



HABITAÇÃO A+

- Regule a temperatura do seu equipamento para valores entre os 55 °C e os 60 °C;
- Utilize, preferencialmente, lâmpadas LED de elevada classificação energética, ou lâmpadas fluorescentes compactas, em vez das incandescentes ou de halogéneo. Uma lâmpada convencional de 100 W proporciona a mesma luz que uma lâmpada de baixo consumo de 20 W;

As dicas e recomendações aqui colocadas são respeitantes ao tipo de consumo e restantes informações dadas por si ao longo do inquérito. Consulte o *flyer* de dicas da Agência de Energia do Porto para ficar a saber mais.

ANEXO D:

CONSUMO DE ENERGIA ANUAL DE CADA HABITAÇÃO

Tabela D.1 – Consumo de energia anual calculado para cada habitação (kWh/ano)

Medição	Cozinha	Equipamentos eletrónicos	Iluminação	AQS	Aquecimento do ambiente	Arrefecimento do ambiente
1	2952	485	9	803	0	0
2	6745	747	32	2409	3	0
3	2389	583	27	2037	0	0
4	1891	272	4	1606	0	0
5	5197	2363	60	5092	0	0
6	3764	515	49	5092	0	0
7	5072	838	87	5092	0	0
8	2178	1126	64	1606	336	0
9	2277	270	59	2037	28	0
10	2078	1263	4	803	0	0
11	2419	1638	70	1018	0	0
12	1832	546	255	1018	0	0
13	1970	288	37	803	0	0
14	9095	300	85	803	48	0
15	5019	966	11	5092	84	0
16	4032	742	8	1606	24	0
17	1955	1131	13	1018	0	0
18	7090	537	12	1606	0	0
19	0	66	15	0	0	0
20	10088	1410	118	2037	234	0
21	2384	544	43	2037	2520	0
22	1924	2011	53	803	2688	0
23	2808	810	4	2037	1728	0
24	2772	430	22	3055	0	0
25	6628	387	17	2409	0	0
26	4474	644	34	803	2	5
27	4672	544	46	1606	20	0
28	4270	426	24	4073	0	0
29	6506	1267	16	2409	0	0
30	5746	1357	82	3212	137	0
31	7659	495	26	2409	173	0
32	1784	1110	27	803	0	0
33	1916	544	4	1606	0	0
34	1970	860	17	1018	672	0
35	4391	469	91	803	0	0
36	4477	303	76	1018	0	0
37	2103	449	4	2037	0	0
38	4932	599	13	1606	0	0
39	4210	718	43	1018	12	0
40	4194	869	20	3055	0	0
41	4068	390	23	1606	0	0
42	3501	2288	174	4073	5	24

Medição	Cozinha	Equipamentos eletrónicos	Iluminação	AQS	Aquecimento do ambiente	Arrefecimento do ambiente
43	2823	1174	25	4073	0	0
44	7666	1081	56	4073	16	0
45	5131	639	54	2037	15	18
46	4595	448	95	3055	0	0
47	4537	2626	17	3055	0	0
48	8954	2148	21	3055	2408	0
49	4292	763	21	2037	48	0
50	2007	345	25	1606	168	0
51	1849	266	27	2409	56	0
52	5068	548	121	803	229	0
53	6901	1560	28	1606	24	0
54	6802	526	113	2409	24	0
55	3279	2017	135	3055	28	0
56	2404	542	87	2037	588	0
57	4219	855	170	2037	1380	0
58	1867	417	6	1018	0	1
59	5005	885	35	4073	0	0
60	2356	705	34	2409	1316	0
61	1747	451	228	1018	0	0
62	1875	1606	89	1606	0	0
63	1861	574	28	1018	0	0
64	4705	1306	104	4073	1008	0
65	2647	695	62	2037	0	0
66	4082	1663	32	1606	0	0
67	4403	1203	52	3055	42	0
68	6915	1072	52	2037	0	0
69	2103	504	34	1606	252	0
70	2507	921	49	4073	168	0
71	8001	686	60	1606	28	0
72	1959	1126	38	1606	0	0
73	5773	683	55	1606	6	0
74	4123	627	32	1606	0	0
75	1854	869	37	803	0	0
76	4507	1977	4	803	11	0
77	4650	1107	36	2037	0	0
78	1777	1037	197	803	368	1
79	4395	1509	72	2037	202	202
80	2970	764	34	3055	0	0
81	4350	590	56	1018	24	0
82	8914	980	60	2037	168	0
83	1902	491	42	1018	24	0
84	1899	294	38	2037	0	0
85	4169	688	24	2037	0	0

Medição	Cozinha	Equipamentos eletrónicos	Iluminação	AQS	Aquecimento do ambiente	Arrefecimento do ambiente
86	3494	780	309	2409	0	0
87	2674	863	166	3212	108	0
88	8072	768	13	4073	0	0
89	1805	468	30	803	0	0
90	4442	387	72	2037	336	0
91	10236	1517	4	1606	6	0
92	2004	636	38	1018	0	5
93	3397	1452	203	4073	0	0
94	5731	1041	53	3055	8	0
95	2043	536	57	3055	0	0
96	2070	918	27	1606	0	4
97	4703	907	17	1606	339	336
98	8559	766	138	1606	12	9
99	5216	1129	6	2037	36	0
100	4846	545	35	1018	0	0
101	5093	973	233	1606	60	9
102	1964	888	320	1018	504	5
103	2212	408	83	1606	2	0
104	4157	980	52	4073	768	96
105	1902	734	176	4073	12	1
106	3732	2562	198	3055	168	37
107	4364	626	15	2037	4032	0
108	2236	944	36	2037	0	0
109	4576	1157	227	3055	2730	23
110	4509	733	98	2409	0	0
111	7815	1208	75	3055	48	0
112	2018	1325	109	1018	4	0
113	4449	859	170	3055	0	0
114	5629	702	118	4015	1344	0
115	2464	550	8	2037	84	0
116	1941	290	87	803	0	0
117	4396	823	119	4073	0	0
118	5241	1536	13	3055	0	0
119	1982	1381	50	1018	336	0
120	2206	547	30	1018	231	0
121	6019	607	154	2037	26	0
122	1910	449	383	1018	672	3
123	1887	443	43	1606	0	0
124	4364	2349	109	2409	2016	0
125	4525	442	14	4015	0	0
126	2044	348	5	2037	168	0
127	3510	973	41	5092	28	1
128	6451	434	12	2037	168	1

