



Aplicação do Ensaio de Porta Ventiladora ao Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

CARLOS HUGO CASEIRO TAVARES DE FREITAS MATOS

Outubro de 2013

Aplicação do Ensaio de Porta Ventiladora ao Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

Carlos Hugo Caseiro Tavares de Freitas Matos

Relatório de Estágio para obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Ramo de Construções

Orientador: Professor Doutor Diogo Rodrigo Ferreira Ribeiro
Orientador: Eng.º António Cardoso Morais dos Santos Lessa

Instituto Superior de Engenharia do Porto

5 de Outubro de 2013

PALAVRAS CHAVE:

Permeabilidade ao ar, Porta ventiladora, Renovações por Hora, Conforto térmico, Eficiência Energética.

RESUMO

Com a crescente sensibilização mundial relativa ao aquecimento global, provocado pela alta quantidade de emissão de gases com efeito de estufa, torna-se imperativa a redução de consumos de combustíveis fósseis e consecutivas emissões. Ao nível da construção civil, uma intervenção eficaz na prevenção de perdas de ar aquecido poderá levar a diminuições superiores a 50% na utilização de energia.

Este trabalho pretende estudar a importância da eficiência energética nos edifícios, com especial enfoque na sua permeabilidade ao ar. O ensaio de porta ventiladora permite avaliar esta permeabilidade e identificar os locais onde se dão as infiltrações, nomeadamente com auxílio da câmara térmica.

O principal objectivo é estudar a aplicação deste ensaio na legislação em desenvolvimento no âmbito da certificação energética, através da comparação dos resultados de quatro habitações distintas.

Também ao nível da eficiência energética, será obtida a classe energética, segundo a legislação em vigor à corrente data em Portugal, de uma das habitações ensaiadas e propostas medidas de melhoria para o desempenho energético desta.

Do estudo efectuado é destacado o facto de o valor de renovações horárias do ar interior de uma fracção ser sempre inferior quando obtido unicamente através da legislação em desenvolvimento, em comparação com a obtenção deste através da legislação com auxílio do ensaio da porta ventiladora, o que leva a um grande desincentivo na utilização deste.

KEY WORDS:

Air Leakage, Blower Door, Air Changes per Hour, Thermal Comfort, Energy Conservation.

ABSTRACT

With the increasing worldwide awareness on global warming, caused by the emission of greenhouse gases, the reduction of fossil fuels consumption and consequent emissions became imperative. At the construction level, an effective intervention in the prevention of heat loss can lead to 50% reductions on the energy consumption values.

This document aims to study the relevance of energy conservation in buildings, with special focus on its air tightness. The blower door test enables the evaluation of this permeability, as well as the spotting of the sites where the infiltration occurs, in particular with the assistance of the thermographic camera.

The main objective is to study the application of the blower door test in the legislation under development in the scope of energy conservation, through the comparison of four individual dwellings to which the test was applied.

Also in the energy conservation scope, the energetic class of one of the tested dwellings will be determined after the current legislation in effect in Portugal. There will also be proposed some energy conservation improvement proposals.

The most prominent conclusion of the carried study, is the fact that the value of air changes per hour given by the legislation under development alone, in comparison with the value given by it with the contribution of the blower door test, is always lower, which might lead to a big discouragement in the usage of this test.

ÍNDICE GERAL

1. Introdução.....	1
1.1. A conservação da energia em edifícios e respectiva legislação em Portugal.....	1
1.2. O impacto das habitações na distribuição de consumos energéticos em Portugal	2
1.3. Âmbito de estudo e enquadramento geral	5
1.4. Objetivos	6
1.5. Estrutura do trabalho	6
2. Certificação energética	8
2.1. Certificação energética segundo RCCTE ou RSECE	8
2.2. Enquadramento ao actual RCCTE	10
2.3. Obtenção de classe energética segundo o RCCTE	11
2.4. Certificação energética em edifícios existentes	29
2.4.1. Enquadramento.....	29
2.4.2. Levantamento dimensional	29
2.4.3. Simplificações possíveis ao método de certificação energética	30
2.4.4. Medidas de melhoria	36
2.4.5. Relatório síntese	36
2.4.6. Certificações internacionais de referência.....	36
3. Ventilação.....	38
3.1. Enquadramento.....	38
3.2. Ventilação natural.....	38
3.3. Ventilação mecânica.....	39
3.4. Ventilação híbrida	40
3.5. Ventilação e conforto térmico	40
3.6. Permeabilidade ao ar dos edifícios	41
3.7. Ensaio de porta ventiladora	44
3.8. Método de estimativa das Renovações por hora através da Porta Ventiladora	49
3.9. Valores limite de outros países da Europa.....	51
3.10. Termografia e Porta Ventiladora	52
3.11. Perdas por ventilação no RCCTE actual	55
3.12. Perdas por ventilação no RCCTE em desenvolvimento	57
4. Casos de estudo de ventilação	60
4.1. Introdução.....	60
4.2. Método de realização do ensaio de porta ventiladora.....	60
4.3. Caso de estudo 1	62

4.3.1. Descrição da fracção	62
4.3.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual.....	63
4.3.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora	64
4.3.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora	64
4.3.5. Quadro Resumo.....	65
4.3.6. Registo Termográfico.....	66
4.4. Caso de estudo 2	67
4.4.1. Descrição da fracção	67
4.4.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual.....	69
4.4.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora	69
4.4.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora	69
4.4.5. Quadro Resumo.....	70
4.4.6. Registo Termográfico.....	71
4.5. Caso de estudo 3	72
4.5.1. Descrição da fracção	72
4.5.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual.....	73
4.5.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora	74
4.5.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora	74
4.5.5. Quadro Resumo.....	75
4.5.6. Registo Termográfico.....	76
4.6. Caso de estudo 4	77
4.6.1. Descrição da fracção	77
4.6.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual.....	79
4.6.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora	80
4.6.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora	80
4.6.5. Quadro resumo	80
4.6.6. Registo termográfico.....	82
4.7. Análise comparativa dos resultados	83

5. Aplicação da certificação energética a um caso prático.....	86
5.1. Âmbito.....	86
5.2. Levantamento dimensional.....	86
5.3. Simplificações adoptadas.....	92
5.4. Classe energética alcançada	93
5.5. Medidas de Melhoria	95
5.5.1. Isolamento interior das paredes exteriores	96
5.5.2. Isolamento interior das paredes interiores.....	97
5.5.3. Isolamento interior de coberturas exteriores	98
5.5.4. Substituição de vãos envidraçados	99
5.5.5. Instalação de aberturas permanentes auto-reguláveis.....	100
5.5.6. Instalação de sistema de climatização	101
5.5.7. Todas as medidas de melhoria.....	102
5.6. Classe energética obtida para outros valores de Rph	103
6. Conclusões.....	104
Bibliografia	106
Anexos	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Repartição do Consumo de Energia Final em 2009 (DGEG e INE, 2011)	3
Figura 2 - Consumo de energia no alojamento por tipo de fonte (DGEG e INE, 2011)	4
Figura 3 - Consumo de electricidade nas fracções (DGEG e INE, 2011)	4
Figura 4 - Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de utilização (DGEG e INE, 2011)	5
Figura 5 - Fluxograma de aplicação de RCCTE ou RSECE em edifícios multifamiliares (Adene, 2011)	8
Figura 6 - Fluxograma de aplicação de RCCTE ou RSECE em edifícios de serviços (Adene, 2011)9	
Figura 7 - Etapas da certificação Energética	10
Figura 8 - Classificações do Sistema de Certificação Energética (Adene, 2013)	11
Figura 9 - Valor de τ no RCCTE	14
Figura 10 - Obtenção da taxa adicional de ventilação (ADENE, 2010)	18
Figura 11 - Quadro de obtenção de q_i (RCCTE, 2006).....	20
Figura 12 - Factor de orientação, X (RCCTE, 2006).....	20
Figura 13 - Fracção envidraçada para diferentes tipos de caixilharia	21
Figura 14 - Determinação de I_r e θ_m , (RCCTE, 2006)	23
Figura 15 - Obtenção do valor α , (RCCTE, 2006).....	23
Figura 16 - F_w na situação de Verão (RCCTE, 2006)	24
Figura 17 - Estimativa do número de habitantes, (RCCTE, 2006)	25
Figura 18 - Número anual de dias de consumo de AQS, (RCCTE, 2006).....	25
Figura 19 - Software Solterm	26
Figura 20 - Exemplo da 1ª página de um Certificado Energético (ADENE,2013).....	28
Figura 21 - U para paredes simples exteriores de cantaria (Adene).....	32
Figura 22 - U para paredes rebocadas simples exteriores anteriores a 1960 (Adene).....	32
Figura 23 - U para paredes rebocadas simples exteriores posteriores a 1960 (Adene)	32
Figura 24 - U para coberturas e pavimentos (Adene)	33
Figura 25 - Resistências térmicas superficiais (LNEC, 2006)	33
Figura 26 - Produto $F_s.F_g.F_w$ (ADENE, 2009)	34
Figura 27 - Valores de referência da eficiência dos equipamentos de climatização e produção de AQS, (ADENE, 2009).....	36
Figura 28 - Extracção mecânica (Concannon, 2002)	39
Figura 29 - Sistemas balanceados de ventilação mecânica	40
Figura 30 - Permeabilidade pela diferença de densidade do ar	43
Figura 31 - Nível de Pressão Neutra (Silva P. C., 2006).....	43

Figura 32 - o sistema de porta ventiladora com todos os seus componentes (adaptado de Retrotec)	44
Figura 33 - Montagem e ajuste da caixilharia de alumínio	46
Figura 34 - Processo de fixação do tecido à caixilharia de alumínio	47
Figura 35 - Montagem do conjunto caixilharia-tecido na porta	47
Figura 36 - Colocação do ventilador no conjunto caixilharia-tecido	48
Figura 37 - Conexão do ventilador com o manómetro e o computador portátil	48
Figura 38 - Exemplo do caso de estudo 1 de gráfico de relação caudal-pressão dado pelo software Fantestic da Retrotec	50
Figura 39 - Espectro electromagnético (FLIR, 2011)	53
Figura 40 - esquerda: fuga no sistema de pavimento radiante; direita: pontes térmicas planas (FLIR, 2011)	53
Figura 41 - Exemplo de identificação de infiltrações através da termograifa (FLIR, 2011)	54
Figura 42 - Exemplo de reflexão na termografia	55
Figura 43 - Folha de cálculo do RCCTE actual - exemplo 1 (ITeCons-UC, 2011)	56
Figura 44 - Folha de cálculo do RCCTE actual - exemplo 2 (ITeCons-UC, 2011)	57
Figura 45 - Folha de Cálculo do RCCTE em desenvolvimento, Pontos 2 e 3	59
Figura 46 - Software Fantestic	61
Figura 47 - Caso 1 - Vista Exterior	62
Figura 48 - Planta da fracção 1	63
Figura 49 - esquerda: Abertura para o exterior da caixa de escadas da fracção 1; direita: Sistema Porta Ventiladora montado na fracção 1	65
Figura 50 - Abertura de ar e conduta de exaustão seladas da fracção 1	65
Figura 51 - Fracção 2 - Vista exterior	67
Figura 52 - Planta do 1º Piso da fracção 2	68
Figura 53 - Planta do 2.º Piso da fracção 2	68
Figura 55 - Instalação da Porta Ventiladora na fracção 2	70
Figura 54 - Exaustão de ar da fracção 2 selada	70
Figura 56 - Caso 3 - Vista Exterior	72
Figura 57 - Planta do 2º Piso da fracção 2	73
Figura 58 - esquerda: Planta do R/C da fracção 3; direita: Planta do 1.º Piso da fracção 3	73
Figura 59 - Conduatas de Exaustão da fracção 3 seladas	75
Figura 60 - esquerda: porta ventiladora antes de selar; direita: porta ventiladora totalmente selada	75
Figura 61 - Caso 4 - Vista Exterior	77
Figura 62 - Planta do R/C da fracção 4 - Parte 1	78
Figura 63 - Planta da biblioteca (1º Piso) da fracção 4	78
Figura 64 - Planta do R/C da fracção 4 - Parte 2	79

Figura 65 - Sistema Porta Ventiladora na fracção 4.....	80
Figura 66 - Planta do R/C da fracção em estudo e respectiva legenda.....	91
Figura 67 - Plantas do 1.º e 2.º piso da fracção em estudo	91
Figura 68 - Definição das envolventes da fracção em estudo	92
Figura 69 - Apresentação do Certificado Obtido	94
Figura 70 - Folha de Cálculo IV.2.....	95
Figura 71 - Medida de melhoria 1	96
Figura 72 - Medida de melhoria 2.....	97
Figura 73 - Medida de melhoria 3.....	98
Figura 74 - Medida de melhoria 4.....	99
Figura 75 - Medida de melhoria 5.....	100
Figura 76 - Medida de melhoria 6.....	101
Figura 77 - Folha de Cálculo IV.2 após todas as medidas de melhoria	102

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Determinação de R _{ph} segundo o RCCTE actual (RCCTE, 2006).....	16
Tabela 2 - Determinação da classe de exposição (RCCTE, 2006).....	17
Tabela 3 - Simplificações no levantamento dimensional (ADENE, 2009).....	31
Tabela 4 - Requisitos de Permeabilidade ao ar em Edifícios Residenciais de diferentes países; Adaptado de <i>Retrotec</i>	52
Tabela 5 - Folha de Cálculo do RCCTE em desenvolvimento, Ponto 1	58
Tabela 6 - Quadro Resumo do caso 1	65
Tabela 7 - Registo Termográfico da fracção 1	66
Tabela 8 - Quadro Resumo do caso 2	70
Tabela 9 - Registo Termográfico da fracção 2	71
Tabela 10 - Quadro Resumo do caso 3	75
Tabela 11 - Registo Termográfico da fracção 3	76
Tabela 12 - Quadro Resumo do caso 4	81
Tabela 13 - Registo Termográfico da fracção 4.....	82
Tabela 14 - Quadro de Análise Comparativa	83
Tabela 15 - Sombreamentos dos envidraçados da fracção em estudo.....	87
Tabela 16 - Levantamento fotográfico do caso prático.....	90
Tabela 17 - Relevância de cada medida de melhoria	103
Tabela 18 - Classe energética segundo diferentes métodos	103

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

q - Pressão do vento (Pa)

ρ - Densidade do ar (kg/m^3)

v - Velocidade do vento (m/s)

FF - Factor de forma (-)

ΔP - Diferença de pressão (Pa)

g - Aceleração da gravidade (m/s^2)

h - Altura (m)

h^{NPP} - Altura do nível neutro de pressão (m)

T_i - Temperatura interior ($^{\circ}\text{C}$)

T_o - Temperatura Exterior ($^{\circ}\text{C}$)

Rph - Renovações por hora (-)

$Rph50/n50$ - Renovações por hora para um diferencial de 50 Pa (-)

Q - Caudal de ar escoado (m^3/s)

C - coeficiente de escoamento do ar (-)

n - Característica geométrica dos orifícios (-)

V - Volume interior da fracção (m^3)

Ap - Área útil de pavimento da fracção (m^2)

$Q50$ - Caudal de ar escoado para um diferencial de 50 Pa (m^3/s)

Nic - Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$)

Ni - Valor máximo de necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$)

Nvc - Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$)

Ni - Valor máximo de necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$)

Nac - Necessidades nominais de energia útil para produção de águas quentes sanitárias ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$)

Na - Valor máximo admissível de necessidades nominais anuais de energia útil para produção de águas quentes sanitárias ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$)

Ntc - Necessidades nominais anuais globais ($\text{kgep/m}^2.\text{ano}$)

Nt - Valor máximo admissível de energia primária ($\text{kgep/m}^2.\text{ano}$)

η_i - Eficiência nominal dos equipamentos utilizados para sistemas de aquecimento (-)

η_v - Eficiência nominal dos equipamentos utilizados para sistemas de arrefecimento (-)

$F_{pui}/F_{puv}/F_{pua}$ - Factor de conversão entre energia útil e energia primária para estação de aquecimento, arrefecimento e águas quentes sanitárias, respectivamente (kgep/kWh)

Qt - Perdas de calor por condução através da envolvente na estação de aquecimento (kWh)

- Q_v - Perdas de calor por renovação do ar na estação de aquecimento (kWh)
- Q_{gu} - Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento (kWh)
- Q_g - Ganhos totais brutos do edifício (kWh)
- Q_{ext} - Perdas de calor pela envolvente em contacto com o exterior (W)
- Q_{lna} - Perdas de calor pela envolvente em contacto com espaços não aquecidos (W)
- Q_{pe} - Perdas de calor pelos pavimentos e paredes em contacto com o solo (W)
- Q_{pt} - Perdas de calor pelas pontes térmicas lineares (W)
- Q_i - Ganhos térmicos por fontes internas de calor (kWh)
- Q_s - Ganhos térmicos por aproveitamento da radiação solar (kWh)
- Q_1 - Cargas individuais de cada componente da envolvente (kWh)
- Q_2 - Cargas devidas à entrada da radiação solar através dos envidraçados (kWh)
- Q_3 - Cargas devidas à renovação de ar (kWh)
- Q_4 - Cargas internas devidas aos ocupantes, aos equipamentos e iluminação artificial (kWh)
- Q_a - Energia útil despendida com sistemas de preparação de AQS (kWh)
- η_a - Eficiência de conversão dos sistemas de preparação de AQS (-)
- E_{solar} - Contribuição de colectores solares para o aquecimento de AQS (kWh/ano)
- E_{ren} - Contribuição de quaisquer outras formas de energias renováveis (kWh/ano)
- $Maqs$ - Consumo médio diário de referência de AQS (l/dia)
- Δt - Aumento de temperatura necessário para preparação de AQS ($^{\circ}\text{C}$)
- nd - número anual de dias de consumo de AQS (dias)
- I_r - Intensidade média de radiação total incidente em cada orientação durante toda a estação de arrefecimento (kWh/m^2)
- F_f - Factor de forma (-)
- R_{si} - Resistência superficial interior ($\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
- R_{se} - Resistência superficial exterior ($\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
- α - coeficiente de absorção da superfície exterior da parede (-)
- G_{sul} - Valor médio mensal da energia solar média incidente em determinada superfície vertical orientada a Sul de área unitária durante a estação de aquecimento ($\text{kWh}/\text{m}^2, \text{mês}$)
- X - Factor de orientação para as diferentes exposições (-)
- A_s - Área efectiva colectora da radiação solar (m^2)
- F_g - Fracção envidraçada (-)
- F_w - Factor de correcção devido à variação das propriedades do vidro com ângulo de incidência solar (-)
- g_{\perp} - Factor solar do vão envidraçado para radiação incidente na perpendicular ao envidraçado (-)
- F_s - Factor de obstrução (-)
- F_h - Factor de sombreamento do horizonte (-)
- F_o - Factor de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao envidraçado (-)