Medição	Cozinha	Equipamentos eletrónicos	Iluminação	AQS	Aquecimento do ambiente	Arrefecimento do ambiente
129	4194	773	154	3055	0	7
130	4954	2026	80	2409	12	0
131	4793	2654	122	2409	37	0
132	4551	2222	53	3055	12	0
133	4137	712	48	1018	0	28
134	2043	1033	23	2037	504	0
135	4168	588	16	1018	24	0
136	4475	2127	63	3212	0	0
137	4435	781	47	2037	21	9
138	2317	729	33	3055	98	0
139	1866	910	108	3212	0	0
140	1884	626	78	803	0	0
141	4010	1510	111	4073	1008	9
142	2652	405	165	1606	1344	0
143	4321	477	16	4073	1090	1090
144	1989	25	29	803	0	0
145	1803	650	85	803	48	0
146	2356	939	48	1018	0	0
147	2033	636	76	1018	0	0
148	2420	592	21	2037	6	0
149	2212	960	117	1018	24	0
150	3946	733	36	4073	18	0
151	3265	441	44	4073	12	0
152	4625	555	36	2037	1	0
153	10070	3662	138	5092	192	0
154	5601	2056	13	5092	3	9
155	2562	2113	83	6110	504	0
156	1914	403	25	2037	0	9
157	4840	1106	84	3055	2016	0
158	5957	701	47	4015	0	18
159	2064	789	72	2037	24	0
160	2034	703	55	2037	0	0
161	5710	1130	134	4073	0	0
162	8647	658	27	5092	1848	1680
Máximo	10236	3662	383	6110	4032	1680
Mínimo	0	25	4	0	0	0
Média	3957	920	67	2286	249	22

Tabela D.2 – Consumo de eletricidade anual, faturado e calculado, para cada habitação

Medição	Nº de residentes	Área da habitação (m²)	Consumo Anual (kWh/ano)			Consumo anual per capita (kWh/ano.per capita)		Consumo anual por m² (kWh/ano.m²)	
			Faturado	Calculado	Diferença	Faturado	Calculado	Faturado	Calculado
1	1	65,44	1582	4249	2667	1582	4249	24	65

Medição	Nº de residentes	Área da habitação (m²)	Consumo Anual (kWh/ano)			Consumo anual <i>per capita</i> (kWh/ano.per capita)		Consumo anual por m² (kWh/ano.m²)	
			Fatura do	Calculado	Diferença	Fatura do	Calculado	Fatura do	Calculado
2	3	65,44	3720	9936	6216	1240	3312	57	152
3	2	65,44	2580	2999	419	1290	1499	39	46
4	2	65,44	3264	3773	509	1632	1887	50	58
5	5	65,44	3930	7620	3690	786	1524	60	116
6	5	65,44	893	4328	3436	179	866	14	66
7	5	65,44	2100	5996	3896	420	1199	32	92
8	2	65,44	3108	5311	2203	1554	2655	47	81
9	2	65,44	2093	2634	541	1047	1317	32	40
10	1	44,62	792	4148	3356	792	4148	18	93
11	1	65,44	1200	4127	2927	1200	4127	18	63
12	1	65,44	1668	2633	965	1668	2633	25	40
13	1	65,44	1596	3097	1501	1596	3097	24	47
14	1	65,44	1152	10331	9179	1152	10331	18	158
15	5	65,44	2460	6080	3620	492	1216	38	93
16	2	65,44	1752	6411	4659	876	3206	27	98
17	1	65,44	1988	3099	1111	1988	3099	30	47
18	2	65,44	4752	9246	4494	2376	4623	73	141
19	1	65,44	102	80	21	102	80	2	1
20	2	65,44	3396	11850	8454	1698	5925	52	181
21	2	65,44	3102	5491	2389	1551	2746	47	84
22	1	65,44	3300	7479	4179	3300	7479	50	114
23	2	65,44	2592	5351	2759	1296	2675	40	82
24	3	65,44	739	3225	2485	246	1075	11	49
25	3	65,44	4346	9442	5096	1449	3147	66	144
26	1	65,44	2544	5962	3418	2544	5962	39	91
27	2	65,44	3624	6888	3264	1812	3444	55	105
28	4	65,44	1416	4720	3304	354	1180	22	72
29	3	65,44	2460	10198	7738	820	3399	38	156
30	4	65,44	8628	10534	1906	2157	2634	132	161
31	3	65,44	5718	10763	5045	1906	3588	87	164
32	1	65,44	2243	3724	1481	2243	3724	34	57
33	2	65,44	1296	4070	2774	648	2035	20	62
34	1	65,44	1500	3519	2019	1500	3519	23	54
35	1	65,44	3048	5753	2705	3048	5753	47	88
36	1	65,44	1176	4856	3680	1176	4856	18	74
37	2	65,44	1704	2556	852	852	1278	26	39
38	2	65,44	3336	7150	3814	1668	3575	51	109
39	1	65,44	840	4984	4144	840	4984	13	76
40	3	65,44	2304	5083	2779	768	1694	35	78
41	2	65,44	2640	6087	3447	1320	3043	40	93
42	4	65,44	900	5986	5086	225	1497	14	91

Medição	Nº de residentes	Área da habitação (m²)	Consumo Anual (kWh/ano)			Consumo anual <i>per capita</i> (kWh/ano.per capita)		Consumo anual por m² (kWh/ano.m²)	
			Fatura do	Calculado	Diferença	Fatura do	Calculado	Fatura do	Calculado
43	4	65,44	3360	4022	662	840	1006	51	61
44	4	65,44	3600	8819	5219	900	2205	55	135
45	2	65,44	2154	5857	3703	1077	2928	33	90
46	3	65,44	1608	5138	3530	536	1713	25	79
47	3	65,44	1680	7180	5500	560	2393	26	110
48	3	65,44	4536	13531	8995	1512	4510	69	207
49	2	65,44	1488	5124	3636	744	2562	23	78
50	2	65,44	2088	4151	2063	1044	2076	32	63
51	3	65,44	1056	4608	3552	352	1536	16	70
52	1	65,44	1277	6768	5491	1277	6768	20	103
53	2	65,44	1084	10119	9035	542	5060	17	155
54	3	65,44	4267	9875	5608	1422	3292	65	151
55	3	65,44	3504	5459	1955	1168	1820	54	83
56	2	65,44	2856	3621	765	1428	1811	44	55
57	2	65,44	1656	6624	4968	828	3312	25	101
58	1	65,44	710	2291	1581	710	2291	11	35
59	4	65,44	1992	5925	3933	498	1481	30	91
60	3	65,44	2053	6819	4767	684	2273	31	104
61	1	65,44	311	2426	2116	311	2426	5	37
62	2	65,44	3000	5175	2175	1500	2588	46	79
63	1	65,44	775	2464	1689	775	2464	12	38
64	4	65,44	8594	7123	1471	2149	1781	131	109
65	2	65,44	1065	3405	2340	533	1702	16	52
66	2	65,44	3000	7382	4382	1500	3691	46	113
67	3	65,44	4056	5699	1643	1352	1900	62	87
68	2	65,44	1463	8039	6576	731	4019	22	123
69	2	65,44	939	4499	3560	469	2249	14	69
70	4	65,44	2268	3644	1376	567	911	35	56
71	2	65,44	3507	10381	6874	1753	5191	54	159
72	2	65,44	1374	4729	3355	687	2364	21	72
73	2	65,44	2326	8123	5797	1163	4062	36	124
74	2	65,44	4620	6388	1768	2310	3194	71	98
75	1	65,44	2316	3563	1247	2316	3563	35	54
76	1	65,44	2147	7302	5155	2147	7302	33	112
77	2	65,44	2100	5793	3693	1050	2896	32	89
78	1	65,44	3432	4183	751	3432	4183	52	64
79	2	65,44	3790	6177	2387	1895	3088	58	94
80	3	65,44	2244	3768	1524	748	1256	34	58
81	1	65,44	1716	5019	3303	1716	5019	26	77
82	2	65,44	2868	10122	7254	1434	5061	44	155
83	1	65,44	540	2459	1919	540	2459	8	38

Medição	Nº de residentes	Área da habitação (m²)	Consumo Anual (kWh/ano)			Consumo anual <i>per capita</i> (kWh/ano.per capita)		Consumo anual por m² (kWh/ano.m²)	
			Fatura do	Calculado	Diferença	Fatura do	Calculado	Fatura do	Calculado
84	2	65,44	1548	2231	683	774	1116	24	34
85	2	65,44	1224	4881	3657	612	2441	19	75
86	3	65,44	6216	6992	776	2072	2331	95	107
87	4	65,44	3240	7023	3783	810	1756	50	107
88	4	65,44	4692	8853	4161	1173	2213	72	135
89	1	65,44	1644	3105	1461	1644	3105	25	47
90	2	86,35	1788	5236	3448	894	2618	21	61
91	2	86,35	2940	13369	10429	1470	6685	34	155
92	1	86,35	2088	2682	594	2088	2682	24	31
93	4	86,35	1596	5052	3456	399	1263	18	59
94	3	86,35	3456	6832	3376	1152	2277	40	79
95	3	86,35	1632	2635	1003	544	878	19	31
96	2	86,35	4476	4625	149	2238	2313	52	54
97	2	86,35	5424	7572	2148	2712	3786	63	88
98	2	86,35	7788	11090	3302	3894	5545	90	128
99	2	86,35	1200	6388	5188	600	3194	14	74
100	1	86,35	1519	5426	3907	1519	5426	18	63
101	2	86,35	3192	7974	4782	1596	3987	37	92
102	1	86,35	630	3680	3050	630	3680	7	43
103	2	86,35	3504	4310	806	1752	2155	41	50
104	4	86,35	3516	5957	2441	879	1489	41	69
105	4	86,35	3048	2825	223	762	706	35	33
106	3	86,35	-	6698	6698	-	2233	-	78
107	2	86,35	2988	9037	6049	1494	4518	35	105
108	2	86,35	936	3216	2280	468	1608	11	37
109	3	86,35	7212	8713	1501	2404	2904	84	101
110	3	86,35	3234	7750	4516	1078	2583	37	90
111	3	86,35	-	9147	9147	-	3049	-	106
112	1	86,35	1392	3456	2064	1392	3456	16	40
113	3	86,35	3004	5478	2474	1001	1826	35	63
114	5	86,35	2220	11808	9588	444	2362	26	137
115	2	86,35	-	3106	3106	-	1553	-	36
116	1	86,35	1764	3121	1357	1764	3121	20	36
117	4	86,35	3804	5338	1534	951	1334	44	62
118	3	86,35	2700	6789	4089	900	2263	31	79
119	1	86,35	455	3750	3295	455	3750	5	43
120	1	65,44	888	3013	2125	888	3013	14	46
121	2	65,44	3132	6806	3674	1566	3403	48	104
122	1	65,44	2160	3417	1257	2160	3417	33	52
123	2	65,44	1272	3979	2707	636	1989	19	61
124	3	65,44	4380	11247	6867	1460	3749	67	172

Medição	Nº de residentes	Área da habitação (m²)	Consumo Anual (kWh/ano)			Consumo anual <i>per capita</i> (kWh/ano.per capita)		Consumo anual por m² (kWh/ano.m²)	
			Fatura do	Calculado	Diferença	Fatura do	Calculado	Fatura do	Calculado
125	5	65,44	6324	8996	2672	1265	1799	97	137
126	2	65,44	954	2565	1611	477	1282	15	39
127	5	65,44	3408	4553	1145	682	911	52	70
128	2	65,44	2040	7065	5025	1020	3533	31	108
129	3	65,44	2700	5129	2429	900	1710	41	78
130	3	65,44	3517	9481	5964	1172	3160	54	145
131	3	65,44	4416	10016	5600	1472	3339	67	153
132	3	65,44	2220	6838	4618	740	2279	34	104
133	1	65,44	3528	4924	1396	3528	4924	54	75
134	2	65,44	1392	3603	2211	696	1802	21	55
135	1	65,44	2124	4795	2671	2124	4795	32	73
136	4	65,44	3750	9877	6127	938	2469	57	151
137	2	65,44	1320	5293	3973	660	2647	20	81
138	3	65,44	1080	3178	2098	360	1059	17	49
139	4	65,44	4235	6096	1861	1059	1524	65	93
140	1	65,44	2052	3391	1339	2052	3391	31	52
141	4	65,44	3906	6647	2742	976	1662	60	102
142	2	65,44	3264	6172	2908	1632	3086	50	94
143	4	65,44	1596	5905	4309	399	1476	24	90
144	1	65,44	949	2845	1896	949	2845	15	43
145	1	65,44	1728	3389	1661	1728	3389	26	52
146	1	65,44	1274	3343	2069	1274	3343	19	51
147	1	65,44	852	2744	1892	852	2744	13	42
148	2	65,44	1992	3038	1046	996	1519	30	46
149	1	65,44	972	3313	2341	972	3313	15	51
150	4	65,44	1452	4733	3281	363	1183	22	72
151	4	65,44	3552	3763	211	888	941	54	57
152	2	65,44	2328	5219	2891	1164	2609	36	80
153	5	65,44	5604	14063	8459	1121	2813	86	215
154	5	65,44	5616	7683	2067	1123	1537	86	117
155	6	65,44	3276	5262	1986	546	877	50	80
156	2	86,35	1332	2351	1019	666	1175	15	27
157	3	86,35	4686	8045	3359	1562	2682	54	93
158	5	65,44	4417	10738	6321	883	2148	67	164
159	2	65,44	3324	2949	375	1662	1474	51	45
160	2	86,35	1344	2793	1449	672	1397	16	32
161	4	65,44	2448	6973	4525	612	1743	37	107
162	5	65,44	4776	11181	6405	955	2236	73	171
		Máximo	8628	14063	10429	3894	10331	132	215
		Mínimo	102	80	21	102	80	2	1
		Média	2620	5859	3313	1214	2823	38	85