- F_f - Factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado (-)
- η - Factor de utilização dos ganhos térmicos (-)
- γ - Relação entre os ganhos totais brutos (-)
- q_i - Ganhos térmicos internos médios (W/m^2)
- U - Coeficiente de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
- τ - Coeficiente de redução de perdas (-)
- ψ - Coeficiente de transmissão térmica linear ($W/^\circ C$)
- $\Delta\theta$ - Diferença de temperaturas ($^\circ C$)
- P_d - Pé-direito (m)
- E_v - Energia eléctrica necessária ao funcionamento dos sistemas de ventilação mecânica (kWh)
- P_v - Soma das potências eléctricas de todos os ventiladores instalados (W)
- M - Duração média da estação convencional de aquecimento (meses)
- V_f - Maior dos caudais de insuflação e extracção da fracção (m^3/h)
- V_x - Caudal correspondente a infiltrações por efeitos de ventilação natural (m^3/h)
- C_p - Calor específico do ar ($J/kg \cdot ^\circ C$)
- θ_i - Temperatura do ar interior de referência ($^\circ C$)
- θ_{atm} - Temperatura do ar exterior de referência ($^\circ C$)
- Q_{ra} - Perdas de calor por unidade de tempo correspondentes à renovação do ar interior (W)
- L - Coeficiente de transferência ($W/^\circ C$)
- GD - Graus-dias de aquecimento ($^\circ C/dia$)
- H_t - Coeficiente global de calor ($W/^\circ C$)
- H_{tr} - Coeficiente global de transferência de calor por transmissão pela envolvente ($W/^\circ C$)
- H_{ve} - Coeficiente de transferência de calor por ventilação devido à renovação do ar interior ($W/^\circ C$)

ADENE - Agência para a Energia

AQS - Água Quente Sanitária

ATTMA - Air Tightness Testing and Measurement Association

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

CAD - Computer-Aided Design

CE - Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior

DCR - Declaração de Conformidade Regulamentar

DGEG - Direcção Geral de Energia e Geologia

EN - European Standard (Norma Europeia)

EUA - Estados Unidos da América

GEE - Gases com Efeito de Estufa

GES - Grande Edifício de Serviços

INE - Instituto Nacional de Estatística

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia

NNP - Nível Neutro de Pressão

NP - Norma Portuguesa

PES - Pequeno Edifício de Serviços

PEScC - Pequeno Edifício de Serviços com Climatização

PESsC - Pequeno Edifício de Serviços sem Climatização

PQ - Perito Qualificado

QAI - Qualidade do Ar Interior

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios

VE - Vão Exterior

1. Introdução

1.1. A conservação da energia em edifícios e respectiva legislação em Portugal

A preocupação com o consumo racional de energia nos edifícios irrompeu no período posterior à primeira crise internacional de petróleo, em 1973. O aumento significativo do preço da energia, a constatação de que as suas fontes são esgotáveis e o impacto ambiental da sua utilização estimularam medidas e investigações que incentivam a eficiência energética. Desde então, muitos países adoptaram regulamentações com o objectivo de fixar certos níveis mínimos de desempenho energético dos edifícios, as quais têm vindo a ser alteradas de modo a acompanhar a evolução do conhecimento nesta área (Borges, 2009).

Em Portugal, a primeira regulamentação relativa ao tema entrou em vigor um pouco mais tarde, em 1991. Esta foi denominada de Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE). Como referido anteriormente, o objectivo deste regulamento foi melhorar as condições de conforto no interior dos edifícios, em geral insatisfatórias, e atingir esse conforto sem o gasto excessivo de energia. Apesar de não ter exigências particularmente severas quando comparado a outros países europeus, foi dos pioneiros na consideração de conforto térmico no Verão, estabelecendo também limites às necessidade de arrefecimento para reduzir a necessidade de condicionamento artificial de ar. Mais tarde, em 1998, foi emitido o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) no qual eram impostas medidas de concepção e instalação de sistemas, tendo em vista a sua racionalização energética.

A 29 de Abril do mesmo ano, a União Europeia assinou o protocolo de Quioto, fixando uma meta de redução de emissão de gases com efeito de estufa de 27% em Portugal até 2008-2012 (Presidência do Conselho de Ministros, 2001). Uma das principais fontes de emissão de CO₂, o gás mais representativo dos GEE, é a inceneração de combustíveis fósseis na produção de energia eléctrica. Logicamente, para diminuir a emissão de GEE, é necessário diminuir o consumo de electricidade. Durante a conversão da electricidade em luz, movimento, força, frio ou calor, ocorre inevitavelmente desperdício desta. Este desperdício dá-se na fase de transformação e na fase de utilização. A eficiência energética representa a optimização do consumo de energia através da implementação de estratégias e medidas para combater este desperdício.

Mais tarde, a Directiva Comunitária 2002/91/CE teve como objectivo a promoção da melhoria da eficiência energética nos edifícios, impondo a todos os Estados Membros a emissão de certificados energéticos nos seguintes casos:

- Para obter licença de utilização em edifícios novos;
- Aquando de uma reabilitação importante de edifícios existentes (custo > 25% do valor do edifício sem terreno);

- Aquando da locação ou venda de edifícios de habitação e de serviços existentes (validade do certificado máxima de 10 anos);
- Periodicamente (6 anos) para todos os edifícios públicos (de serviços) com mais de 1.000 m² (Adene, 2013).

A directiva exige apenas a comprovação do cumprimento da regulamentação no final da construção, tendo Portugal optado por fazer este controlo também no pedido de licenciamento. Apesar de ser um processo mais dispendioso, este sistema representa maior potencial de poupança em termos de prevenção de correcções no final da obra.

Com base na referida directiva, foram publicados três documentos legislativos a 4 de Abril de 2006, sendo eles: o Decreto-Lei n.º78/2006, em que foi estabelecido o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios (SCE); o Decreto-Lei n.º79/2006, que corresponde à revisão do referido Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) e o Decreto-Lei n.º 80/2006 que corresponde ao actual RCCTE.

Resumidamente, o actual RCCTE define valores máximos para necessidades nominais de energia útil para o aquecimento, arrefecimento e produção de águas quentes sanitárias, bem como para necessidades globais de energia primária, devendo também ser respeitadas um conjunto de características mínimas de referência nas propriedades térmicas da sua envolvente (RCCTE, 2006). Contudo, este regulamento apresenta alguns parâmetros imprecisos, como será constatado adiante. Adicionalmente, é largamente criticado pelo peso demasiado elevado que os equipamentos de climatização e preparação de AQS representam na classificação final da fracção, dando pouca importância às suas soluções técnicas construtivas, muitas vezes louváveis energeticamente. Atendendo a estas circunstâncias, e com base na Directiva Comunitária 2012/27/EU, existe presentemente uma nova legislação aprovada referente ao desempenho energético de edifícios, que aguarda ainda data de publicação. Esta legislação será adiante designada por RCCTE em desenvolvimento.

1.2. O impacto das habitações na distribuição de consumos energéticos em Portugal

A definição de políticas energéticas e ambientais exige cada vez mais um processo de harmonia entre as duas vertentes, dado o impacto ambiental provocado pelas actividades do sector energético. Uma estratégia de políticas energéticas deverá estabelecer um ponto de encontro entre a viabilidade técnico-económica e as condicionantes ambientais, tendo em conta a relação custo-eficiência e o crescimento económico na promoção de um desenvolvimento sustentável, salvaguardando a competitividade (Direcção-Geral de Energia e Geologia, 2013).

Tem havido em Portugal e na União Europeia, uma preocupação na integração das políticas energética e ambiental. O Pacote Clima-Energia, por exemplo, estabeleceu como metas para a

União Europeia até 2020: a redução em 20% das emissões de gases com efeito estufa; elevar para 20% a quota-parte das energias renováveis no consumo de energia (que já foi de 22.8% em Portugal em 2011 (Direcção-Geral de Energia e Geologia, 2013)); aumentar em 20% a eficiência energética e aumentar para 10% as energias renováveis no sector dos transportes (Parlamento Europeu, 2008).

"O sector dos edifícios é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. No entanto, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂. Para fazer face a esta situação, os Estados-Membros têm vindo a promover um conjunto de medidas com vista a incentivar a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios" (Adene, 2013).

Segundo dados disponibilizados pela DGEG e INE, os sectores doméstico e de serviços detiveram cerca de 29,7% do consumo de energia final em Portugal, em 2009, com 17,7% para o sector doméstico isoladamente (Figura 1). Quanto ao consumo de electricidade, o sector doméstico representou cerca de 29% do consumo total (DGEG e INE, 2011).

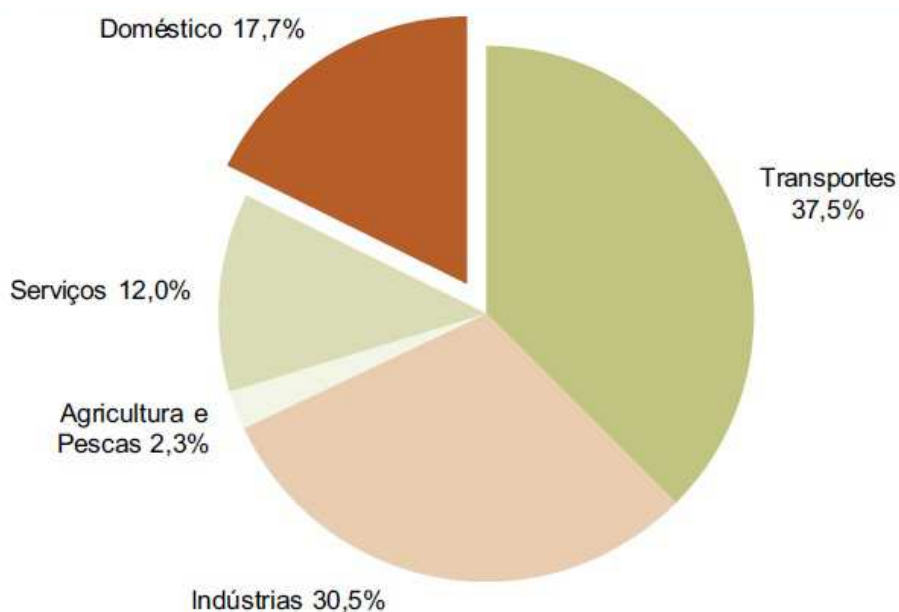


Figura 1 - Repartição do Consumo de Energia Final em 2009 (DGEG e INE, 2011)

Num inquérito posterior também levado a cabo pela DGEG e pelo INE em 2010, constatou-se que a electricidade é a principal fonte de energia utilizada no sector residencial, com cerca de 99,9% das habitações a possuir electricidade com ligação à rede pública. É também o tipo de energia mais consumido em habitações (Figura 2).

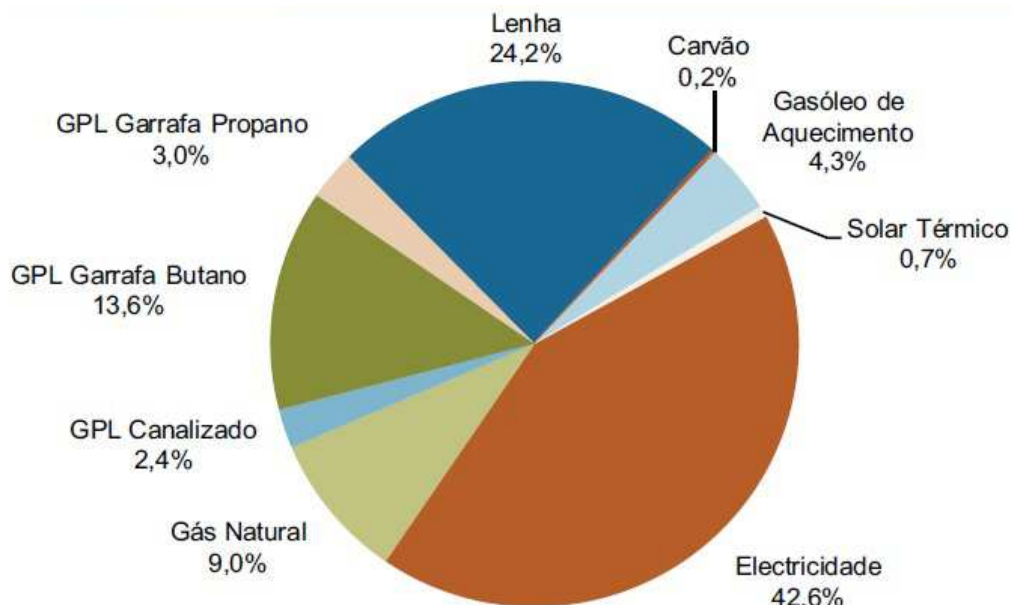


Figura 2 - Consumo de energia no alojamento por tipo de fonte (DGEG e INE, 2011)

Quanto aos consumos domésticos de electricidade, o mesmo inquérito revela uma utilização de 10,7% desta em aquecimento e arrefecimento ambiente (Figura 3). É notório o valor extremamente reduzido para preparação de AQDS (2,4%) quando comparado com os 23,5% do consumo total de energia numa habitação (Figura 4).

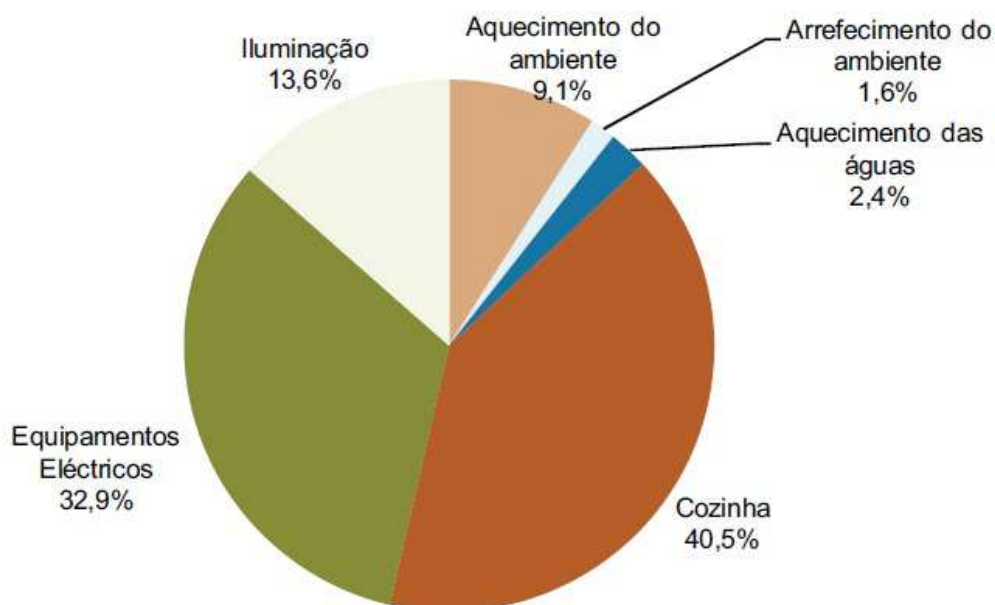


Figura 3 - Consumo de electricidade nas fracções (DGEG e INE, 2011)

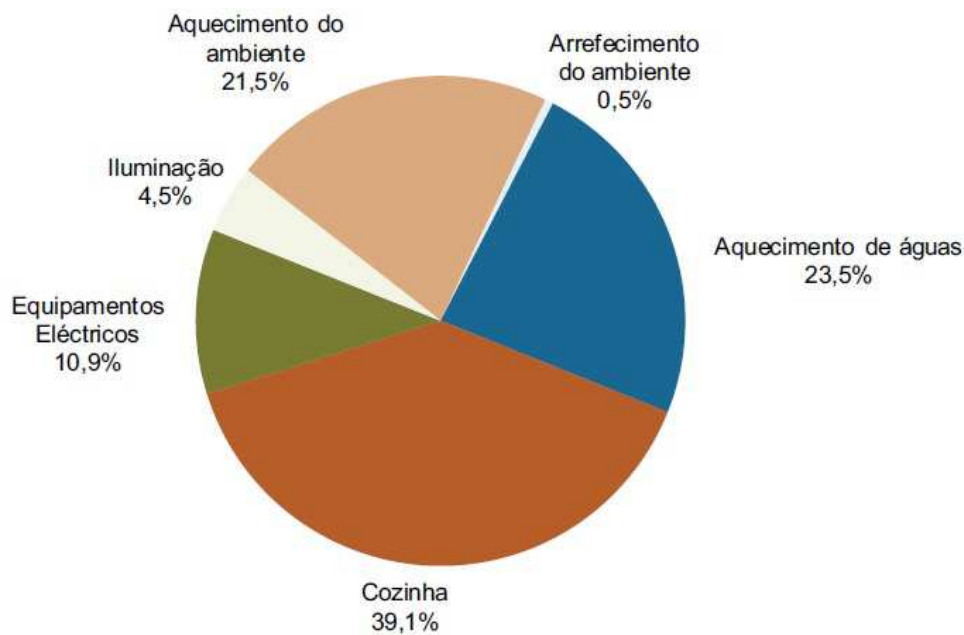


Figura 4 - Distribuição do consumo de energia no alojamento por tipo de utilização (DGEG e INE, 2011)

Do total de alojamentos que compõe os casos de estudo do inquérito, 78,3% utilizaram equipamentos para aquecimento do ambiente, com apenas 33,6% a utilizar equipamentos para arrefecimento do ambiente. O aquecedor eléctrico independente foi o principal equipamento utilizado para aquecimento ambiente, tendo sido usado por cerca de 1,9 milhões de alojamentos em 2010, correspondendo a 61,2% do total. O número médio destes equipamentos localizou-se em 1,5 por fracção, ou seja, 2,8 milhões.

1.3. Âmbito de estudo e enquadramento geral

O presente relatório surge no âmbito da unidade curricular Dissertação / Projecto / Estágio do Ramo de Construções do Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, e é descritivo do estágio curricular realizado na António Santos Lessa & Associados, Lda. no período compreendido entre 31 de Janeiro e 31 de Julho de 2013.