ANEXO E:

MEDIÇÕES PONTUAIS DE TEMPERATURA E DE HUMIDADE RELATIVA

Tabela E.1 – Medições pontuais de temperatura no exterior, no vão de escadas, na cozinha e na sala, bem como a média da temperatura da habitação, para cada habitação.

Medição	Temperatura (°C)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da casa
1	13,90	17,08	16,03	16,65	16,34
2	13,90	20,60	17,15	18,20	17,68
3	13,90	19,55	17,06	16,72	16,89
4	13,90	18,82	16,96	17,94	17,45
5	13,90	19,55	16,91	17,51	17,21
6	14,65	15,20	17,53	16,58	17,06
7	14,65	-	17,20	17,29	17,25
8	14,65	16,91	16,79	16,56	16,68
9	-	-	17,13	14,46	15,80
10	11,66	-	15,55	14,98	15,27
11	11,66	15,96	15,79	15,79	15,79
12	11,66	15,72	15,98	16,58	16,28
13	13,93	16,46	15,44	15,79	15,62
14	15,22	18,96	15,36	16,39	15,88
15	19,15	18,29	15,77	16,46	16,12
16	18,06	16,03	15,46	15,58	15,52
17	18,06	17,20	15,65	16,41	16,03
18	18,06	18,32	16,82	16,72	16,77
19	18,06	18,32	15,44	16,46	15,95
20	23,62	20,55	17,63	18,46	18,05
21	22,51	19,51	17,56	18,20	17,88
22	16,03	20,77	19,41	18,67	19,04
23	16,03	19,98	20,08	19,98	20,03
24	18,17	18,70	17,53	18,01	17,77
25	18,41	17,46	16,79	17,39	17,09
26	18,41	19,10	18,48	18,36	18,42
27	18,27	20,84	19,01	18,63	18,82
28	18,27	18,08	18,03	17,89	17,96
29	16,58	17,22	17,56	18,17	17,87
30	17,82	18,48	17,01	17,87	17,44
31	15,41	19,32	16,70	16,34	16,52
32	19,70	19,46	15,46	16,34	15,90
33	19,70	14,67	15,84	15,89	15,87
34	19,05	18,51	17,91	16,41	17,16
35	18,96	18,39	17,29	17,22	17,26
36	16,03	16,08	15,15	15,17	15,16
37	17,75	18,27	17,10	17,41	17,26
38	16,92	18,55	18,20	18,65	18,43
39	16,83	18,55	15,75	16,33	16,04
40	16,44	19,89	18,75	19,67	19,21
41	13,93	18,13	16,84	16,79	16,82
42	19,36	19,22	16,60	17,26	16,93
43	19,36	19,32	18,20	18,75	18,48

Medição	Temperatura (°C)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da casa
44	20,91	19,34	18,06	18,41	18,24
45	17,84	18,96	18,36	18,65	18,51
46	17,84	17,77	17,08	17,08	17,08
47	17,34	18,15	17,44	17,46	17,45
48	20,98	19,36	18,13	18,17	18,15
49	20,91	19,86	17,94	18,03	17,99
50	20,10	17,84	16,98	17,20	17,09
51	19,01	19,93	18,36	17,53	17,95
52	19,01	19,70	19,01	17,84	18,43
53	14,22	18,60	18,08	17,18	17,63
54	14,22	18,60	18,25	17,37	17,81
55	17,03	16,77	16,82	16,06	16,44
56	23,64	19,84	17,29	17,87	17,58
57	18,79	20,05	19,29	18,36	18,83
58	17,13	18,82	17,39	17,91	17,65
59	15,96	19,89	19,36	19,15	19,26
60	24,58	22,78	18,82	19,22	19,02
61	19,79	18,29	17,56	17,48	17,52
62	19,51	18,63	18,06	18,20	18,13
63	18,34	18,15	17,67	16,79	17,23
64	18,34	20,84	20,77	19,63	20,20
65	26,09	22,30	20,96	20,98	20,97
66	25,02	20,79	20,22	19,93	20,08
67	23,57	21,34	20,74	20,89	20,82
68	23,33	22,37	22,18	21,32	21,75
69	26,89	22,11	20,24	20,41	20,33
70	21,44	21,10	20,79	20,36	20,58
71	20,96	21,08	20,63	20,55	20,59
72	20,96	21,13	20,41	20,13	20,27
73	20,96	19,27	19,08	18,79	18,94
74	22,37	22,13	21,22	20,43	20,83
75	22,37	21,17	19,91	20,05	19,98
76	22,37	22,18	21,25	21,46	21,36
77	22,63	22,85	21,27	21,10	21,19
78	18,89	21,77	20,77	21,01	20,89
79	16,96	22,08	21,44	20,98	21,21
80	23,42	22,18	20,55	20,39	20,47
81	26,30	23,35	19,82	21,29	20,56
82	23,30	21,36	20,29	21,01	20,65
83	20,74	22,70	20,43	21,22	20,83
84	19,51	22,94	21,13	21,05	21,09
85	21,56	20,60	19,70	19,96	19,83
86	21,65	22,85	21,89	21,82	21,86
87	24,05	23,26	22,15	23,54	22,85
88	23,50	25,82	21,94	22,78	22,36

Medição	Temperatura (°C)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da casa
89	14,96	19,41	18,79	18,84	18,82
90	19,58	20,98	21,03	20,20	20,62
91	19,03	21,34	21,48	21,87	21,68
92	19,03	20,58	20,63	21,94	21,29
93	22,06	21,29	21,17	21,15	21,16
94	18,86	20,58	20,65	20,77	20,71
95	17,22	21,58	22,22	22,03	22,13
96	17,53	21,20	20,53	20,74	20,64
97	17,53	22,11	20,53	20,70	20,62
98	17,53	21,77	21,51	21,05	21,28
99	13,81	20,94	20,22	20,53	20,38
100	13,81	20,89	19,60	19,72	19,66
101	13,81	21,58	22,11	21,53	21,82
102	13,98	21,03	19,29	20,48	19,89
103	13,98	20,84	18,41	19,46	18,94
104	13,98	19,70	16,48	19,22	17,85
105	15,79	19,01	16,98	17,08	17,03
106	15,79	19,01	20,36	18,10	19,23
107	12,58	19,01	18,41	18,20	18,31
108	12,75	18,89	17,08	18,08	17,58
109	12,75	19,27	18,91	18,67	18,79
110	11,64	19,13	18,29	18,10	18,20
111	12,10	18,89	18,98	17,79	18,39
112	12,10	18,13	18,77	17,87	18,32
113	12,10	19,22	17,89	18,48	18,19
114	10,29	18,36	17,37	18,15	17,76
115	10,29	17,89	16,63	18,20	17,42
116	12,00	16,72	14,72	15,72	15,22
117	12,00	18,17	15,77	17,75	16,76
118	10,98	18,17	17,82	18,03	17,93
119	15,41	16,68	16,10	16,22	16,16
120	19,03	16,98	16,08	16,46	16,27
121	19,03	17,67	18,10	18,60	18,35
122	19,27	17,82	17,67	18,15	17,91
123	19,51	17,15	16,82	17,32	17,07
124	20,74	18,65	17,65	17,65	17,65
125	20,74	18,65	17,98	18,46	18,22
126	15,17	16,20	15,91	15,41	15,66
127	15,41	16,44	16,87	16,87	16,87
128	17,01	16,87	16,94	17,32	17,13
129	17,34	16,91	17,60	17,77	17,69
130	20,32	16,91	17,20	16,72	16,96
131	19,70	18,03	17,32	17,29	17,31
132	20,94	16,56	15,48	15,82	15,65
133	18,84	17,18	16,65	16,87	16,76

Medição	Temperatura (°C)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da casa
134	15,58	16,48	16,39	16,65	16,52
135	18,46	17,98	17,37	17,13	17,25
136	18,41	16,58	17,53	17,15	17,34
137	19,34	18,51	18,06	18,34	18,20
138	19,34	18,86	18,25	18,65	18,45
139	19,34	18,55	18,39	18,84	18,62
140	15,36	16,96	18,75	18,63	18,69
141	17,96	18,22	18,01	18,34	18,18
142	17,96	18,44	18,10	18,10	18,10
143	17,58	18,89	18,13	18,17	18,15
144	17,58	18,53	17,46	17,77	17,62
145	18,91	19,41	18,15	18,77	18,46
146	16,03	18,60	17,51	17,77	17,64
147	15,34	18,75	18,03	18,44	18,24
148	17,06	18,94	18,89	18,48	18,69
149	17,06	18,58	19,01	19,86	19,44
150	16,22	17,70	18,27	17,82	18,05
151	18,60	20,46	19,55	19,93	19,74
152	19,86	20,70	19,34	19,70	19,52
153	21,72	18,79	19,55	19,53	19,54
154	20,58	20,89	20,13	19,98	20,06
155	16,72	20,48	20,01	20,01	20,01
156	14,36	18,96	17,41	17,70	17,56
157	15,32	18,77	18,60	17,96	18,28
158	14,17	17,96	19,74	19,36	19,55
159	14,17	17,94	19,84	19,46	19,65
160	16,08	20,27	18,48	18,60	18,54
161	17,65	18,72	18,77	19,20	18,99
162	16,75	20,03	19,34	18,94	19,14

Tabela E.2 – Medições pontuais de humidade relativa no exterior, no vão de escadas, na cozinha e na sala, bem como a média da humidade relativa da habitação, para cada habitação.

Medição	Humidade Relativa (%)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da habitação
1	75,6	59,6	61,0	60,6	60,8
2	75,6	51,3	59,7	57,1	58,4
3	75,6	58,3	64,7	65,2	65,0
4	75,6	58,6	65,7	61,5	63,6
5	75,6	58,3	61,1	61,1	61,1
6	62,0	58,1	59,5	62,4	61,0
7	62,0	-	59,7	55,1	57,4
8	62,0	53,3	63,3	63,1	63,2
9	-	-	70,1	67,8	69,0
10	83,0	-	66,1	67,6	66,9
11	83,0	66,2	66,4	65,7	66,1

Medição	Humidade Relativa (%)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da habitação
12	83,0	67,9	65,0	62,3	63,7
13	75,4	64,2	63,1	65,1	64,1
14	72,2	62,3	70,5	63,6	67,1
15	44,5	62,7	70,5	67,7	69,1
16	45,1	52,3	68,9	66,3	67,6
17	45,1	61,3	57,1	56,6	56,9
18	45,1	52,3	54,8	55,0	54,9
19	45,1	52,3	54,4	53,6	54,0
20	46,7	59,1	68,2	64,1	66,2
21	46,7	57,7	71,2	66,4	68,8
22	54,9	51,4	46,5	61,9	54,2
23	54,9	61,3	59,2	61,3	60,3
24	55,1	54,3	64,1	61,7	62,9
25	54,3	56,8	65,5	63,5	64,5
26	54,3	54,7	59,9	59,1	59,5
27	58,8	51,1	64,5	66,5	65,5
28	58,8	60,7	67,2	66,4	66,8
29	66,8	64,7	69,9	64,9	67,4
30	47,8	50,3	56,3	52,6	54,5
31	57,1	48,4	55,1	55,8	55,5
32	42,3	45,8	55,7	52,5	54,1
33	42,3	58,6	55,3	55,6	55,5
34	39,3	42,8	51,5	60,4	56,0
35	42,3	57,1	58,9	55,7	57,3
36	34,1	38,9	40,0	38,5	39,3
37	29,3	32,3	45,3	44,4	44,9
38	48,2	43,8	52,9	49,5	51,2
39	48,7	43,8	49,9	44,1	47,0
40	52,5	43,4	48,7	51,1	49,9
41	61,0	50,2	54,5	52,0	53,3
42	35,8	35,3	39,2	38,4	38,8
43	35,8	37,4	43,1	41,4	42,3
44	35,5	39,6	53,2	49,5	51,4
45	46,3	48,3	49,9	49,9	49,9
46	46,3	51,0	58,8	59,8	59,3
47	52,0	52,0	55,4	51,1	53,3
48	28,3	36,4	41,8	38,4	40,1
49	28,4	36,6	48,2	45,9	47,1
50	30,0	37,2	46,4	43,8	45,1
51	42,7	39,5	45,3	43,4	44,4
52	42,7	43,4	44,4	48,8	46,6
53	58,4	48,1	54,8	55,2	55,0
54	58,4	48,1	47,5	49,1	48,3