No período de estágio foram realizados cerca de 140 Certificados Energéticos, 3 deles com base em DCR. Adicionalmente, dado o reduzido conhecimento sobre esta em Portugal, surgiu a ideia de realizar um estudo sobre a porta ventiladora. Sucintamente, a porta ventiladora é um ensaio de pressurização ou despressurização de um espaço, que permite obter vários dados importantes no âmbito da eficiência energética. O referido estudo foi essencialmente composto por duas vertentes: a primeira surgiu da necessidade de acrescentar algo ao reduzido conhecimento sobre este ensaio em Portugal e de entender a integração e concordância deste na legislação que se encontra presentemente em desenvolvimento; a segunda surgiu da oportunidade proporcionada pelo desenvolvimento de outra dissertação na área da termografia, que em junção com a porta ventiladora servirá de objecto de estudo deste conjunto na detecção de anomalias na construção.

1.4. Objetivos

- Avaliar as renovações por hora de diferentes fracções segundo o RCCTE actual, o RCCTE em desenvolvimento e o ensaio da porta ventiladora;
- Analisar e comparar os resultados recolhidos, tendo em conta os aspectos relevantes de cada fracção;
- Validar o método exposto no RCCTE em desenvolvimento para obtenção das renovações por hora por comparação com os valores obtidos através do RCCTE em desenvolvimento com auxílio da porta ventiladora;
- Avaliar o desempenho da porta ventiladora em conjunto com câmara termográfica;
- Obter a classe de classificação energética de uma das fracções analisadas e estudar possibilidades de melhoria do seu desempenho energético.

1.5. Estrutura do trabalho

O presente documento encontra-se dividido em 6 capítulos:

O capítulo 1 apresenta o relatório, com uma breve introdução ao tema e uma descrição de como foi concebido, enumerando também os seus principais objectivos;

O capítulo 2 faz uma exposição do tema da certificação energética em edifícios, abordando e explicando a legislação actual. São também descritas outras certificações, como o LEED e a Passive House.

No capítulo 3 são apresentadas noções de ventilação e a sua relação com o conforto térmico, a sua componente da permeabilidade dos edifícios e como esta poderá ser determinada através de vários métodos, incluindo o ensaio da porta ventiladora. É também apresentada a termografia e a sua relação com a porta ventiladora, e algumas legislações europeias relacionadas com esta.

O capítulo 4 está estritamente relacionado com o anterior. Neste são expostas as 4 fracções que compõe o presente estudo, assim como todos os procedimentos efectuados para obtenção das renovações por hora de cada uma delas através de cada um dos métodos apresentados. São também comparados os resultados obtidos e respectivas imagens infravermelhas.

No capítulo 5 é feita uma aplicação prática de um certificado energético a uma das fracções estudadas no capítulo anterior. São também analisados resultados com os diferentes valores de renovações por hora também obtidas no capítulo anterior para essa fracção.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões com base no estudo e estágio efectuados.

Na bibliografia são enumeradas todas as referências bibliográficas consultadas na realização do estudo.

2. Certificação energética

2.1. Certificação energética segundo RCCTE ou RSECE

A certificação energética permite ao proprietário obter o desempenho energético da sua fracção, possibilitando estimativas de consumos e consecutivas despesas. Deste modo, a certificação serve como comparação entre habitações e poderá constituir um factor relevante na escolha das mesmas por parte de quem as pretender adquirir ou alugar. O Certificado Energético contém ainda medidas de melhoria que o proprietário poderá adoptar para reduzir os seus gastos energéticos, ou simplesmente melhorar o conforto no interior da habitação (Adene, 2013).

O processo de certificação energética de um edifício ou fracção autónoma envolve a actuação de um Perito Qualificado pela ADENE, que fará uma avaliação e classificação relativa ao seu desempenho energético conforme o respectivo regulamento: para fracções habitacionais ou de serviços com área inferior a 1000 m² e com potência instalada de climatização inferior a 25 kW será utilizado o RCCTE, com o RSECE a ser aplicado nos restantes casos, com algumas excepções que poderão ser entendidas no fluxograma apresentado na Figura 5 e Figura 6 (CE/DCR Tipo A realizado conforme o RCCTE e CE/DCR Tipo C conforme o RSECE).

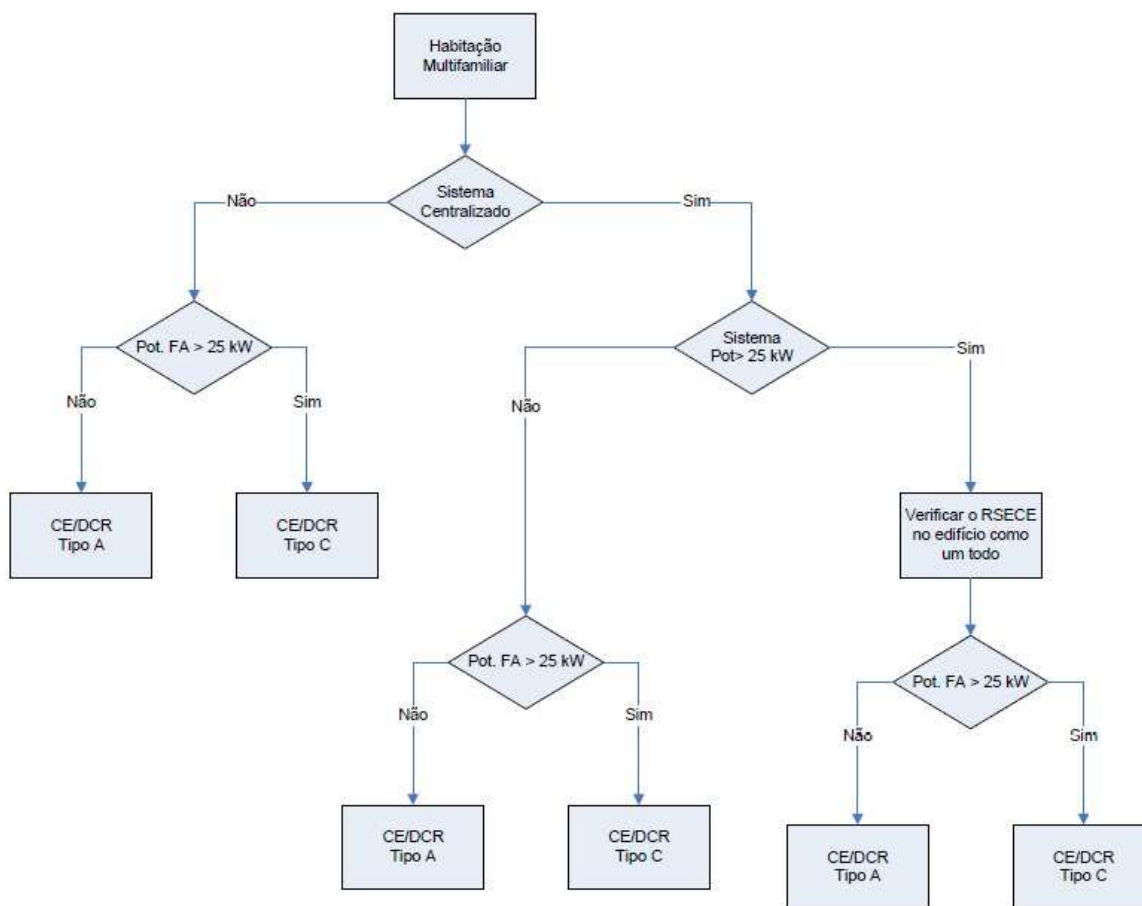


Figura 5 - Fluxograma de aplicação de RCCTE ou RSECE em edifícios multifamiliares (Adene, 2011)

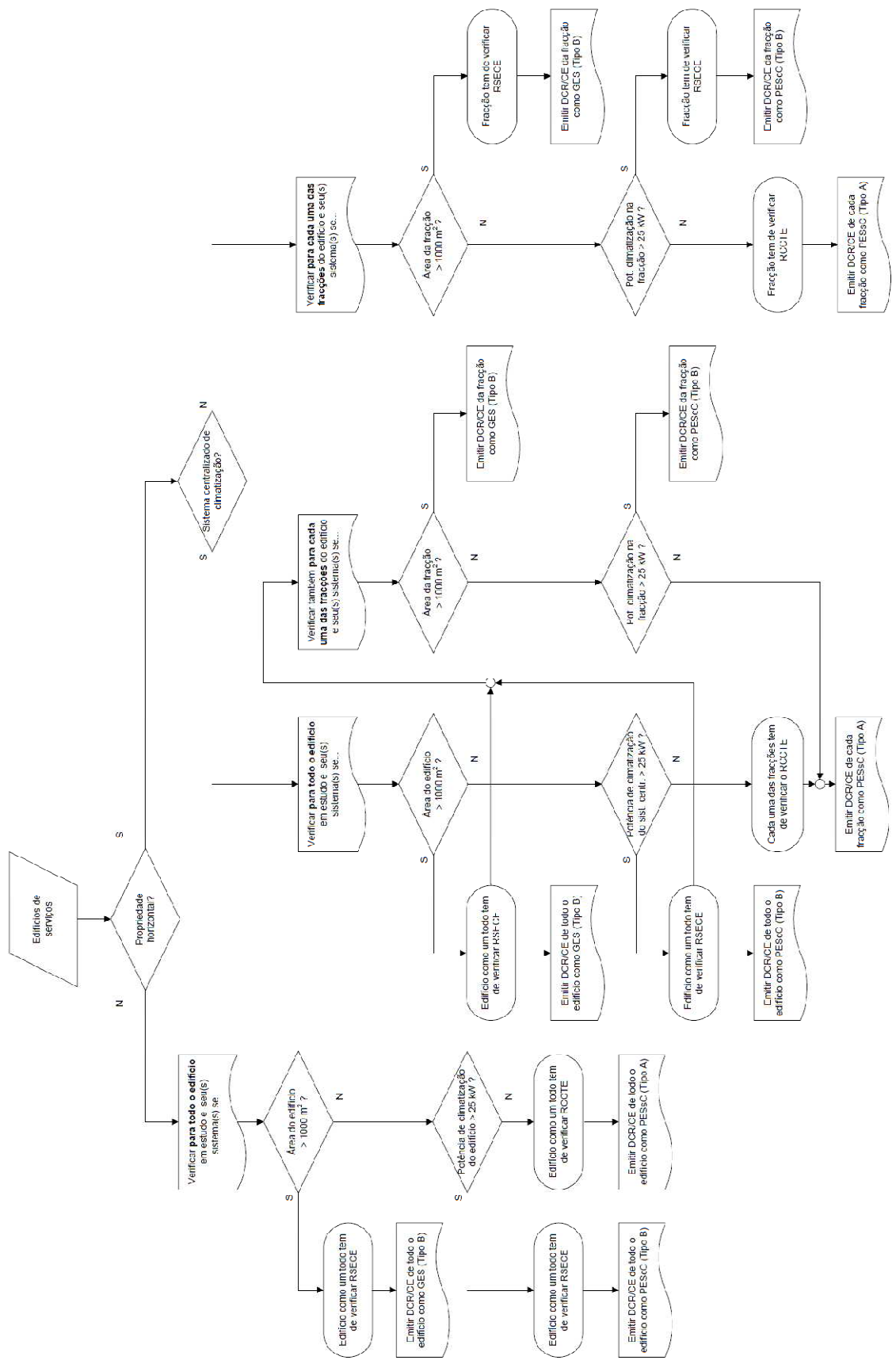


Figura 6 - Fluxograma de aplicação de RCCTE ou RSECE em edifícios de serviços (Adene, 2011)

Dependendo da situação, o PQ poderá emitir uma Declaração de Conformidade Regulamentar, após avaliação do projecto da fracção, que será posteriormente utilizada no processo de licenciamento ou de autorização de construção; ou um Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior, após a conclusão da obra, que será integrado no processo de pedido de licenciamento/autorização de utilização ou, no caso de edifícios existentes, para sua venda ou aluguer. Apesar de serem documentos distintos, a DCR e o CE têm o mesmo conteúdo, tendo algumas desigualdades ao nível da sua apresentação final. Sucintamente, a DCR contém informações provisórias, dado que esta é baseada em dados do projecto que poderão não vir a ser concretizados. Por outro lado, o CE é baseado em dados definitivos de um edifício recém construído ou já existente. Neste último caso, dada a dificuldade em obter todas as informações necessárias à avaliação segundo o respectivo regulamento, são permitidas algumas simplificações, abordadas no ponto 2.4. Para melhor entendimento de cada documento, é apresentado de seguida um esquema disponibilizado no website da ADENE (Figura 7).



Figura 7 - Etapas da certificação Energética

2.2. Enquadramento ao actual RCCTE

O RCCTE, aprovado pelo Decreto-Lei n. 80/2006 de 4 de Abril, tem como objecto a obtenção de exigências de conforto térmico, de ventilação e de aquecimento de águas sanitárias sem dispêndio excessivo de energia, considerando também a minimização de situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais ou internas.

As suas principais condições interiores de referência são as seguintes:

- A temperatura de conforto de referência de uma fracção é de 20°C para a estação de aquecimento (período do ano com início no primeiro decêndio posterior a 1 de Outubro em que, para cada

localidade, a temperatura média diária é inferior a 15°C e com termo no último decêndio anterior a 31 de Maio em que a referida temperatura ainda é inferior a 15°C.) e de 25°C e 50% de humidade relativa do ar para a estação de arrefecimento [conjunto dos quatro meses de Verão (Junho, Julho, Agosto e Setembro) em que é maior a probabilidade de ocorrência de temperaturas exteriores elevadas que possam exigir arrefecimento ambiente em edifícios com pequenas cargas internas]. Ou seja, é admitido que durante estas estações, a temperatura interior será sempre a indicada durante 24 horas por dia, todos os dias, no caso de habitações; estas poderão variar nos casos de fracções de serviços;

- A taxa mínima para renovação do ar para garantia da QAI é de 0,6 renovações por hora, ou seja, o ar interior da fracção deverá renovar-se na sua totalidade, um mínimo de 0,6 vezes por hora;
- No caso das habitações, é admitido um consumo de referência de 40l de água quente a 60°C por pessoa e por dia, sendo este valor também variável nas fracções de serviços.

2.3. Obtenção de classe energética segundo o RCCTE

Quanto à classificação, esta poderá ser de A+, A, B, B-, C, D, E, F ou G, em que a classe A+ corresponde ao melhor desempenho energético e G o pior, para CEs de edifícios existentes e A+, A, B e B- para DCRs e CEs de edifícios novos, conforme Figura 8.

Nota: A obtenção de classes representada na Figura 8 é a aplicada a edifícios englobados pelo RCCTE.

Classe energética	$R = N_{tc}/N_t$
A+	$R \leq 0,25$
A	$0,25 < R \leq 0,50$
B	$0,50 < R \leq 0,75$
B-	$0,75 < R \leq 1,00$
C	$1,00 < R \leq 1,50$
D	$1,50 < R \leq 2,00$
E	$2,00 < R \leq 2,50$
F	$2,50 < R \leq 3,00$
G	$3,00 < R$

Figura 8 - Classificações do Sistema de Certificação Energética (Adene, 2013)

A classificação energética é então calculada a partir de (1):

$$R = \frac{Ntc}{Nt} \quad (1)$$

Sendo Ntc as necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e preparação de AQS (kgep/m².ano) dado pela equação (2) e Nt o valor limite de Ntc (kgep/m².ano), dado pela equação (30).

1. Ntc

$$Ntc(\text{kgep/m}^2.\text{ano}) = 0,1 \left(\frac{N_{ic}}{\eta_i} \right) \cdot F_{pui} + 0,1 \left(\frac{N_{vc}}{\eta_v} \right) \cdot F_{puv} + N_{ac} \cdot F_{pua} \quad (2)$$

Em que:

η_i - eficiência nominal dos equipamentos utilizados para sistemas de aquecimento;

η_v - eficiência nominal dos equipamentos utilizados para sistemas de arrefecimento;

$F_{pui}/F_{puv}/F_{pua}$ - factor de conversão entre energia útil e energia primária para estação de aquecimento, arrefecimento e preparação de AQS, respectivamente (kgep/kWh);

N_{ic} - necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m².ano);

N_{vc} - necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m².ano);

N_{ac} - necessidades nominais de energia útil para preparação de AQS (kWh/m².ano).

Para os valores de eficiência de η_i e η_v , em caso de falta de dados, poderão ser adoptados os seguintes valores de referência:

- Resistência eléctrica - 1;
- Caldeira a combustível gasoso - 0,87;
- Caldeira a combustível líquido - 0,8;
- Caldeira a combustível sólido - 0,6;
- Bomba de calor (aquecimento) - 4;
- Bomba de calor (arrefecimento) - 3;
- Máquina frigorífica (ciclo de compressão) - 3;
- Máquina frigorífica (ciclo de absorção) - 0,8.

Os factores de conversão F_{pu} são dados pelo tipo de energia utilizado no respectivo equipamento:

- Electricidade: $F_{pu} = 0,290$ kgep/kWh;
- Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos: $F_{pu} = 0,086$ kgep/kWh.

2. Nic

A equação geral do método de cálculo das necessidades de aquecimento é dada pela equação (3):

$$Nic\left(\frac{kWh}{m^2 \cdot ano}\right) = \frac{Qt + Qv - Qgu}{Ap} \quad (3)$$

Em que Qt representa as perdas de calor por condução através da envolvente dos edifícios (kWh); Qv as perdas de calor resultantes da renovação de ar (kWh); Qgu os ganhos de calor úteis (kWh) e Ap a área útil de pavimento (m^2).

O valor de Qt é dado por (4):

$$Qt(kWh) = Q_{ext} + Q_{lna} + Q_{pe} + Q_{pt} \quad (4)$$

Em que:

Q_{ext} - Perdas de calor pela envolvente em contacto com o exterior (kWh);

Q_{lna} - Perdas de calor pela envolvente em contacto com espaços não aquecidos (kWh);

Q_{pe} - Perdas de calor pelos pavimentos e paredes em contacto com o solo (kWh);

Q_{pt} - Perdas de calor pelas pontes térmicas lineares (kWh).

Sendo Q_{ext} dado pela expressão (5):

$$Q_{ext}(kWh) = 0,024 \cdot U \cdot A \cdot GD \quad (5)$$

Em que GD ($^{\circ}C$ /dia) representa os graus-dias de aquecimento, descrito em pormenor na exposição do parâmetro Qv ; A representa a área da envolvente (m^2) e U ($W/m^2 \cdot ^{\circ}C$) é definido como coeficiente de transmissão térmica do elemento da envolvente. Este é obtido a partir da publicação do LNEC *Coefficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios*.