Medição	Humidade Relativa (%)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da habitação
55	33,1	37,9	36,5	41,5	39,0
56	25,6	44,1	54,5	50,1	52,3
57	31,8	37,4	47,7	50,0	48,9
58	38,7	38,8	39,6	37,2	38,4
59	37,4	37,3	39,6	47,1	43,4
60	30,1	38,0	54,1	51,6	52,9
61	34,7	44,4	49,0	50,4	49,7
62	30,3	44,4	46,5	47,7	47,1
63	35,9	43,7	44,3	44,9	44,6
64	35,9	36,5	43,3	42,0	42,7
65	23,5	29,4	36,4	35,6	36,0
66	23,3	37,3	35,8	36,1	36,0
67	30,0	32,2	41,8	38,2	40,0
68	30,4	34,0	37,9	36,9	37,4
69	26,8	37,1	41,5	40,8	41,2
70	41,4	42,5	44,0	44,9	44,5
71	17,8	27,9	33,4	32,2	32,8
72	17,8	28,1	25,3	31,8	28,6
73	17,8	33,6	43,3	42,2	42,8
74	17,6	24,3	33,1	34,4	33,8
75	17,6	29,6	38,2	34,9	36,6
76	17,6	28,2	28,0	35,4	31,7
77	15,0	27,3	30,0	32,5	31,3
78	35,1	33,8	39,9	36,6	38,3
79	42,7	32,4	40,2	40,1	40,2
80	15,0	23,0	23,9	30,1	27,0
81	15,0	19,0	21,4	21,9	21,7
82	21,8	35,6	52,8	50,6	51,7
83	22,3	30,4	36,1	33,8	35,0
84	26,0	29,8	36,7	39,1	37,9
85	37,7	37,0	38,7	35,5	37,1
86	25,8	31,7	33,8	33,2	33,5
87	26,9	31,2	37,4	31,1	34,3
88	29,1	27,3	35,6	30,9	33,3
89	49,5	38,2	39,5	40,2	39,9
90	41,3	46,3	43,6	45,6	44,6
91	60,2	50,4	54,1	49,8	52,0
92	60,2	51,7	50,4	46,9	48,7
93	50,3	51,7	49,1	49,1	49,1
94	59,9	53,0	56,3	49,4	52,9
95	58,5	46,1	47,2	45,2	46,2
96	59,9	51,3	50,7	51,4	51,1
97	59,9	47,6	52,1	50,6	51,4

Medição	Humidade Relativa (%)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da habitação
98	59,9	48,8	61,7	53,9	57,8
99	62,6	51,8	55,1	56,5	55,8
100	62,6	49,0	51,9	50,4	51,2
101	62,6	44,5	46,7	49,9	48,3
102	47,3	39,7	35,9	41,0	38,5
103	47,3	37,9	34,0	38,8	36,4
104	47,3	34,1	34,1	36,3	35,2
105	45,3	38,4	42,9	43,6	43,3
106	45,3	38,4	45,2	46,1	45,7
107	52,6	38,4	41,7	41,2	41,5
108	51,1	38,7	40,9	49,8	45,4
109	51,1	43,3	42,7	46,1	44,4
110	67,1	45,2	53,1	46,1	49,6
111	64,5	48,2	47,0	51,4	49,2
112	64,5	52,7	50,0	50,7	50,4
113	64,5	49,4	54,4	52,3	53,4
114	19,9	52,6	54,4	53,9	54,2
115	19,9	56,7	55,2	50,0	52,6
116	66,4	50,2	54,6	51,2	52,9
117	66,4	44,6	52,2	50,9	51,6
118	71,5	46,4	51,0	49,5	50,3
119	73,2	58,9	58,7	55,8	57,3
120	50,8	61,5	60,1	61,1	60,6
121	50,8	60,9	59,1	55,0	57,1
122	46,0	52,2	69,4	64,5	67,0
123	55,3	61,4	68,1	64,7	66,4
124	55,7	62,0	57,4	58,7	58,1
125	55,7	62,0	66,8	62,8	64,8
126	77,2	71,5	66,5	68,0	67,3
127	72,8	69,0	73,5	74,1	73,8
128	63,8	65,7	13,6	72,5	43,1
129	61,8	60,4	66,4	69,9	68,2
130	52,9	58,6	66,2	68,9	67,6
131	52,2	56,6	63,7	64,5	64,1
132	52,0	67,7	63,6	64,5	64,1
133	54,1	61,5	62,3	63,8	63,1
134	63,4	63,4	67,6	67,7	67,7
135	53,1	55,3	63,7	65,1	64,4
136	48,6	55,5	57,0	57,6	57,3
137	50,3	55,1	68,3	68,3	68,3
138	50,3	54,9	62,3	60,5	61,4
139	50,3	56,0	74,9	72,3	73,6
140	62,7	56,3	71,4	69,8	70,6

Medição	Humidade Relativa (%)				
	Exterior	Vão de escadas	Cozinha	Sala	Média da habitação
141	54,2	53,5	51,4	55,7	53,6
142	54,2	62,3	71,0	69,9	70,5
143	63,2	63,8	71,5	67,9	69,7
144	63,2	59,5	62,9	60,8	61,9
145	58,0	58,8	56,5	53,2	54,9
146	67,0	59,8	65,2	62,4	63,8
147	85,1	67,6	71,9	67,6	69,8
148	60,2	57,8	64,7	65,4	65,1
149	60,2	59,8	64,1	66,8	65,5
150	62,5	61,0	64,7	67,2	66,0
151	50,8	48,5	49,7	49,4	49,6
152	43,9	49,3	51,9	51,0	51,5
153	45,8	58,5	61,4	59,1	60,3
154	43,9	48,9	49,0	52,4	50,7
155	54,9	49,9	56,8	58,4	57,6
156	78,8	61,5	67,3	63,3	65,3
157	80,9	66,9	68,7	70,3	69,5
158	83,4	66,0	72,5	75,5	74,0
159	83,4	64,5	72,7	71,5	72,1
160	69,8	64,1	68,0	67,9	68,0
161	59,7	59,9	69,8	75,9	72,9
162	68,6	58,1	62,1	70,6	66,4

ANEXO F:
MEDIÇÕES CONTÍNUAS DE TEMPERATURA E DE HUMIDADE
RELATIVA

Tabela F.1 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 1)

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.1, 3ºD	Exterior	E.1, RC-D	E.1, 3ºD
1	19,68	23,53	23,69	53,8	47,7	40,2
2	19,49	23,55	23,79	52,6	49,0	39,3
3	19,27	23,65	23,65	54,7	48,7	40,9
4	19,01	23,62	23,65	53,8	48,4	38,7
5	18,70	23,55	23,60	56,8	49,6	39,1
6	18,39	23,50	23,79	53,2	50,1	38,5
7	17,78	23,48	23,77	58,9	50,5	39,9
8	17,63	23,48	23,62	63,1	50,6	40,0
9	17,30	23,60	23,89	62,7	50,5	41,7
10	16,85	23,69	24,01	69,0	50,7	46,2
11	16,51	23,79	24,06	66,3	50,5	47,3
12	16,42	23,81	24,13	66,9	51,2	46,2
13	15,94	23,86	24,15	70,4	51,8	46,1
14	15,82	23,79	24,15	77,6	52,3	46,7
15	15,18	23,60	24,13	76,7	52,7	46,7
16	15,27	23,50	24,18	78,6	53,3	48,9
17	14,92	23,41	24,18	80,2	53,4	49,1
18	14,99	23,36	24,13	75,3	53,9	48,5
19	14,84	23,31	24,08	76,3	53,9	48,6
20	14,56	23,24	24,01	77,8	54,0	48,5
21	14,41	23,21	23,93	76,9	53,7	47,6
22	14,34	23,17	23,86	78,2	53,8	46,9
23	14,46	23,12	23,77	81,3	54,0	46,0
24	14,08	23,07	23,69	81,6	53,9	46,1
25	14,22	23,02	23,62	83,9	53,8	46,3
26	14,01	23,00	23,57	83,3	54,0	46,6
27	13,72	22,95	23,50	84,9	54,0	46,6
28	13,79	22,90	23,43	84,2	53,9	46,7
29	13,62	22,88	23,36	87,2	54,4	46,7
30	13,96	22,83	23,29	86,0	54,3	46,7
31	14,05	22,78	23,24	84,2	54,4	46,7
32	15,56	22,73	23,19	74,5	54,3	47,1
33	16,39	22,73	23,12	68,7	53,9	46,9
34	17,06	22,73	23,09	65,8	54,5	46,9
35	17,06	22,71	22,90	64,8	53,9	44,5
36	18,11	22,66	22,78	57,2	53,1	42,6
37	17,92	22,61	22,69	55,4	53,0	42,0
38	19,94	22,57	22,47	47,2	52,7	41,9
39	16,09	22,52	22,69	65,9	52,4	44,1
40	18,39	22,47	22,33	55,1	52,7	41,8
41	18,44	22,40	22,18	46,2	50,7	40,7

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.1, 3ºD	Exterior	E.1, RC-D	E.1, 3ºD
42	18,42	22,33	22,42	48,8	49,4	42,2
43	19,01	22,30	22,69	47,7	49,4	43,7
44	18,51	22,25	22,11	48,5	48,6	38,8
45	18,99	22,21	21,78	46,9	49,1	37,2
46	18,54	22,18	21,68	43,9	48,2	35,4
47	18,49	22,16	21,61	47,9	47,7	37,7
48	18,47	22,21	21,58	49,9	48,3	38,1
49	17,73	22,28	21,35	51,5	48,1	39,2

Tabela F.2 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 2)

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.2, RC-E	Exterior	E.1, RC-D	E.2, RC-E
1	17,94	22,37	22,30	50,66	48,24	42,62
2	18,01	22,45	22,13	51,58	48,84	43,38
3	17,44	22,49	22,25	50,22	48,44	43,98
4	17,35	22,54	22,23	52,21	48,99	44,46
5	17,11	22,49	22,30	53,84	48,69	46,97
6	16,87	22,37	22,30	54,91	49,10	45,83
7	16,73	22,35	22,35	57,41	49,18	47,25
8	16,32	22,47	22,33	59,99	49,82	46,30
9	16,01	22,54	22,33	60,72	50,05	46,39
10	15,80	22,61	22,33	61,83	50,93	46,54
11	15,56	22,69	22,35	63,40	51,91	46,61
12	15,56	22,59	22,35	64,60	52,70	46,57
13	15,42	22,45	22,30	63,62	52,73	46,65
14	15,39	22,35	22,21	64,04	53,09	46,59
15	15,35	22,28	22,11	65,14	53,24	46,85
16	15,27	22,23	22,06	66,32	53,32	47,13
17	15,13	22,18	22,02	67,23	53,33	47,30
18	14,96	22,16	21,99	67,46	53,26	47,35
19	14,84	22,11	21,97	67,43	53,25	46,91
20	14,65	22,06	21,92	69,03	52,88	46,30
21	14,58	22,04	21,90	68,99	52,73	46,16
22	14,60	21,99	22,30	69,56	52,63	45,51
23	14,34	21,97	21,90	70,59	52,57	46,64
24	13,81	21,92	21,82	71,64	52,27	46,25
25	13,69	21,87	21,78	71,97	51,90	46,18
26	13,60	21,82	21,75	71,92	51,61	45,86
27	13,36	21,78	21,68	72,68	51,31	45,74
28	13,26	21,73	21,68	72,88	51,58	46,42
29	13,72	21,68	21,61	71,66	50,68	45,45
30	14,01	21,51	21,56	70,81	47,81	44,99
31	14,58	21,42	21,58	69,36	47,26	46,46

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.2, RC-E	Exterior	E.1, RC-D	E.2, RC-E
32	14,77	21,39	21,54	70,43	48,32	45,44
33	15,11	21,37	21,39	68,32	48,54	45,56
34	15,35	21,35	21,27	66,89	48,45	45,59
35	15,44	21,30	21,01	69,94	48,84	46,91
36	15,54	21,27	21,13	73,04	49,33	47,86
37	15,87	21,25	21,13	71,69	49,58	47,82
38	16,30	21,25	21,06	68,92	50,30	49,88
39	16,25	21,27	21,16	70,09	50,70	50,67
40	15,85	21,23	21,23	74,19	50,82	50,23
41	15,92	21,23	21,18	74,04	51,57	50,69
42	15,66	21,25	21,08	79,32	53,04	51,62
43	15,18	21,25	21,06	84,09	54,33	53,82
44	14,94	21,42	21,06	89,76	57,33	54,70
45	15,08	21,39	21,01	89,93	56,22	55,98
46	14,99	21,49	20,99	91,55	56,55	56,54
47	13,62	21,51	21,01	93,56	56,32	56,66
48	14,27	21,49	21,01	97,04	57,18	56,92

Tabela F.3 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 3)