O valor de Q_{lna} é dado pela equação (6):

$$Q_{lna}(kWh) = 0,024 \cdot U \cdot A \cdot GD \cdot \tau \quad (6)$$

Sendo todos os parâmetros iguais aos do factor Q_{ext} com a excepção do valor de τ , dado pela seguinte tabela presente no RCCTE (Figura 9):

Valores do coeficiente τ (secção 2.1)

Tipo de espaço não útil	A_i/A_u (²)		
	De 0 a 1	De 1 a 10	Maior que 10
1 — Circulação comum:			
1.1 — Sem abertura directa para o exterior	0,6	0,3	0
1.2 — Com abertura permanente para o exterior (por exemplo, para ventilação ou desenfumagem):			
a) Área de aberturas permanentes/volume total < 0,05 m ² /m ³	0,8	0,5	0,1
b) Área de aberturas permanentes/volume total ≥ 0,05 m ² /m ³	0,9	0,7	0,3
2 — Espaços comerciais	0,8	0,6	0,2
3 — Edifícios adjacentes	0,6	0,6	0,6
4 — Armazéns	0,95	0,7	0,3
5 — Garagens:			
5.1 — Privada	0,8	0,5	0,3
5.2 — Colectiva	0,9	0,7	0,4
5.3 — Pública	0,95	0,8	0,5
6 — Varandas, marquises e similares (²)	0,8	0,6	0,2
7 — Coberturas sobre desvão não habitado (acessível ou não) (³):			
7.1 — Desvão não ventilado	0,8	0,6	0,4
7.2 — Desvão fracamente ventilado	0,9	0,7	0,5
7.3 — Desvão fortemente ventilado		1	

Figura 9 - Valor de τ no RCCTE

Correspondendo o valor de A_i à área que separa o espaço útil interior de determinado espaço não útil e A_u à área do elemento que separa esse espaço não útil do ambiente exterior.

Q_{pe} é obtido a partir de (7):

$$Q_{pe}(kWh) = 0,024 \cdot (\sum \psi_j \cdot B_j) \cdot GD \quad (7)$$

Sendo ψ (W/°C) o coeficiente de transmissão térmica linear, obtido a partir de um conjunto de tabelas contidas no RCCTE; e B (m) o perímetro do pavimento ou desenvolvimento da parede relativo a cada ψ , medido pelo interior.

Q_{pt} é obtido do mesmo modo de Q_{pe} :

$$Q_{pt}(kWh) = 0,024 \cdot (\sum \psi_j \cdot B_j) \cdot GD \quad (8)$$

Sendo ψ (W/(°C)) o coeficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica, também contido num conjunto de tabelas presentes no RCCTE.

Antes de apresentar a determinação do parâmetro Q_v , é necessário entender os elementos dos quais ele depende, começando por Q_{ra} . Q_{ra} representa as perdas por unidade de tempo correspondentes à renovação do ar interior, e é dado pela seguinte expressão (9):

$$Q_{ra}(W) = \frac{\rho \cdot C_p \cdot R_{ph} \cdot V \cdot (\theta_i - \theta_{atm})}{3600} \quad (9)$$

Sendo ρ a massa volúmica do ar (kg/m^3); C_p o calor específico do ar ($\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$); R_{ph} o número de renovações horárias do ar interior; V o volume interior da fracção (m^3), podendo ser simplificado para o produto da área útil de pavimento (A_p em m^2) pelo pé-direito médio (Pd em m); θ_i a temperatura interior de referência ($^\circ\text{C}$) e θ_{atm} a temperatura do ar exterior ($^\circ\text{C}$). Sendo composto por valores fixos, o termo $\frac{\rho \cdot C_p}{3600}$ toma o valor de 0.34 W/m^3 , resultando a equação (10):

$$Q_{ra}(W) = 0,34 \cdot R_{ph} \cdot A_p \cdot Pd \cdot (\theta_i - \theta_{atm}) \quad (10)$$

Sendo R_{ph} um dos factores centrais do presente estudo, este será explicado adiante com mais pormenor.

Voltando às perdas de calor (Q_v), o seu cálculo recorre à relação linear que se deduz entre fluxo de calor (quantidade de calor por unidade de tempo) e diferença de temperatura (11):

$$Q(W) = L\Delta\theta \quad (11)$$

em que L ($\text{W}/^\circ\text{C}$) é um coeficiente de transferência que depende dos elementos em causa e do tipo de perda de calor em questão (que será uma adaptação de Q_{ra} no caso da ventilação), e $\Delta\theta$ é a diferença de temperaturas dos ambientes entre os quais ocorre essa perda de calor. Esses ambientes são o interior (θ_i) e o que na óptica do elemento de separação é considerado exterior (θ_{atm}) (António Moret Rodrigues, 2009). Nestas condições, as perdas totais ao fim da estação de aquecimento, escritas em função dos graus-dias de aquecimento (GD) são dadas pela expressão (12):

$$Q_v(\text{kWh/ano}) = 0,024 \cdot (0,34 \cdot R_{ph} \cdot A_p \cdot Pd) \cdot GD \quad (12)$$

Caso a ventilação da fracção seja assegurada por meios mecânicos, à equação de Q_v anterior deve ser adicionado o valor de E_v , dado pela expressão (13):

$$E_v(\text{kWh}) = P_v \cdot 24 \cdot 0,03 \cdot M \quad (13)$$

Sendo P_v (W) a soma de potências eléctricas de todos os ventiladores instalados e M (meses) a duração média da estação convencional de aquecimento.

No âmbito do RCCTE, são consideradas fracções com ventilação natural mesmo as que contêm ventilação mecânica com funcionamento pontual, como exautores de cozinha ou casa de banho, sendo considerada ventilação mecânica apenas nos casos de funcionamento contínuo dos ventiladores.

O parâmetro GD ($^{\circ}C/dia$) é definido no RCCTE como sendo um valor que caracteriza a severidade de um clima durante a estação de aquecimento, e que é igual ao somatório das diferenças positivas registadas entre uma dada temperatura base ($20^{\circ}C$) e a temperatura do ar exterior durante a estação de aquecimento. As diferenças são calculadas com base nos valores horários da temperatura do ar (RCCTE, 2006). O referido parâmetro (GD) encontra-se tabelado no RCCTE para todos os concelhos de Portugal. Desta definição podemos ainda concluir que o parâmetro GD engloba o parâmetro $\Delta\theta$, justificando assim a sua ausência da fórmula inicial de Q_{ra} . O valor $0,024$ é usado para converter o valor de horas a dias.

Por razões que irão ser abordadas no próximo capítulo, é importante que haja um mínimo de ventilação/renovação de ar nas fracções. Esta é definida no RCCTE com um valor mínimo obrigatório de 0,6 Rph. Quanto à sua obtenção, esta dependerá do tipo de ventilação da fracção, podendo esta ser natural ou mecânica.

Começando pela ventilação natural, o valor de Rph nos casos desta é determinado através do quadro IV.1 do RCCTE (Tabela 1):

Classe de exposição	Dispositivos de admissão na fachada	Permeabilidade ao ar das caixilharias (de acordo com a norma EN 12207)								Edifícios conformes com a NP 1037-1
		Sem classificação		Classe 1		Classe 2		Classe 3		
		Caixa de estore	Caixa de estore	Caixa de estore	Caixa de estore	Caixa de estore	Caixa de estore	Caixa de estore	Caixa de estore	
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
1	Sim	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	0,75	0,65	0,60
	Não	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
2	Sim	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	0,80	0,70	
	Não	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
3	Sim	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	0,85	0,75	
	Não	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	
4	Sim	1,05	0,95	1,00	0,90	0,95	0,85	0,90	0,80	
	Não	1,15	1,05	1,10	1,00	1,05	0,95	1,00	0,90	

Notas

1 — Quando os dispositivos instalados para admissão de ar nas fachadas não garantirem que, para diferenças de pressão entre 20 Pa e 200 Pa, o caudal não varie mais de 1,5 vezes, os valores do quadro IV.1 devem ser agravados de 0,10.

2 — Quando a área de vãos envidraçados for superior a 15 % da área útil de pavimento, os valores do quadro IV.1 devem ser agravados de 0,10.

3 — Se todas as portas do edifício ou fracção autónoma forem bem vedadas por aplicação de borrachas ou equivalente em todo o seu perímetro, os valores indicados no quadro IV.1 para edifícios não conformes com a NP 1037-1 podem ser diminuídos de 0,05.

Tabela 1 - Determinação de Rph segundo o RCCTE actual (RCCTE, 2006)

Para os casos em que se verifica a coexistência, na envolvente exterior, de vãos com caixa de estore e vãos sem caixa de estore, torna-se necessário ter em conta as áreas respectivas. Deve-se então efectuar a média ponderada da taxa de renovação horária com a área de vãos com caixa de estore e vãos sem a caixa de estore (Agência para a Energia, 2011).

A classe de exposição é definida por outro quadro presente no RCCTE, o quadro IV.2 (Tabela 2) (A altura acima do solo referida no quadro corresponde à altura da fracção).

Classes de exposição ao vento das fachadas do edifício ou da fracção autónoma

Altura acima do solo	Região A			Região B		
	I	II	III	I	II	III
Menor que 10 m	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3
De 10 m a 18 m	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
De 18 m a 28 m	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
Superior a 28 m	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 4	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 4

Notas

- Região A — todo o território nacional, excepto os locais pertencentes à região B.
- Região B — Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira e as localidades situadas numa faixa de 5 km de largura junto à costa e ou de altitude superior a 600 m.
- Rugosidade I — edifícios situados no interior de uma zona urbana.
- Rugosidade II — edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural.
- Rugosidade III — edifícios situados em zonas muito expostas (sem obstáculos que atenuem o vento).

Tabela 2 - Determinação da classe de exposição (RCCTE, 2006)

É importante referir que, apesar de serem raros os casos, os valores de Rph só são determinados desta forma quando a fracção não está conforme a norma NP1037-1. Nestas situações, o valor de Rph será determinado segundo a referida norma. A título indicativo, são apresentados alguns dos requisitos que devem ser cumpridos para que se considere as Rph pela norma:

- "*existência de dispositivos auto-reguláveis de admissão de ar, nas fachadas dos edifícios, em todos os compartimentos principais*";
- "*todas as portas que separam a zona interior do exterior ou de zonas "não úteis" devem estar vedadas em todo o seu perímetro*";
- "*existência de dispositivos (como por exemplo grelhas ou frinchas) que assegurem a passagem de ar entre os compartimentos principais (salas, quartos, ...) e os de serviços (arrumos, lavandaria, ...)*";
- "*aberturas ou tubos de extracção de ar, devidamente dimensionadas, nas zonas húmidas, arrumos, cozinhas, ...*";
- "*ausência de quaisquer meios mecânicos de insuflação ou extracção de ar*" (ADENE, 2011).

Nos casos de ventilação mecânica, as Rph são determinadas com base em V_f , que corresponde ao maior dos valores de caudal insuflado (V_{ins}) ou caudal extraído (V_{ev}). Em sistemas de caudal variável, o caudal a considerar deverá ser o caudal V_f médio diário.

Mesmo com sistema de ventilação mecânica, a ventilação natural poderá ter os seus efeitos considerados nos casos em que a diferença entre caudais seja superior a 0,1 Rph para fracções com exposição 1, 0,25 Rph para exposição 2 e 0,5 Rph para exposições de 3 e 4. Quando esta diferença não for verificada, será necessária a determinação de um parâmetro adicional: V_x/V , obtido através do esquema da Figura 10.

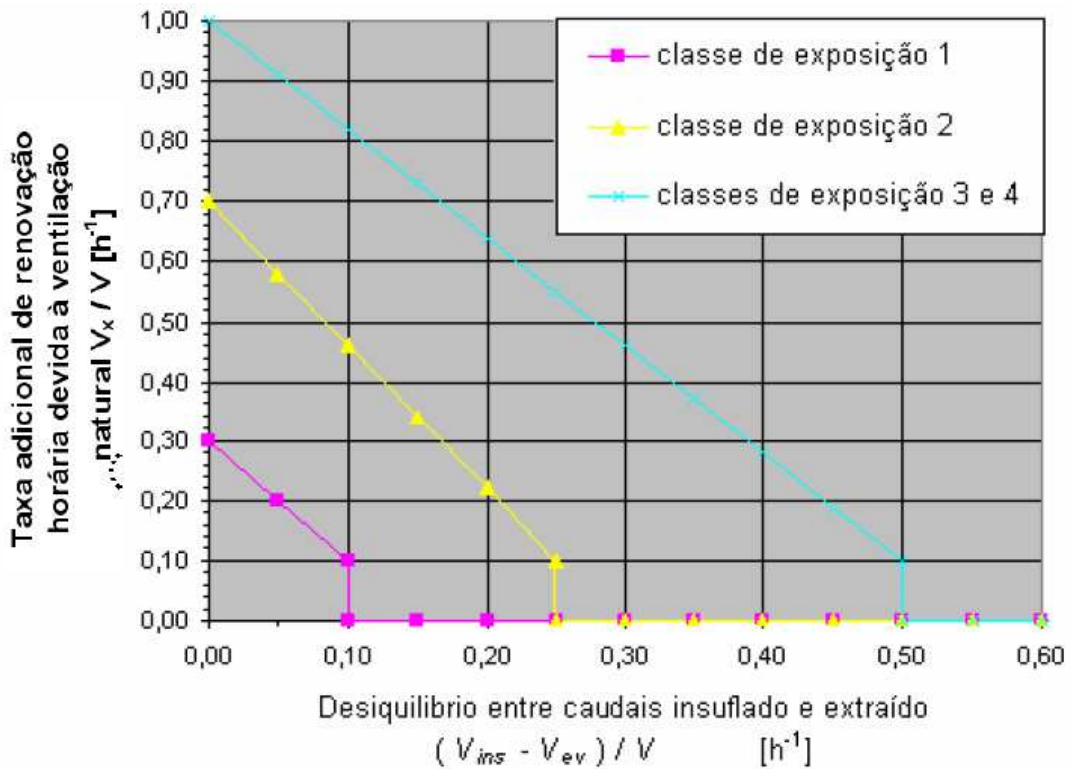


Figura 10 - Obtenção da taxa adicional de ventilação (ADENE, 2010)

No caso de não ser considerada a intervenção da ventilação natural, o valor de Rph é determinado através da equação (14):

$$Rph(h^{-1}) = \frac{Vf + Vx}{V} \tag{14}$$

Q_{gu} corresponde a uma soma de ganhos térmicos associados a fontes internas de calor (Q_i) e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar (Q_s) multiplicada pelo factor de utilização dos ganhos térmicos (η), conforme (15):

$$Q_{gu}(kWh) = (Q_i + Q_s) \cdot \eta \tag{15}$$

Sendo η dado por:

- Se $\gamma \neq 1$:

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad (16)$$

- Se $\gamma = 1$:

$$\eta = \frac{a}{a + 1} \quad (17)$$

O valor de a é dado pela inércia térmica da fracção:

1,8 - Inércia fraca;

2,6 - Inércia média;

4,2 - Inércia forte.

A inércia térmica interior de uma fracção corresponde à sua capacidade de armazenamento de calor e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos que a compõe. A massa superficial útil é função da sua localização na fracção e da sua constituição, nomeadamente do posicionamento e das características do seu isolamento térmico e revestimento superficial. A sua determinação é descrita em pormenor no RCCTE.

O valor de γ é dado por (18):

$$\gamma = \frac{Qi + Qs}{Qt + Qv} \quad (18)$$

Sendo Qi dado por (19):

$$Qi(kWh) = qi \cdot M \cdot Ap \cdot 0,72 \quad (19)$$

Sendo qi (W/m^2) os ganhos térmicos internos médios por unidade de área útil de pavimento, numa base de 24 horas por dia nos dias em que seja prevista ocupação da fracção (Figura 11); M (meses) a duração da estação de aquecimento.

Tipo de edifício	q_i (W/m ²)
Residencial	4
Serviços dos tipos: escritórios, comércio, restauração, consultórios, serviços de saúde com internamento, etc.	7
Hotéis	4
Outros edifícios com pequena carga de ocupação ...	2

Figura 11 - Quadro de obtenção de q_i (RCCTE, 2006)

O valor de Q_s é dado por (20):

$$Q_s(\text{kWh}) = G_{sul} \sum_j [X_j \sum_n A_{snj}]. M \tag{20}$$

Em que:

G_{sul} - valor médio mensal da energia solar média incidente em determinada superfície vertical orientada a Sul de área unitária durante a estação de aquecimento (kWh/m².mês), dado através de vários quadros presentes no RCCTE;

X_j - factor de orientação para as diferentes exposições (Figura 12);

	Octante N.	Octantes NE. e NW.	Octantes E. e W.	Octantes SE. e SW.	Octante S.	Horizontal
X	0,27	0,33	0,56	0,84	1	0,89

Figura 12 - Factor de orientação, X (RCCTE, 2006)

j - índice correspondente a cada uma das orientações;

n - índice correspondente a cada uma das superfícies com orientação j ;

M - duração da estação de aquecimento (meses);

A_{snj} - área efectiva colectora da radiação solar da superfície n que tem orientação j (m²), dado por :

$$A_s(\text{m}^2) = A. F_s. F_g. F_w. g \perp \tag{21}$$

Em que:

A - área total do envidraçado, incluindo vidro e caixilho (m²);

F_g - fracção envidraçada, dada pela área envidraçada e a área total do vão envidraçado, conforme Figura 13:

Tipo de caixilharia	F_g	
	Caixilho sem quadricula	Caixilho com quadricula
Janelas de alumínio ou aço	0,70	0,60
Janelas de madeira ou PVC	0,65	0,57
Fachadas-cortina de alumínio ou aço	0,90	

Figura 13 - Fração envidraçada para diferentes tipos de caixilharia

F_w - factor de correcção devido à variação das propriedades do vidro com o ângulo de incidência solar, para o cálculo de N_{ic} é utilizado o valor de referência de 0,9.

g_{\perp} - factor solar do vão envidraçado para radiação incidente na perpendicular ao envidraçado e que tem em conta eventuais dispositivos de protecção solar. Representa a relação entre energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado em relação à radiação solar incidente na direcção normal ao envidraçado. Sendo admitido que durante a estação de aquecimento os dispositivos de protecção do envidraçado se encontram abertos, é considerado apenas o factor solar do vidro isoladamente em conjunto com cortina interior muito transparente de cor clara. Os valores do factor solar para diferentes vidros são disponibilizados no próprio RCCTE;

F_s - factor de obstrução, varia entre 0 e 1 e representa a redução da radiação solar que incide no vão envidraçado devido ao sombreamento permanente causado por diferentes obstáculos, como por exemplo, outros edifícios, vegetação, outros corpos do edifício como palas, varandas, entre outros. O factor de obstrução é dado pela equação:

$$F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_f \tag{22}$$

Em que:

F_h - factor de sombreamento do horizonte ou obstruções longínquas exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício, este é definido por um ângulo entre o plano horizontal e a recta que passa pelo centro do envidraçado e pelo ponto mais alto da maior obstrução existente entre dois planos verticais que fazem 60° para cada um dos lados da normal ao envidraçado. A relação entre ângulo, orientação e F_o é feita no RCCTE;

F_o - factor de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao envidraçado;

F_f - factor de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado.

Tanto F_o como F_f dependem do comprimento da obstrução e da sua distância na direcção perpendicular ao centro do envidraçado; a relação entre ângulo, F_o e F_f e orientação é obtida no RCCTE.

3. N_{vc}

O parâmetro N_{vc} é dado por (23):

$$N_{vc} \left(\frac{kWh}{m^2 \cdot ano} \right) = Qg \cdot (1 - \eta) / A_p \quad (23)$$

Em que Qg representa os ganhos totais brutos do edifício ou fracção autónoma (kWh) e η o factor de utilização destes, obtido do mesmo modo que em N_{ic} , com a diferença de γ ser obtido a partir da razão entre os ganhos térmicos totais na estação de arrefecimento (obtidos do mesmo modo que em N_{ic}) e as perdas térmicas totais na estação de arrefecimento (dadas por Qg).

O valor de Qg é então obtido a partir das seguintes parcelas:

$Q1$ - cargas individuais devidas de cada componente da envolvente, devidas aos fenómenos combinados da diferença de temperatura interior-exterior e da incidência da radiação solar (kWh);

$Q2$ - cargas devidas à entrada da radiação solar através dos envidraçados (kWh);

$Q3$ - cargas devidas à renovação de ar (kWh);

$Q4$ - cargas internas devidas aos ocupantes, aos equipamentos e iluminação artificial (kWh).

Sendo $Q1$:

$$Q1(kWh) = 2,928 \cdot U \cdot A \cdot (\theta_m - \theta_i) + U \cdot A \cdot \left(\frac{\alpha \cdot I_r}{h_e} \right) \quad (24)$$

Em que:

U - coeficiente de transmissão térmica do elemento da envolvente ($W/m^2 \cdot ^\circ C$);

A - área do elemento da envolvente (m^2);

θ_m - temperatura média do ar exterior na estação convencional de arrefecimento na zona climática onde se localiza o edifício ($^\circ C$) (Figura 14);

I_r - intensidade média de radiação total incidente em cada orientação durante toda a estação de arrefecimento (kWh/m^2) (Figura 14);

Zona	θ_{atm}	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Horiz.
V ₁ N.	19	200	300	420	430	380	430	420	300	730
V ₁ S.	21	200	310	420	430	380	440	430	320	760
V ₂ N.	19	200	320	450	470	420	470	450	320	790
V ₂ S.	23	200	340	470	460	380	460	470	340	820
V ₃ N.	22	200	320	450	460	400	460	450	320	800
V ₃ S.	23	210	330	460	460	400	470	460	330	820
Açores	21	190	270	360	370	340	370	360	270	640
Madeira	21	200	300	380	380	320	370	380	300	700

Figura 14 - Determinação de I_r e θ_m , (RCCTE, 2006)

θ_i - temperatura interior ambiente (°C);

α - coeficiente de absorção da superfície exterior da parede (Figura 15);

Cor da protecção	Clara	Média	Escura
Coefficiente de absorção solar da superfície exterior da protecção Cor	0,4 Branco. Creme. Amarelo. Laranja. Vermelho-claro.	0,5 Vermelho-escuro. Verde-claro. Azul-claro.	0,8 Castanho. Verde-escuro. Azul-vivo. Azul-escuro. Preto.

Figura 15 - Obtenção do valor α , (RCCTE, 2006)

h_e - condutância térmica superficial exterior do elemento da envolvente, que toma o valor de 25 W/m². °C.

Sendo Q_2 :

$$Q_2(\text{kWh}) = \sum_j [I_{rj} \sum_n A_{snj}] \quad (25)$$

Em que I_{rj} é a energia solar incidente nos envidraçados, por orientação j , tal como no cálculo de N_{ic} , com algumas excepções como o valor de F_h , considerado 1; F_w dado pela Figura 16; Factor solar é considerado para dispositivos de sombreamento 70% activados, ou seja, o factor solar do envidraçado é igual à soma de 30% do factor solar do vidro com 70% do factor solar do conjunto protecção e vidro, cujos valores são indicados no RCCTE para os vários casos. Os factores F_f e F_o são obtidos do mesmo modo mas por outro quadro relativo à estação de arrefecimento. O valor de A_{snj} é também o mesmo que o explicado para N_{ic} .

	N.	NE./NW.	E./W.	SE./SW.	S.
Vidro simples	0,85	0,90	0,90	0,90	0,80
Vidro duplo	0,80	0,85	0,85	0,85	0,75

Figura 16 - F_w na situação de Verão (RCCTE, 2006)

Sendo $Q3$:

$$Q3(\text{kWh}) = 2,928. (0,34. R_{ph}. A_p. P_d). (\theta_m - \theta_i) \quad (26)$$

Na realidade, dado que a temperatura média exterior durante toda a estação de arrefecimento é sempre inferior à temperatura interior de referência, ou seja, todo o valor de $Q3$ é tornado negativo e a ventilação é, em média, uma perda, pelo que é contabilizada na parte das perdas. Esta é obtida do mesmo modo que em *Nic*.

Sendo $Q4$:

$$Q4(\text{kWh}) = 2,928. (q_i. A_p) \quad (27)$$

Sendo q_i obtido do mesmo modo que em *Nic*.

4. N_{ac}

As necessidades anuais de energia útil para preparação de AQS são dadas pela equação (28):

$$N_{ac} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{ano}} \right) = \left(\frac{Q_a}{\eta_a} - E_{solar} - E_{ren} \right) / A_p \quad (28)$$

Sendo:

Q_a - energia útil despendida com sistemas de preparação de AQS (kWh);

η_a - eficiência de conversão dos referidos sistemas;

E_{solar} - contribuição de colectores solares para o aquecimento de AQS (kWh/ano);

E_{ren} - contribuição de quaisquer outras formas de energias renováveis (kWh/ano) (solar fotovoltaica, biomassa, eólica, geotérmica, entre outras) para preparação de AQS, bem como quaisquer formas de recuperação de calor de equipamentos ou de fluídos residuais;

Sendo Q_a dado por :

$$Q_a \left(\frac{\text{kWh}}{\text{ano}} \right) = Maqs \cdot 4187 \cdot \Delta t \cdot nd / 3600\ 000 \quad (29)$$

Em que:

$Maqs$ - consumo médio diário de referência de AQS (l/dia), dependente da utilização da fracção. Em habitações, considera-se 40l/habitante, sendo o número de habitantes determinado a partir da Figura 17. Em fracções de serviços, este número dependerá de um consumo estimado.

Tipologia	T0	T1	T2	T3	...	T_n
Número de ocupantes	2	2	3	4	...	$n + 1$

Figura 17 - Estimativa do número de habitantes, (RCCTE, 2006)

Δt - aumento de temperatura necessário para preparação de AQS ($^{\circ}\text{C}$), que toma o valor de referência de 45°C , considerando que a água da rede pública de abastecimento é fornecida a uma temperatura média anual de 15°C e que deve ser aquecida até 60°C .

nd - número anual de dias de consumo de AQS, conforme a Figura 18:

Número anual de dias de consumo de AQS		
Tipo de edifícios	Utilização	Número de dias de consumo de AQS
Edifícios residenciais Edifícios de serviços	Permanente	365
	Permanente	365
	Encerrado um dia por semana	313
	Encerrado um dia e meio por semana	287
	Encerrado dois dias por semana	261

Figura 18 - Número anual de dias de consumo de AQS, (RCCTE, 2006)

O valor de E_{solar} é obtido através do software *Solterm* (Figura 19), comercializado pelo LNEG. Neste, são colocadas as características dos painéis (como a sua área de absorção e rendimento óptico), a sua orientação e inclinação, capacidade do depósito de AQS, tipo de energia utilizada no apoio a este e o valor de $Maqs$ e nd .

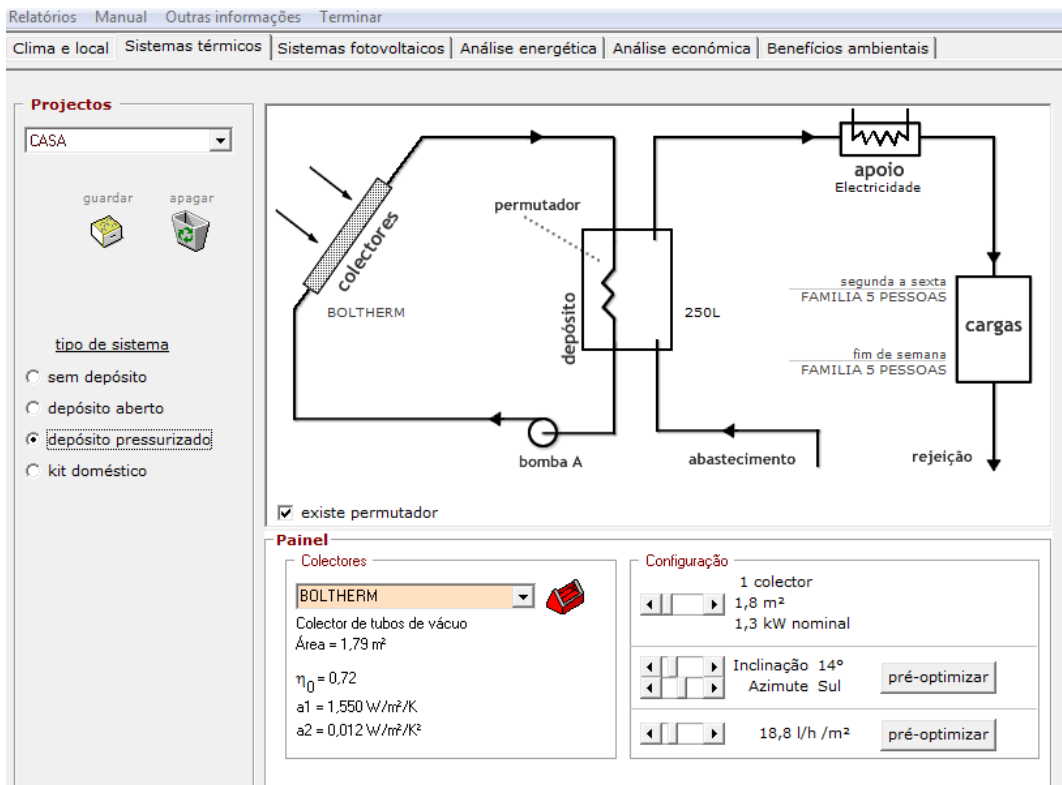


Figura 19 - Software Solterm

5. N_t

Sendo N_t o valor máximo admissível de energia primária, a sua obtenção é feita a partir de (30):

$$N_t(\text{kgep/m}^2 \cdot \text{ano}) = 0,9 \cdot (0,01 \cdot N_i + 0,01N_v + 0,15N_a) \quad (30)$$

Sendo N_i , N_v e N_a os valores máximos de N_{iv} , N_{vc} e N_{ac} respectivamente.

6. N_i

N_i é obtido através do Factor de Forma (FF) e dos Graus-dias (GD) da sua região:

- Para $FF \leq 0,5$, $N_i = 4,5 + 0,0395 \cdot GD$;
- Para $0,5 < FF \leq 1$, $N_i = 4,5 + (0,021 + 0,037 \cdot FF) \cdot GD$;
- Para $1 < FF \leq 1,5$, $N_i = [4,5 + (0,021 + 0,037 \cdot FF) \cdot GD] \cdot (1,2 - 0,2 \cdot FF)$;
- Para $FF > 1,5$, $N_i = 4,05 + 0,06885 \cdot GD$.

FF corresponde ao factor de forma dado pelo quociente entre o somatório das áreas da envolvente exterior (A_{ext}) e interior (A_{int}) do edifício ou fracção autónoma com exigências térmicas e o respectivo volume interior (V), conforme a equação (31):

$$FF = [A_{ext} + \Sigma(\tau \cdot A_{int})]/V \quad (31)$$

7. N_v

N_v depende exclusivamente da zona climática do local, indicada no RCCTE para cada concelho e é dado pelos seguintes valores:

- Zona V1 (Norte), $N_v=16$ kWh/m².ano;
- Zona V1 (Sul), $N_v=22$ kWh/m².ano;
- Zona V2 (Norte), $N_v=18$ kWh/m².ano;
- Zona V2 (Sul), $N_v=32$ kWh/m².ano;
- Zona V3 (Norte), $N_v=26$ kWh/m².ano;
- Zona V3 (Sul), $N_v=32$ kWh/m².ano;
- Açores, $N_v=21$ kWh/m².ano;
- Madeira, $N_v=23$ kWh/m².ano.

8. N_a

N_a é dado pelo consumo médio diário de AQS da fracção e pelo número de dias durante um ano em que é previsto o consumo, conforme a equação (32):

$$N_a \left(\frac{kWh}{m^2} \cdot ano \right) = 0,081 \cdot Maqs \cdot nd / Ap \quad (32)$$

Sendo $Maqs$ o consumo diário de referência de AQS e nd o número de dias por ano em que há consumo de AQS.



Certificação Energética e Ar Interior
EDIFÍCIOS

Nº CER 1234567/2007



CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

TIPO DE EDIFÍCIO: EDIFÍCIO HABITAÇÃO UNIFAMILIAR / FRACÇÃO AUTÓNOMA DE EDIF. MULTIFAMILIAR

Morada / Situação:

Localidade _____ Freguesia _____

Concelho _____ Região _____

Data de emissão do certificado _____ Validade do certificado _____

Nome do perito qualif. _____ Número do perito qualif. _____

Imóvel descrito na Conservatória do Registo Predial de _____

sob o nº Art. matricial nº _____ Fracção autón. _____

Este certificado resulta de uma verificação efectuada ao edifício ou fracção autónoma, por um perito devidamente qualificado para o efeito, em relação aos requisitos previstos no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril), classificando o imóvel em relação ao respectivo desempenho energético. Este certificado permite identificar possíveis medidas de melhoria de desempenho aplicáveis à fracção autónoma ou edifício, suas partes e respectivos sistemas energéticos e ventilação, quer no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior.

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

INDICADORES DE DESEMPENHO

Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e águas quentes kgep/m².ano

Valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (limite inferior da classe B⁻) kgep/m².ano

Emissões anuais de gases de efeito estufa associadas à energia primária para climatização e águas quentes toneladas de CO₂ equivalentes por ano

CLASSE ENERGÉTICA



2. DESAGREGAÇÃO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL

Necessidades nominais de energia útil para...	Valor estimado para as condições de conforto térmico de referência	Valor limite regulamentar para as necessidades anuais
Aquecimento	kWh/m ² .ano	kWh/m ² .ano
Arrefecimento	kWh/m ² .ano	kWh/m ² .ano
Preparação das águas quentes sanitárias	kWh/m ² .ano	kWh/m ² .ano

NOTAS EXPLICATIVAS

As necessidades nominais de energia útil correspondem a uma previsão da quantidade de energia que terá de ser consumida por m² de área útil do edifício ou fracção autónoma para manter o edifício nas condições de conforto térmico de referência e para preparação das águas quentes sanitárias necessárias aos ocupantes. Os valores foram calculados para condições convencionais de utilização, admitidas como idênticas para todos os edifícios, de forma a permitir comparações objectivas entre diferentes imóveis. Os consumos reais podem variar bastante dos indicados e dependem das atitudes e padrões de comportamento dos utilizadores.

As necessidades anuais globais de energia primária (estimadas e valor limite) resultam da conversão das necessidades nominais de energia útil em kilogramas equivalente de petróleo por unidade (kgep) de área útil do edifício, mediante aplicação de factores de conversão específicos para a(s) forma(s) de energia utilizada(s) (0,290 kgep/kWh para electricidade e 0,086 kgep/kWh para combustíveis sólido, líquido ou gasoso) e tendo em consideração a eficiência dos sistemas adoptados ou, na sua indefinição, sistemas convencionais de referência.

As emissões de CO₂ equivalente traduzem a quantidade anual estimada de gases de efeito de estufa que podem ser libertados em resultado da conversão de uma quantidade de energia primária igual às respectivas necessidades anuais globais estimadas para o edifício, usando o factor de conversão de 0,0012 toneladas equivalentes de CO₂ por kgep.

A classe energética resulta da razão entre as necessidades anuais globais estimadas e as máximas admissíveis de energia primária para aquecimento, arrefecimento e para preparação de águas quentes sanitárias no edifício ou fracção autónoma. O melhor desempenho corresponde à classe A⁺, seguida das classes A, B, B⁻, C e seguintes, até à classe G de pior desempenho. Os edifícios com licença ou autorização de construção posterior a 4 de Julho de 2006 apenas poderão ter classe energética igual ou superior a B⁻. Para mais informações sobre o desempenho energético, sobre a qualidade do ar interior e sobre a classificação energética de edifícios, consulte www.adene.pt

Entidade gestora



Entidades supervisoras do SCE



Figura 20 - Exemplo da 1ª página de um Certificado Energético (ADENE,2013)

2.4. Certificação energética em edifícios existentes

2.4.1. Enquadramento

Para os casos de certificação energética em edifícios existentes no âmbito do RCCTE, a ADENE, através da NT-SCE-01, estabeleceu um conjunto de simplificações que poderão ser adoptadas pelo PQ na elaboração do certificado energético quando os dados necessários a este não se encontrarem ao dispôr do PQ.

Neste tipo de certificação, os PQ deverão reunir toda a documentação necessária à correcta avaliação das características da fracção autónoma a certificar, assumindo toda a responsabilidade pela veracidade e utilização da mesma. A sua autenticidade deverá ser comprovada através de relatório fotográfico resultante de uma vistoria à fracção em causa (ADENE, 2009).

Como referido anteriormente no ponto 2.3, deste tipo de certificado pode resultar qualquer certificação energética, não havendo necessidade de cumprimento das desigualdades $N_{tc} < N_t$, $N_{ic} < N_i$, $N_{vc} < N_v$ e $N_{ac} < N_a$, nem de qualquer outro requisito, correspondendo estes apenas a uma avaliação.