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.3, 2ºE	Exterior	E.1, RC-D	E.3, 2ºE
1	14,96	21,49	23,02	87,0	56,7	57,3
2	15,80	21,44	23,02	77,8	56,0	53,2
3	15,75	21,39	22,71	74,9	55,4	49,2
4	15,51	21,25	22,69	72,2	55,0	49,3
5	15,13	21,13	22,59	77,5	54,9	51,7
6	14,82	21,06	22,73	78,3	54,8	53,8
7	14,92	21,01	22,83	75,7	55,3	55,4
8	14,53	21,04	23,14	76,7	55,4	65,4
9	14,20	21,13	23,09	75,3	55,6	60,5
10	13,86	21,20	23,00	76,6	55,7	58,6
11	13,40	21,18	22,95	81,5	55,6	57,9
12	13,09	21,04	22,97	80,9	55,4	57,7
13	13,04	20,92	22,95	80,0	55,6	57,5
14	13,16	20,85	22,88	82,6	55,6	56,5
15	13,07	20,77	22,88	80,2	55,7	58,2
16	13,09	20,73	22,83	79,9	55,7	56,6
17	13,04	20,70	22,73	79,6	55,8	55,1
18	13,19	20,65	22,73	79,0	55,8	56,3
19	12,83	20,61	22,71	80,2	55,9	56,9
20	12,85	20,56	22,64	80,5	56,0	55,6
21	12,75	20,54	22,66	80,2	56,1	56,8
22	12,49	20,51	22,61	81,9	56,1	57,6

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.3, 2ºE	Exterior	E.1, RC-D	E.3, 2ºE
23	12,27	20,46	22,61	82,4	56,2	57,2
24	12,17	20,42	22,59	83,3	56,2	57,4
25	12,20	20,39	22,59	83,6	56,2	57,6
26	12,59	20,37	22,54	77,2	56,3	57,3
27	12,59	20,37	22,54	75,7	56,5	57,5
28	12,78	20,25	22,52	80,2	56,0	57,9
29	13,31	20,18	22,54	75,8	53,9	57,6
30	14,17	20,15	22,52	74,7	54,2	58,4
31	15,23	20,20	22,49	68,7	56,0	58,4
32	16,13	20,23	22,47	62,4	56,5	58,4
33	17,18	20,23	22,45	59,6	56,4	58,0
34	17,51	20,23	22,42	58,1	56,2	57,7
35	21,32	20,23	22,37	43,1	56,2	57,9
36	19,75	20,20	22,35	46,5	56,0	56,7
37	19,25	20,15	22,25	46,0	55,8	54,3
38	19,15	20,15	22,23	44,2	55,3	52,4
39	18,96	20,15	22,09	44,0	56,7	48,5
40	19,13	20,13	21,87	44,8	55,0	46,3
41	19,27	20,06	21,73	43,0	51,2	43,8
42	18,68	20,08	21,70	48,5	52,5	45,2
43	18,44	20,20	21,87	48,5	53,3	46,3
44	18,63	20,27	21,85	46,8	53,1	45,8
45	18,70	20,32	21,85	45,4	53,1	46,3
46	18,35	20,44	21,85	49,2	52,4	46,5
47	18,20	20,56	21,90	49,9	53,0	46,8
48	18,13	20,65	21,92	49,2	53,7	46,9
49	17,97	20,68	21,94	51,2	53,8	46,8

Tabela F.4 – Valores medidos de temperatura e de humidade relativa durante 24 horas (Comparação 4)

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.4, 1ºE	Exterior	E.1, RC-D	E.4, 1ºE
1	17,28	20,68	21,23	51,86	54,56	41,85
2	17,06	20,63	21,06	51,85	54,29	41,92
3	16,49	20,54	21,08	54,81	53,85	42,64
4	16,25	20,58	21,06	54,97	53,51	42,26
5	15,75	20,65	21,01	60,86	53,70	43,23
6	15,39	20,73	21,04	63,05	54,14	43,70
7	15,08	20,80	21,04	65,07	54,42	43,99
8	14,70	20,85	21,01	68,36	54,50	44,43
9	14,29	20,85	21,04	70,54	54,28	44,62
10	14,13	20,73	20,96	71,12	54,45	44,61
11	13,89	20,61	20,94	72,31	54,58	44,61
12	13,77	20,54	20,92	72,14	54,65	44,58

Medição	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)		
	Exterior	E.1, RC-D	E.4, 1ºE	Exterior	E.1, RC-D	E.4, 1ºE
13	13,45	20,49	21,01	74,18	54,87	44,89
14	13,26	20,44	20,96	74,21	54,72	45,44
15	13,12	20,39	20,92	73,29	54,79	45,25
16	12,85	20,34	20,87	74,43	54,63	44,79
17	12,32	20,32	20,85	77,07	54,41	44,58
18	12,30	20,27	20,77	76,60	54,24	44,51
19	12,22	20,25	20,73	75,96	54,32	44,17
20	11,93	20,23	20,68	76,64	54,42	43,92
21	11,57	20,18	20,63	78,32	54,00	44,07
22	11,06	20,15	20,65	79,99	53,99	44,77
23	10,84	20,11	20,80	81,60	54,02	45,62
24	10,79	20,11	20,85	81,84	54,97	46,06
25	11,32	20,04	20,61	78,88	52,99	43,17
26	11,79	19,99	20,34	77,07	52,92	44,06
27	12,92	19,89	20,32	73,67	52,01	44,31
28	14,24	19,87	20,42	68,31	52,65	44,89
29	14,96	20,04	20,56	64,78	63,12	45,95
30	16,63	20,01	20,49	56,38	56,02	44,48
31	19,04	20,25	20,44	48,17	61,36	43,87
32	22,25	20,08	20,27	42,80	56,41	44,53
33	22,33	20,01	20,39	36,58	55,85	42,78
34	20,68	19,96	20,23	41,28	55,75	42,07
35	19,70	19,99	20,32	47,68	56,00	43,18
36	19,39	20,08	20,30	47,36	56,62	43,64
37	19,77	20,15	20,42	45,44	54,03	42,75
38	19,61	20,20	20,44	44,04	51,87	41,89
39	19,25	20,25	20,27	43,90	51,69	41,37
40	19,56	20,30	20,27	44,15	50,91	39,59
41	19,63	20,42	20,42	39,61	52,14	41,16
42	20,37	20,58	20,54	37,72	52,88	40,36
43	19,94	20,65	20,61	42,22	53,56	42,21
44	18,61	20,73	20,68	52,84	54,27	43,76
45	18,94	20,80	20,80	48,65	54,89	44,98