2.4.2. Levantamento dimensional

O levantamento dimensional consiste em recolher todos os dados e medidas de determinada fracção necessários à posterior realização do seu certificado energético, quando não existe um documento validado pelo empreiteiro da obra que os contenha. Estes dados incluem:

- Identificação de toda a envolvente da fracção (exterior, interior ou sem requisitos);
- Altura, comprimento e espessura de todas as paredes exteriores (e cor da superfície exterior) ou em contacto com espaços não úteis;
- Área de todos pavimentos e coberturas em contacto com exterior ou espaço não útil (também a cor de coberturas exteriores);
- Área e volume de todos os compartimentos constituintes do espaço útil da fracção;
- Área de todos os vãos envidraçados exteriores e respectivas características (tipo e material da caixilharia, tipo de vão, tipo de vidro, sombreamentos, orientação, tipo de protecção e respectiva cor e, se possível, espessura da caixa de ar em caso de vidro duplo);
- Área de todos os vãos envidraçados em contacto com espaço não útil e respectivas características (tipo e material da caixilharia, tipo de vão, tipo de vidro, tipo de protecção e espessura da caixa de ar em caso de vidro duplo);
- Levantamento das características dos painéis solares caso existam;
- Levantamento das características dos sistemas de climatização e preparação de AQS;
- Verificação das características para obtenção da inércia térmica;
- Perímetro de pavimento em contacto com o solo;

- Verificação da solução construtiva quanto à garantia de ausência de pontes térmicas planas ou lineares na envolvente exterior;

Em caso de ventilação natural:

- Verificação da vedação das portas exteriores;
- Existência de caixa de estore por onde possam ocorrer infiltrações;
- Existência de dispositivos de admissão de ar na fachada e se são auto-reguláveis;

Em caso de ventilação mecânica:

- Número de ventiladores com funcionamento contínuo.

Adicionalmente, deve ser feito um registo fotográfico dos seguintes aspectos, com intuito de comprovar os dados obtidos:

- Todos os compartimentos, evidenciando as suas principais características e dimensões, incluindo pé-direito nos que são diferentes;
- Todos os sistemas de climatização e preparação de AQS, incluindo as respectivas chapas de identificação;
- Todos os envidraçados através de uma foto pelo interior;
- Deve também ser retirada uma foto à fracção pelo exterior, identificando-a se necessário (ADENE, 2010).

Posteriormente, como um dos resultados do levantamento, é feita uma planta da fracção. Esta deverá incluir escala ou dimensões dos elementos, marcação das envolventes, envidraçados e a orientação Norte.

2.4.3. Simplificações possíveis ao método de certificação energética

Dada a falta de documentação da fracção que é frequentemente verificada, pode o PQ adoptar as seguintes simplificações ao método da certificação energética:

1. Levantamento dimensional

Parâmetro	Regras de Simplificação
Área útil de pavimento	<ul style="list-style-type: none">- Ignorar áreas de pavimento associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0 m;- Ignorar áreas de pavimento associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1,0 m;- Se a medição da área de pavimento for efectuada contabilizando a área de contacto das paredes divisórias com os pavimentos, deve-se diminuir o valor de A_p em 10%.

Pé-direito médio	- Em caso de pé-direito variável deverá ser adoptado um valor médio aproximado, estimado em função das áreas de pavimento associadas.
Área de parede da envolvente exterior	- Contabilizar, na sua totalidade, as paredes em contacto com o solo, considerando para efeitos de cálculo o coeficiente de transmissão térmica da parede da envolvente exterior adjacente. Nesta situação, deverá assumir-se que a respectiva perda linear é nula.
Área de cobertura (interior e exterior)	- Ignorar áreas de cobertura associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0 m; - Ignorar áreas de cobertura associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1,0 m; - Se se tratar de uma cobertura inclinada (inclinação superior a 10°) a medição pode ser efectuada na horizontal. Neste caso deve-se agravar o valor da área em 25%.
Área de pavimento (interior e exterior)	- Ignorar áreas de pavimento associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0 m; - Ignorar áreas de pavimento associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1,0 m.
Área de portas (interior e exterior)	- Ignorar áreas de portas cuja área envidraçada seja inferior a 25% da área da porta; - Estas áreas consideram-se incluídas na restante envolvente vertical.

Tabela 3 - Simplificações no levantamento dimensional (ADENE, 2009)

2. Coeficiente de redução de perdas

- O coeficiente de redução de perdas (τ) poderá ser considerado 0,75 em todos os espaços não aquecidos.

Nota: Se o PQ optar por determinar o valor de τ para um dos espaços não aquecidos terá que o fazer para os restantes também.

3. Pontes térmicas

- Ignorar a determinação das áreas das pontes térmicas planas;

- Caso a solução construtiva não garanta a ausência de pontes térmicas planas (isolamento pelo exterior, por exemplo) deverá majorar-se o valor do coeficiente de transmissão térmica superficial (U) da zona respectiva em 35%;

- Para pontes térmicas lineares considerar apenas o desenvolvimento linear total das ligações de fachadas com pavimentos, cobertura ou varanda e utilizar um valor convencional de $\psi=0,75$ W/m.°C (desprezar as ligações de fachada com caixa de estore, padieira, ombreira ou peitoril e as ligações entre duas paredes verticais).

4. Elementos em contacto com o solo

- Paredes em contacto com o solo, no caso de ter sido contabilizada a sua área considerar $\psi = 0$ W/m.°C;

- No caso de pavimento em contacto com o solo com cota inferior à do terreno considerar $\psi = 1,5$ W/m.°C, em caso contrário $\psi = 2,5$ W/m.°C.

5. Coeficiente de transmissão térmica

Na falta de pormenores construtivos dos elementos, o PQ poderá recorrer às seguintes tabelas para obtenção dos coeficientes de transmissão térmica:

PAREDES EXTERIORES ($R_{se} + R_{si} = 0,17 [(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$)

Espessura da alvenaria				
<i>[m]</i>				
0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
3,7	2,9	2,4	2,1	1,8

Figura 21 - U para paredes simples exteriores de cantaria (Adene)

PAREDES EXTERIORES ($R_{se} + R_{si} = 0,17 [(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$)

Espessura da alvenaria (*)			
<i>[m]</i>			
0,30	0,60	0,90	1,20
2,4	1,8	1,4	1,2

Figura 22 - U para paredes rebocadas simples exteriores anteriores a 1960 (Adene)

PAREDES EXTERIORES ($R_{se} + R_{si} = 0,17 [(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$)

Espessura da alvenaria			
<i>[m]</i>			
0,18 a 0,20	0,23 a 0,29	0,30	0,35
1,7	1,3	1,1	0,96

Figura 23 - U para paredes rebocadas simples exteriores posteriores a 1960 (Adene)

SOLUÇÃO	
Pavimentos (fluxo descendente)	
Pavimento Leve ⁽¹⁾	2,20
Pavimento Pesado ⁽²⁾	3,10
Coberturas (fluxo ascendente)	
Cobertura Leve Inclinada ⁽³⁾	3,80
Cobertura Pesada Inclinada ⁽²⁾	3,40
Cobertura Pesada Horizontal ⁽²⁾	2,60

⁽¹⁾ Pavimento de madeira do tipo barrotes e soalho sem tecto interior

⁽²⁾ Betão

⁽³⁾ Cobertura de madeira fortemente ventilada

Figura 24 - U para coberturas e pavimentos (Adene)

No caso de algum dos elementos estar em contacto com espaço não útil e não com o exterior, é feita uma "adaptação" a este valor, conforme a equação (36):

$$U_{interior} \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right) = \frac{1}{\left(\frac{1}{U_{exterior}} \right) - R_{se} + R_{si}} \quad (33)$$

R_{si} - Resistência superficial interior ($m^2 \cdot ^\circ C/W$) (Figura 25);

R_{se} - Resistência superficial exterior ($m^2 \cdot ^\circ C/W$) (Figura 25).

QUADRO I.3

RESISTÊNCIAS TÉRMICAS SUPERFICIAIS

$R_{se}, R_{si} [(m^2 \cdot ^\circ C)/W]$

Sentido do fluxo de calor	Resistência térmica superficial [($m^2 \cdot ^\circ C$)/W]	
	exterior R_{se}	interior R_{si}
Horizontal ⁽¹⁾	0,04	0,13
Vertical ⁽²⁾	ascendente	0,10
	descendente	0,17

1 - Paredes (até +/- 30° com a vertical)

2 - Coberturas e pavimentos (até +/- 60° com a horizontal)

Figura 25 - Resistências térmicas superficiais (LNEC, 2006)

6. Factor solar

Nos casos em que não for possível ao PQ obter os valores de factor solar do envidraçado, poderão ser considerados vidro simples ou vidro duplo, dependendo da situação.

7. Produto $F_s.F_g.F_w$

O cálculo dos ganhos solares através dos vãos envidraçados poderão ser determinados através do Quadro VI (Figura 26), na estação de aquecimento e do Quadro VII na estação de arrefecimento (Figura 26).

QUADRO VI – Valores do produto $F_s.F_g.F_w$ para o cálculo das necessidades de aquecimento

Parâmetro	Regras de Simplificação	Regras de aplicação
Produto $F_s.F_g.F_w$	Sem sombreamento $F_s.F_g.F_w = 0,57$ $F_s = 0,90; F_g = 0,70; F_w = 0,90$	- Envidraçados orientados a Norte; - Envidraçados nas restantes orientações, sem obstruções do horizonte e sem palas.
	Sombreamento Normal/Standard $F_s.F_g.F_w = 0,28$ $F_s = 0,45; F_g = 0,70; F_w = 0,90$	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45°.
	Fortemente sombreado $F_s.F_g.F_w = 0,17$ $F_s = 0,27; F_g = 0,70; F_w = 0,90$	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um ângulo de obstrução claramente superior a 45°.

QUADRO VII – Valores do Produto $F_s.F_g.F_w$ para o cálculo das necessidades de arrefecimento

Parâmetro	Regras de Simplificação	Regras de aplicação
Produto $F_s.F_g.F_w$	Sem sombreamento $F_s.F_g.F_w = 0,57$	- Envidraçados orientados a norte; - Envidraçados nas restantes orientações, sem palas horizontais.
	Sombreamento Normal/Standard $F_s.F_g.F_w = 0,50$	- Envidraçados não orientados a Norte, com palas que conduzam a um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45°.
	Fortemente sombreado $F_s.F_g.F_w = 0,45$	- Envidraçados não orientados a Norte, com palas que conduzam a um ângulo de obstrução claramente superior a 45°.

Figura 26 - Produto $F_s.F_g.F_w$ (ADENE, 2009)

8. Inércia térmica

A obtenção da classe de inércia térmica poderá ser feita através da verificação cumulativa de cada um dos parâmetros para cada classificação:

-Inércia térmica forte:

- Pavimento e tecto de betão armado ou pré-esforçado, incluindo pavimentos aligeirados;
- Revestimento de tecto em estuque ou reboco;
- Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pelo (não se incluem soluções de pavimentos flutuantes);
- Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco;
- Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco;
- Paredes da envolvente interior (caixa de escadas, garagem, ...) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco.

Nota: nenhuma destas soluções contém isolamento térmico pelo interior.

- Inércia térmica fraca

- Tecto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura);
- Revestimento de piso do tipo flutuante ou pavimento de madeira;
- Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação.

- Inércia térmica média

Esta classificação é utilizada quando nenhuma das anteriores foi verificada.

9. Eficiência de sistemas de climatização e produção de AQS

Caso não seja possível para o PQ saber as eficiências dos sistemas de climatização ou de produção de AQS, estes poderão ser obtidos conforme a idade dos equipamentos, conforme Figura 27:

Nota: Estes só poderão ser utilizados caso seja comprovado o seu funcionamento.

Tipo de Sistema	Idade do equipamento (Anos)		
	0 – 9	10 – 19	> 20
Climatização			
Resistência Eléctrica	1,00	1,00	1,00
Caldeira a combustível gasoso	0,87	0,83	0,79
Caldeira a combustível líquido	0,80	0,76	0,72
Caldeira a combustível sólido	0,60	0,60	0,60
Bomba de calor (aquecimento)	4,00	3,25	2,50
Bomba de calor (arrefecimento)	3,00	2,75	2,50
Máquina frigorífica (ciclo de compressão)	3,00	2,75	2,50
Máquina frigorífica (ciclo de absorção)	0,80	0,65	0,65
Sistemas de AQS			
Termoacumulador eléctrico	0,70	0,70	0,70
Termoacumulador a gás	0,60	0,57	0,54
Caldeira mural	0,72	0,69	0,66
Esquentador a gás	0,40	0,39	0,38

Figura 27 - Valores de referência da eficiência dos equipamentos de climatização e produção de AQS, (ADENE, 2009)

10. Outros

Existem ainda outras simplificações, não enumeradas nestes pontos, como determinação de Rph para sistemas mecânicos, potência de ventiladores e determinação de Esolar e Eren.

2.4.4. Medidas de melhoria

As medidas de melhoria constituem uma parte fundamental da certificação energética. Estas são propostas feitas pelo PQ que poderão ter vários propósitos, e devem ter a seguinte ordem, conforme a sua importância: 1) correcção de patologias construtivas; 2) redução das necessidades de energia útil por intervenção na envolvente; 3) utilização de energias renováveis; 4) melhoria na eficiência dos sistemas de climatização e/ou preparação de AQS.

2.4.5. Relatório síntese

Na sequência da certificação energética de uma fracção, o PQ deverá elaborar um relatório síntese no qual descreve todo o processo desenvolvido, o qual será acompanhado das evidências que suportem os dados utilizados no referido processo, incluindo o relatório fotográfico e o estudo de medidas de melhoria.

2.4.6. Certificações internacionais de referência

Com interesse para este estudo serão também abordados os temas da Passive House e LEED.

A Passive House é uma certificação, não uma legislação, voluntária e de referência a nível mundial em termos de eficiência energética. É composta por critérios que, quando cumpridos, garantem que o edifício é energeticamente eficiente, confortável e de manutenção mais económica. Edifícios com

esta certificação permitem poupanças na ordem dos 90% comparativamente às edificações típicas da Europa Central e cerca de 75% comparando com novos edifícios. As Passive Houses usam menos de 1.5 litros de petróleo ou 1.5 m³ de gás para aquecer um metro quadrado de espaço interior no período de um ano. Estas fazem uso eficiente do sol, de fontes de calor internas e recuperação de calor, tornando os sistemas de aquecimento convencionais desnecessários mesmo durante os invernos mais rigorosos

Para edifícios residenciais, esta certificação estabelece um máximo de 15 kWh/m² de necessidades de aquecimento por ano e equivalente valor para arrefecimento, determinada segundo o seu próprio método (Passive House Institute, 2013).

O LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), à semelhança da Passive House, é uma certificação opcional e não constitui uma legislação. Contrariamente à Passive House (mais orientada para a eficiência energética), a certificação LEED constitui uma referência a nível mundial em protecção do ambiente e sustentabilidade.

O seu sistema de avaliação é feito através de pontos atribuídos consoante determinados aspectos verificados no período de construção e posterior utilização do edifício. Apesar de haver alguns requisitos obrigatórios para além das pontuações, este sistema permite alguma margem de manobra aos projectistas, na medida em que podem escolher que aspectos desenvolver para alcançar os pontos necessários à obtenção desta certificação.

A classificação é constituída por 100 pontos, distribuídos por: sustentabilidade da localização; eficiência no uso da água; eficiência energética e cuidados com as emissões na atmosfera; optimização do uso de materiais e recursos e qualidade ambiental no interior da edificação. Com 10 pontos de bónus, relativos à utilização de novas e inovadoras tecnologias que melhoram o desempenho do edifício e a prioridade que é dada às preocupações regionais.

Existem quatro classificações possíveis:

Certified: 40-49 pontos;

Silver: 50-59 pontos;

Gold: 60-79 pontos;

Platinum: 80 ou mais pontos;

Em Portugal, o Sonae Maia Business Center foi o primeiro edifício na Península Ibérica a obter a certificação Gold (U.S. Green Building Council, 2013).

3. Ventilação

3.1. Enquadramento

A ventilação de um edifício tem como principal função garantir a qualidade do ar interior (QAI). Esta surge da necessidade de controlar o nível de poluentes do ar interior. O corpo humano, por exemplo, é um emissor de poluentes. Ao respirar, não só consome oxigénio, como ainda produz dióxido de carbono e vapor de água. Para além do corpo humano, o próprio edifício pode conter materiais que libertam para o ar uma diversidade de poluentes. Podem ainda existir, dentro dos edifícios, dispositivos onde se efectuam combustões. Dadas todas estas fontes de poluentes, é necessário recorrer a um sistema ou processo para remover ou introduzir ar de um espaço de modo a garantir a QAI.

Na Europa são utilizados diversos sistemas e estratégias de ventilação. Por vezes, a única ventilação existente consiste em infiltrações descontroladas através de frinchas existentes na envolvente (edifícios pouco estanques), enquanto que noutras situações, os sistemas de ventilação com dispositivos passivos são mais frequentes. Este tipo de ventilação denomina-se ventilação natural. Em climas muito frios, como por exemplo a Noruega, os sistemas de ventilação mecânica são os mais comuns e com recuperação de calor associada. Verifica-se, no entanto, que à excepção dos países mais frios, os sistemas de ventilação natural são os mais frequentes na Europa.

Existe, portanto, uma gama alargada de sistemas de ventilação, cada um com as suas vantagens e desvantagens, e isto porque a aplicabilidade de cada sistema se encontra fortemente dependente do tipo de edifício, condições climatéricas, níveis de poluição exteriores e interiores, entre muitos outros factores não menos relevantes (Ferreira P. A., 2006).

3.2. Ventilação natural

A ventilação natural é baseada no fornecimento de ar exterior a um espaço interior sem recurso a qualquer dispositivo mecânico. Para assegurar uma aplicação correcta deste tipo de ventilação, é necessário ter em atenção uma série de parâmetros, tais como a localização do edifício, ou seja, a qualidade do ar exterior, a sua temperatura, humidade relativa, direcção e velocidade do vento e ainda a proximidade de obstáculos de atenuação da velocidade do vento; o próprio edifício, isto é, os seus emissores poluentes interiores, as suas fontes de calor, localização e dimensão das aberturas, orientação, temperatura interior, entre outros.

O processo de ventilação natural é especialmente adequado a fracções de pequena dimensão, nomeadamente habitações, localizadas em climas moderados. Este surge também como um investimento de baixo custo em todos os aspectos: implantação, manutenção e operação, quando comparado a sistemas mecânicos, tendo ainda a vantagem de dispensar grandes espaços técnicos.

No entanto, este tipo de ventilação tem um desempenho bastante aleatório, sendo muito complexo um controlo eficiente do mesmo. Este pode causar conflitos com os regulamentos de incêndio e segurança, quando a ventilação se dá entre diferentes zonas do mesmo edifício. Nota-se, portanto, que apesar da ventilação natural ser muito atractiva, um projecto deste tipo de sistema exige que se tenha em consideração uma série de fenómenos e critérios nem sempre fáceis de tratar pelo que é difícil projectar um sistema de ventilação natural que verifique a norma NP 1037-1 (referida no ponto 2.3) (Ferreira P. A., 2006).

3.3. Ventilação mecânica

Um sistema de ventilação mecânica é baseado na existência de ventiladores que, à custa de um consumo energético adicional, provocam uma diferença de pressões e promovem as trocas de ar. Neste tipo de sistemas, o controlo dos caudais de insuflação e extracção é muito superior ao de um sistema de ventilação natural.

Nos edifícios habitacionais, existem basicamente três tipos de ventilação mecânica: insuflação, extracção e sistemas balanceados, que são a conjugação dos dois anteriores. Em todos estes existe um sistema de condutas associado a um ou mais ventiladores que, como referido anteriormente, promovem a circulação de ar através do gradiente de pressões que provocam, que é proporcional aos caudais de ar em movimento.

Na insuflação mecânica, como o nome indica, o ar é insuflado no edifício. Desta forma, o edifício é pressurizado e o ar é forçado a sair pelas aberturas na fachada. Uma das desvantagens deste método está associada ao controlo de humidades e poluentes nas zonas em que são gerados.

De forma oposta, a extracção mecânica provoca depressão no interior da fracção, forçando a entrada de ar exterior pelas aberturas. Neste tipo de ventilação mecânica, é comum a presença de condutas nas zonas de maior produção de humidades (cozinha ou quarto de banho).

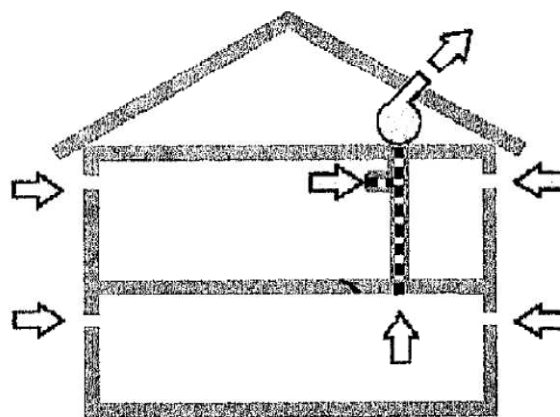


Figura 28 - Extracção mecânica (Concannon, 2002)

Quanto aos sistemas balanceados, estes possuem sistemas independentes de insuflação e extracção, em que o sistema de insuflação tem em média 90 a 95% da capacidade do sistema de extracção, criando uma pequena despressurização na fracção. O ar é extraído nos compartimentos de maior produção de poluentes com a diferença de ser insuflado nos compartimentos principais. Nestes sistemas é possível a instalação de um recuperador de calor, muito útil no aproveitamento da temperatura do ar extraído (Ferreira P. A., 2006).

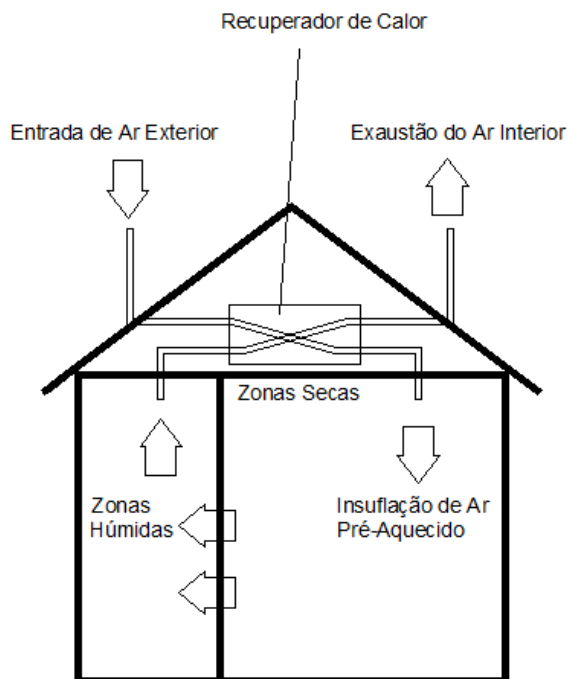


Figura 29 - Sistemas balanceados de ventilação mecânica

3.4. Ventilação híbrida

A ventilação híbrida surge como uma junção da ventilação natural e mecânica, aproveitando as vantagens de cada um dos sistemas de modo a minimizar o consumo energético. Basicamente, os sistemas funcionam de forma alternada, entrando em funcionamento a ventilação mecânica quando necessário. Esta necessidade poderá ter várias origens, como o estado da QAI ou da temperatura interior. Por exemplo, quando é verificado um certo nível de vapor de água ou poluentes no ar, ou quando é atingida uma certa temperatura indesejada, a ventilação mecânica corrige essa situação.

3.5. Ventilação e conforto térmico

Conforto térmico é uma condição mental que expressa satisfação com a envolvente térmica (ASHRAE, 1989). É um conceito difícil de determinar dada a alta subjectividade dos seus parâmetros. Uma sensação fria é agradável quando o corpo está demasiado quente, mas

desagradável quando já estava frio. Os parâmetros que influenciam o conforto dos ocupantes podem ser agrupados em três categorias:

- Parâmetros físicos, que incluem temperatura, humidade relativa do ar, condições térmicas do ambiente (temperatura média radiante) e a velocidade do ar;
- Parâmetros fisiológicos, ou seja, características específicas de cada ocupante (idade, sexo, estado de saúde, etc.);
- Parâmetros externos, como por exemplo, actividade desenvolvida ou vestuário.

A conjugação de todos estes parâmetros reflecte a dificuldade de obtenção de conforto térmico. No entanto, o efeito positivo ou negativo de cada um destes permite desenvolver sistemas de controlo para que se atinjam condições de conforto térmico aceitáveis.

Alguns destes parâmetros são influenciados directamente pela ventilação, podendo esta considerar-se como um factor relevante na obtenção de conforto térmico. O movimento do ar, por exemplo, define a transferência de calor e massa por convecção entre o corpo humano e o ambiente. No Verão, velocidades elevadas aumentam a taxa de evaporação da pele e, conseqüentemente, a sensação de arrefecimento. Estas velocidades elevadas (com limite máximo regulamentar de 0,8 m/s, para não ocorrerem distúrbios) podem ser alcançadas, por exemplo, através de aberturas em fachadas opostas do edifício. Pode-se portanto concluir que o movimento do ar é um parâmetro importante, uma vez que com a velocidade adequada, os ocupantes poderão suportar gradientes de temperaturas interiores mais elevadas. Por outro lado, no Inverno, a ventilação pode ter um efeito negativo na obtenção de conforto térmico. Com a necessidade de renovação do ar interior, pode ser perdida grande parte do ar aquecido. É deste aspecto que advém a complexidade de um sistema de ventilação, a qual reside no equilíbrio entre a exaustão e admissão de ar que garanta a sua qualidade exigível com o mínimo possível de perdas térmicas.

3.6. Permeabilidade ao ar dos edifícios

"A permeabilidade ao ar de um edifício é fundamental, é um dos pilares de um edifício energeticamente eficiente. A permeabilidade pode até ser mais importante que o isolamento térmico. Um edifício muito permeável, comparado com um estanque, igualmente isolado termicamente, pode ter até cinco vezes mais perdas de calor" (Levenson, 2013).

A permeabilidade ao ar de um edifício representa a quantidade de infiltração de ar através da sua envolvente em relação ao seu volume interior. A infiltração é definida como fluxo não desejado que entra e sai do edifício, resultante de diferenciais de pressão causados principalmente pelo vento e efeito chaminé (Machado, 2013). Esta dá-se por aberturas não desejadas presentes na envolvente e cuja relevância para a permeabilidade do edifício depende maioritariamente da sua dimensão, localização, distância entre aberturas e características do ar. A envolvente é composta pelos elementos físicos de separação entre o espaço útil da fracção e todos os outros espaços, sendo eles exteriores, interiores (espaços não úteis) ou sem requisitos (habitações adjacentes, por exemplo).

As portas, janelas e outros elementos semelhantes presentes na envolvente são geralmente considerados aberturas, mas dado o âmbito do presente estudo não serão consideradas como tal. Como aberturas são consideradas as que derivam principalmente de más execuções na construção, como más ligações entre caixilharias e paredes, deficiente preenchimento dos espaços abertos para tubarias ou ligações de elementos, entre outros. Como referido anteriormente, as principais causas de ocorrência de infiltrações são:

- O vento

Quando o vento atinge a fachada, são criadas pressões no local em que o ar é parado ou abrandado. Estas pressões são positivas (forçam o ar exterior para o interior da fracção) do lado barlavento da fracção e negativas (forçam o ar interior para o exterior da fracção) do lado sotavento. A Pressão do vento é dada pela equação (34):

$$q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot FF \quad (34)$$

Em que q é a pressão do vento (Pa); ρ a densidade do ar (kg/m^3); v a velocidade do vento (m/s) e FF o factor de forma do edifício, normalmente considerado 1.

Ou seja, quando a velocidade duplica, a pressão quadruplica. Uma velocidade de 20 m/s provoca uma pressão quatro vezes superior a uma de 10 m/s. Isto traduz-se em perdas de ar muito significativas num ambiente ventoso.

- Efeito de Impulsão térmica (ou efeito chaminé)

Este processo provém da tendência de ascensão do ar quente e da descensão do ar frio. No Inverno, o ar mais quente sobe dentro da fracção e sai pelas aberturas perto do topo, originando uma depressão compensada por ar frio que entra pelas aberturas perto da base. O oposto acontece no Verão. Quanto maior for a diferença de temperatura ou altura da fracção, mais intenso será o efeito. Este ocorre devido à diferença de densidades que a temperatura provoca, que por sua vez provoca diferenças de pressão.

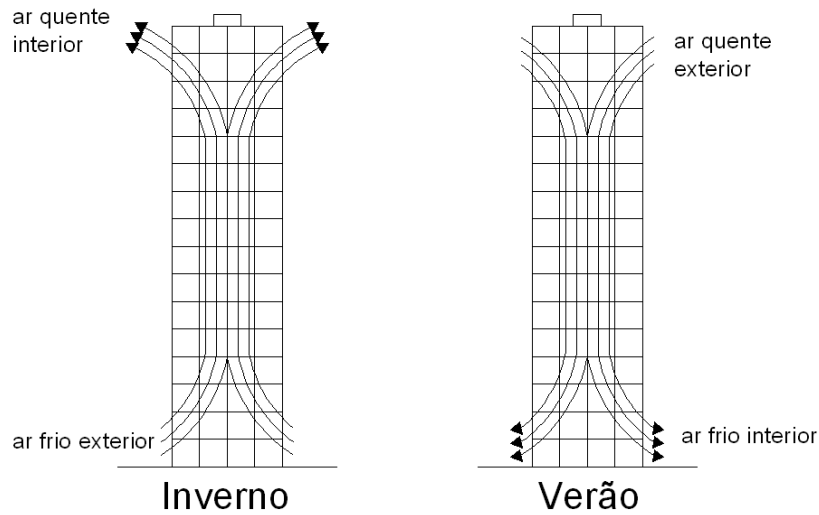


Figura 30 - Permeabilidade pela diferença de densidade do ar

Quando esta força actua sozinha (sem vento), existe um nível neutro de pressão (NNP), onde as pressões interiores e exteriores são iguais. Em todos os outros níveis a diferença de pressão depende da distância ao NNP e das diferenças de densidade entre o ar exterior e interior (Figura 31).

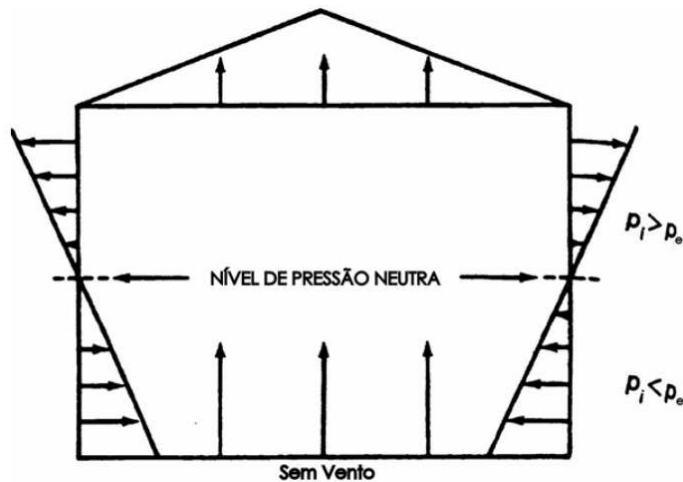


Figura 31 - Nível de Pressão Neutra (Silva P. C., 2006)

A diferença de pressão interna e externa é dada pela expressão (35):

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot (h - h^{NNP}) \cdot \frac{T_i - T_o}{T_o} \quad (35)$$

Em que ΔP é a diferença de pressão (Pa), ρ a densidade do ar (kg/m^3), g a aceleração da gravidade ($9,81 \text{ m/s}^2$), h a altura do ponto, h^{NNP} a altura do nível neutro de pressão, T_i a temperatura interior e T_o a temperatura exterior.

3.7. Ensaio de porta ventiladora

A determinação das Rph através do método analítico contemplado no actual RCCTE é, na maioria das situações, uma metodologia com elevado grau de imprecisão, devido ao facto de praticamente só ser contemplada a existência dos factores envolvidos, e não a sua quantificação.

O ensaio de porta ventiladora, por outro lado, permite determinar com bastante precisão as Rph, fazendo uma avaliação quantitativa da permeabilidade ao ar da fracção ou edifício. Este ensaio constitui uma prática frequente em muitos países, sendo mesmo obrigatório em climas mais rigorosos.

Quanto à sua execução, consiste na pressurização e/ou despressurização da fracção através da porta ventiladora até uma determinada diferença de pressão entre o interior e o exterior. Posteriormente, é feita a leitura do caudal de ar que passa no ventilador necessário para obter o referido valor de diferença de pressão. Este caudal será o mesmo que entra pelas aberturas da envolvente. De salientar que, apesar de permitir uma estimativa analítica, as RPH não são uma medição directa do Ensaio de Pressurização.

Quanto à sua composição, o equipamento utilizado no ensaio (Figura 32) é composto por um ou mais ventiladores (1), um manómetro (2), um conjunto de tubos com sonda de pressão estática (3), um conjunto anéis para o ventilador (4), uma caixilharia de alumínio (5) e um tecido estanque (6). O número de ventiladores depende da permeabilidade e do volume da fracção, sendo um normalmente suficiente para fracções até 1000 m², dada a sua capacidade de cerca de 10700 m³/h. O referido conjunto com um ventilador, à corrente data, tem um preço médio de 2 000€ (Inspector Tools, 2013). Facultativamente, o ensaio pode ser feito com ajuda de um software disponibilizado pelo fornecedor de todo o equipamento, o que obriga também à utilização um computador portátil.



Figura 32 - o sistema de porta ventiladora com todos os seus componentes (adaptado de Retrotec)

Segundo a EN 13829 (Norma Europeia que impõe regulamentação referente ao método de determinação da permeabilidade ao ar de edifícios através de pressurização feita por ventiladores), existem dois métodos de execução do ensaio: O método A e o método B. A diferença entre os dois recai nas aberturas que são fechadas ou seladas para fazer o ensaio. Enquanto o método B exige explicitamente o encerramento de todas as aberturas exteriores intencionais existentes, as aberturas que deverão ser fechadas no método A são ambigualmente descritas na norma, permitindo várias interpretações. O RCCTE em desenvolvimento não especifica qual dos métodos deve ser utilizado, mas pelas informações requisitadas na folha de cálculo que será descrita adiante, é possível admitir com bastante certeza que o ensaio deve ser realizado segundo o método B.

Ensaio de Pressurização segundo o Método B

- Preparação do espaço

1. Fechar todas as portas, janelas e claraboias exteriores, ou para espaço não útil;
2. Fechar a(s) porta(s) da(s) lareira(s) ou selar a(s) lareira(s) caso não haja porta (é recomendável cobrir ou limpar as cinzas pois estas podem levantar durante o ensaio);
3. Fechar ou selar todas as válvulas/aberturas de ventilação existentes;
4. Verificar se os sifões se encontram com água e selar em caso negativo;
5. Abrir todas as portas interiores da fracção, incluindo alçapões para sótão/cave útil, etc.;
6. Desligar os sistemas de climatização;
7. Desligar ventoinhas ou aparelhos de circulação de ar;
8. Deve-se desligar o sistema de AQS;
9. Eleger a porta ou janela na qual se irá montar o sistema. Esta deve ser exterior. No caso de ser interior, o espaço não útil deve ser aberto para o exterior de tal forma que o permita ter os mesmos níveis de pressão que este;
10. Desimpedir o espaço em frente da porta onde se vai realizar o ensaio;
11. Fazer todas as medições necessárias à obtenção do volume da fracção.

Os pontos anteriores têm em vista a obtenção de diferenciais de pressão iguais em todo o espaço útil a avaliar. Quando houver uma diferença de 50 Pa entre o hall de entrada e o exterior, também deverá haver uma diferença de 50 Pa entre o quarto do lado oposto da fracção e o exterior.

- Condições do ensaio

1. A velocidade do vento deverá ser inferior a 6m/s ou classificação inferior a 3 na escala de Beaufort (Anexo I);

2. O produto da diferença de temperaturas (interior e exterior) (em Kelvin) e a altura do edifício terá que ser menor que 500m.K, conforme a equação (36);

$$500m.K < |(Ti(K) - Te(K))|. h_{fracção}(m) \quad (36)$$

3. A diferença de pressão entre o interior e o exterior da fracção (com o equipamento desligado) deverá ser menor que 5 Pa, com medição mínima durante 30 segundos;

4. Todas as condições anteriores devem ser verificadas antes e depois do ensaio, para assegurar a veracidade dos resultados.

- Montagem do Equipamento

A primeira tarefa é a montagem e ajuste da caixilharia de alumínio na porta designada para a realização do ensaio, como observado na Figura 33.



Figura 33 - Montagem e ajuste da caixilharia de alumínio

Após a determinação das dimensões que a caixilharia deve apresentar, esta é retirada da porta e envolvida pelo tecido estanque, conforme a Figura 34.

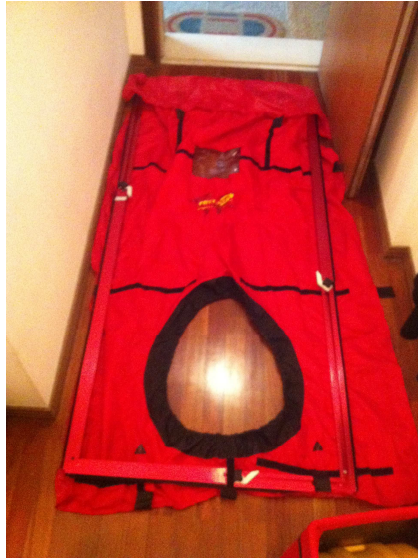


Figura 34 - Processo de fixação do tecido à caixilharia de alumínio

De seguida, ajusta-se novamente o conjunto caixilharia-tecido à porta pretendida Figura 35.



Figura 35 - Montagem do conjunto caixilharia-tecido na porta

Posteriormente, é introduzido o ventilador na abertura devida com a orientação pretendida (para pressurização ou despressurização) e é ajustado o tecido à envolvente do ventilador Figura 36.



Figura 36 - Colocação do ventilador no conjunto caixilharia-tecido

Após a colocação do ventilador, são conectados os cabos de alimentação e as conexões com o manómetro. Dado que será usado o software *Fantestic* da *Retrotec* existem também conexões do manómetro com o computador portátil (Figura 37).



Figura 37 - Conexão do ventilador com o manómetro e o computador portátil

- Procedimento

A fracção é pressurizada, despressurizada ou ambos (recomendável), com um caudal de ar que permita obter os diferenciais de pressão pretendidos. Apesar de os resultados serem reportados para uma diferença de 50 Pa, o teste não consiste apenas na leitura a 50 Pa. Deverão ser registadas, no mínimo, 5 leituras a diferentes pressões com um máximo de 10 Pa de diferença entre elas, ex: 20Pa, 30Pa, 40Pa, 50Pa e 60Pa. A pressão mínima permitida para realização de ensaios é 10Pa, ou 5 vezes a pressão medida inicialmente (Ponto 3 das Condições de Ensaio). Exemplo: se a pressão

medida inicialmente for de 4Pa, a pressão mínima de ensaio será de 20Pa. Estes valores elevados são necessários para minimizar a influência das pressões geradas naturalmente pelo vento e diferença de temperaturas, que variam normalmente entre 0 e 5 Pa.

Quanto à questão de pressurizar ou despressurizar a fracção, devem ser feitos os dois ensaios, isto porque as frinchas têm permeabilidades diferentes conforme o sentido do fluxo de ar.

Nota: Este ensaio revela-se muito útil na localização e identificação de entradas de ar indesejáveis na envolvente, ao fazer o ar mover-se com maior velocidade pelas mesmas. Esta localização pode ser feita através de várias formas, nomeadamente através da câmara termográfica. No interesse de ambas as partes, foi feita uma parceria com outra dissertação que estuda a utilização deste tipo de câmaras na detecção de anomalias na construção. Esta parceria irá revelar-se útil na análise comparativa entre os casos estudados.

3.8. Método de estimativa das Renovações por hora através da Porta Ventiladora

Como referido nos pontos anteriores, o caudal necessário à obtenção do diferencial de pressão pretendido é dado pelo medidor, através do qual é elaborado um gráfico (Figura 38) que correlaciona o caudal com o respectivo diferencial de pressão, criando uma curva que define as características de permeabilidade ao ar da envolvente através do coeficiente C e do expoente n , conforme a expressão (37):

$$Q = C \cdot \Delta p^n \quad (37)$$

Sendo Q o caudal escoado através da abertura, em m^3/s ; C o coeficiente de escoamento do ar (representa o tamanho dos orifícios), em unidades; Δp a diferença de pressão entre o interior e o exterior da fracção (Pa); n a característica geométrica dos orifícios, em unidades. O valor de n pode variar entre 0.5 e 1.0, que corresponde a uma forma pouco turbulenta (aproximada a uma circunferência) e a uma forma fina e longa (como uma fenda), respectivamente.

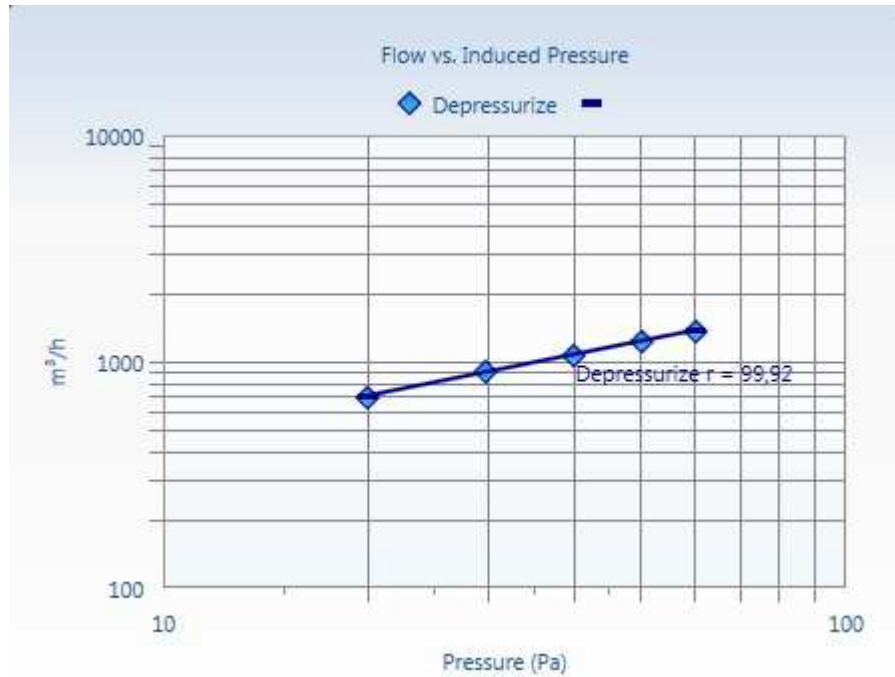


Figura 38 - Exemplo do caso de estudo 1 de gráfico de relação caudal-pressão dado pelo software Fantestic da Retrotec

Como termo de comparação entre fracções, é frequente utilizar o parâmetro $n50$, que expressa a permeabilidade ao ar da habitação quando submetida a um diferencial de pressão de 50Pa. Este indicador corresponde ao quociente da divisão entre o caudal de ar (m^3/h) escoado para um diferencial de pressão de 50Pa (retirado da curva do gráfico referido anteriormente) e o volume interior da fracção (m^3), como indicado na equação (38):

$$n50 = \frac{Q50}{V} \quad (38)$$

O indicador $n50$ é o valor inserido na Folha de Cálculo de Rph do RCCTE em desenvolvimento como resultado do ensaio e será utilizado na determinação das Rph através deste método.

É também frequente obter o valor de Rph em circunstâncias normais através da divisão do valor de $n50$ por 20 (39):

$$Rph = \frac{n50}{20} \quad (39)$$

Este método revela-se menos preciso por não considerar as características do local/zona, podendo o valor real de Rph variar bastante conforme estas.

3.9. Valores limite de outros países da Europa

País	Especificações	Requisito	Unidades	
Alemanha	Com Sistema de Ventilação	1.5	h^{-1} 50Pa	
	Sem Sistema de Ventilação	3	h^{-1} 50Pa	
Austria	Ventilação Natural	3	h^{-1} 50Pa	
	Ventilação Mecânica	1.5	h^{-1} 50Pa	
Bulgaria	Apartamentos	Alta Estanquidade	<2	h^{-1} 50Pa
		Média Estanquidade	2-5	h^{-1} 50Pa
		Baixa Estanquidade	>5	h^{-1} 50Pa
	Edifícios Unifamiliares	Alta Estanquidade	<4	h^{-1} 50Pa
		Média Estanquidade	4-10	h^{-1} 50Pa
		Baixa Estanquidade	>10	h^{-1} 50Pa
Dinamarca		1.5	(L/s 50Pa)/m ²	
Eslovénia	Ventilação Natural	3	h^{-1} 50Pa	
	Ventilação Mecânica	2	h^{-1} 50Pa	
Eslováquia	Moradias Unifamiliares com janelas de alta qualidade	4	h^{-1} 50Pa	
	Restantes casos	2	h^{-1} 50Pa	
Estónia	Habitações Existentes	9	(m ³ /h)/m ²	
	Habitações Novas	6	(m ³ /h)/m ²	
Finlândia	Perdas de Calor em Edifícios-Referência	2	h^{-1} 50Pa	
	Energy Performance Certificate (EPC)	4	h^{-1} 50Pa	
	Novos Apartamentos	0.5	h^{-1} 50Pa	
França	Edifícios Unifamiliares	0.8	(m ³ /h 4Pa)/m ²	
	Outros Casos	1.2	(m ³ /h 4Pa)/m ²	
Holanda	Com Sistema de Ventilação	2-3	h^{-1} 50Pa	
	Sem Sistema de Ventilação	4-6	h^{-1} 50Pa	
Letónia		3	h^{-1} 50Pa	
Lituânia	Ventilação Natural	3	h^{-1} 50Pa	
	Ventilação Mecânica	1.5	h^{-1} 50Pa	
Noruega		3	h^{-1} 50Pa	
Reino Unido		5	(m ³ /h 50Pa)/m ²	

País	Especificações		Requisito	Unidades
República Checa	Ventilação Natural		4.5	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
	Ventilação Mecânica		1.5	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
	Ventilação Mecânica + recuperação de calor		1.0	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
Turquia	Multifamiliares	Alta Estanquidade	<2	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
		Média Estanquidade	2-5	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
		Baixa Estanquidade	>5	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
	Unifamiliares	Alta Estanquidade	<4	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
		Média Estanquidade	4-10	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$
		Baixa Estanquidade	>10	$\text{h}^{-1} 50\text{Pa}$

Tabela 4 - Requisitos de Permeabilidade ao ar em Edifícios Residenciais de diferentes países; Adaptado de *Retrotec*

A Tabela 4 enuncia os valores máximos de permeabilidade ao ar em edifícios residenciais em vigor em alguns países da Europa. É importante referir que, apesar de não ser explícito na tabela, nem todos os países referenciados se regem pela mesma norma (EN13829), seguindo outras semelhantes (como ATTMA TSL1). De salientar também que todos estes valores representam máximos, ao contrário do estabelecido em Portugal pelo RCCTE, que apenas apresenta limitações quanto ao valor mínimo a considerar nos seus cálculos (de 0,6 Rph), tendo por base apenas os factores apresentados no ponto 3.11 sendo esta situação corrigida no RCCTE em desenvolvimento. A título indicativo, para obter a certificação Passive House (ponto 2.4.6) o valor de n50 terá de ser inferior a 0,6, o que permite ter uma ideia da rigorosidade dos seus critérios.

3.10. Termografia e Porta Ventiladora

Os olhos do ser humano apenas detectam radiação electromagnética no espectro de luz visível. Todas as outras formas de radiação electromagnética, como a infravermelha, são invisíveis aos nossos olhos. A radiação infravermelha encontra-se entre a porção visível e a porção de micro-ondas do espectro electromagnético (Figura 39). A sua fonte primária é o calor ou radiação térmica. Qualquer objecto que tenha uma temperatura superior a 0 Kelvin (ou $-273,13^{\circ}$ Celsius) emite radiação na região infravermelha e quanto mais quente estiver, mais radiação emitirá. O ser humano sente este tipo de radiação diariamente. O calor que sentimos da luz do sol, de um fogo ou de um aquecedor são um exemplo disso. Apesar de os nossos olhos não a verem, os nervos da nossa pele podem senti-la. Neste sentido, uma câmara termográfica capta a intensidade da radiação na parte infravermelha de um espectro electromagnético e converte-a numa imagem visível (FLIR, 2011).

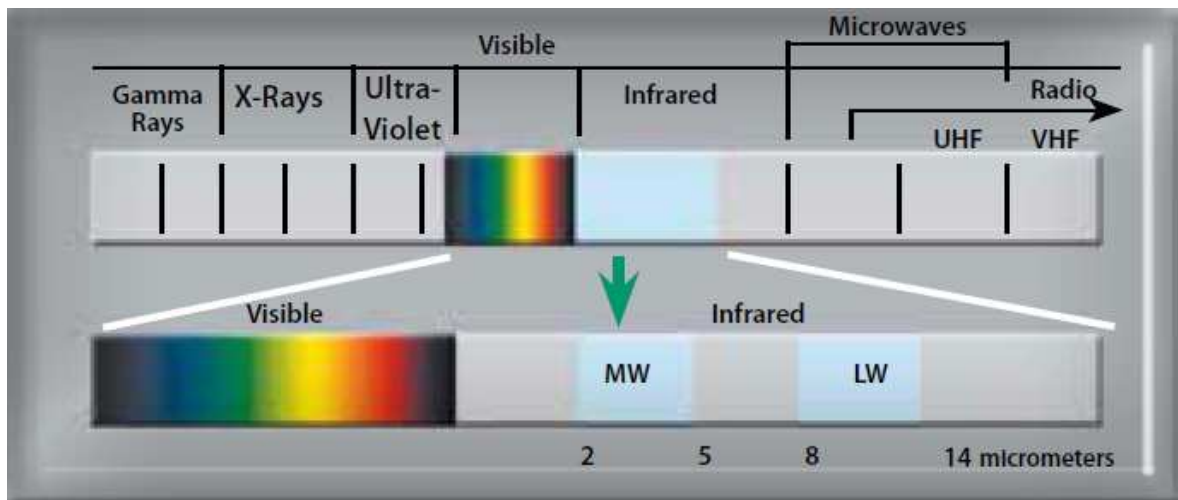


Figura 39 - Espectro electromagnético (FLIR, 2011)

A termografia em edifícios é uma técnica de identificação de heterogeneidades de temperaturas superficiais. Através desta, é possível visualizar uma variedade de disposições construtivas impossíveis de detectar a olho nu sem danificar a construção, como por exemplo: pontes térmicas, infiltrações de ar e consecutivas perdas de energia, infiltrações de água, rupturas em canalizações de água ou condutas de ventilação, deficiências ou falhas de isolamento térmico, humidades, condensações superficiais, entre outros (Figura 40).

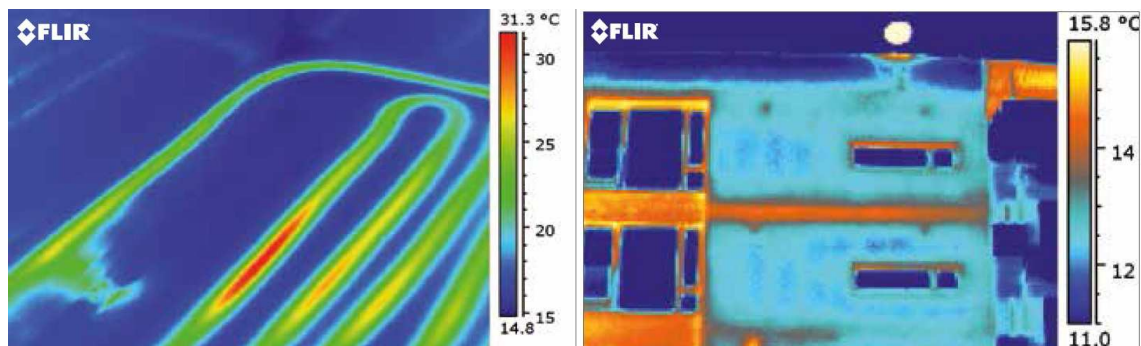


Figura 40 - esquerda: fuga no sistema de pavimento radiante; direita: pontes térmicas planas (FLIR, 2011)

Este tipo de câmaras tornou-se uma das melhores ferramentas de diagnóstico em inspeções de anomalias, permitindo a detecção e correção atempada destas antes que piorem e necessitem de reparações mais dispendiosas. Os termogramas (imagens infravermelhas) obtidos pela câmara permitem até saber com exactidão a temperatura a que cada um dos seus pontos se encontra.

Para detectar infiltrações de ar, há necessidade da existência de diferentes temperaturas e pressões entre o exterior e o interior. Para estas situações, quando os ensaios são realizados “in-situ” e não é possível controlar estas variações, em que a capacidade de detetar patologias apenas com a câmara termográfica não seria possível, é utilizada a técnica de Termografia activa. Esta consiste no arrefecimento/aquecimento da superfície do objeto em causa de modo artificial. Uma das técnicas

utilizadas é a Porta Ventiladora. Neste caso, o ar, ao passar por uma infiltração, irá percorrer e arrefecer/aquecer uma determinada superfície no seu caminho, criando nesta um padrão característico de temperatura (Figura 41), não identificável na imagem termográfica sem assistência.

Assim, este sistema permite detectar patologias que apenas com a câmara termográfica não seria possível identificar, localizando as zonas onde se encontram as fugas de ar que eventualmente existam.

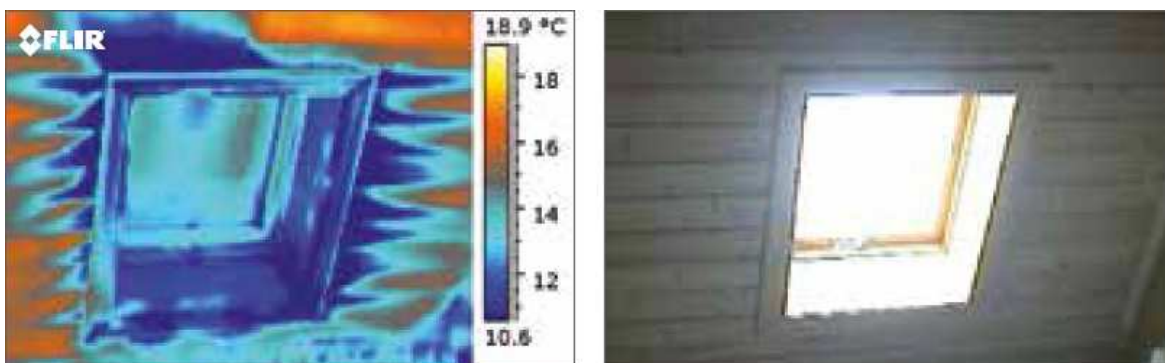


Figura 41 - Exemplo de identificação de infiltrações através da termografia (FLIR, 2011)

Na interpretação dos termogramas, o operador terá que entender que diferentes materiais e diferentes circunstâncias influenciam as leituras de temperatura da câmara, tais como:

- Condutividade térmica: Diferentes materiais têm diferentes condutibilidades. Um isolante térmico tende a aquecer mais lentamente que um metal. Estas diferenças podem levar a diferenças muito grandes de temperatura em certas situações;
- Emissividade: Representa a eficiência com que um objecto emite radiação infravermelha, é altamente dependente das propriedades do material. É muito importante ajustar a câmara para a emissividade certa, caso contrário, os valores de temperatura medidos serão incorrectos.
- Reflexão: Alguns materiais, como a maioria dos metais e vidros, reflectem radiação térmica como um espelho (Figura 42). Estes reflexos podem levar a interpretações erradas do termograma. Deste modo, o operador deve escolher um ângulo de incidência que não influencie os termogramas.

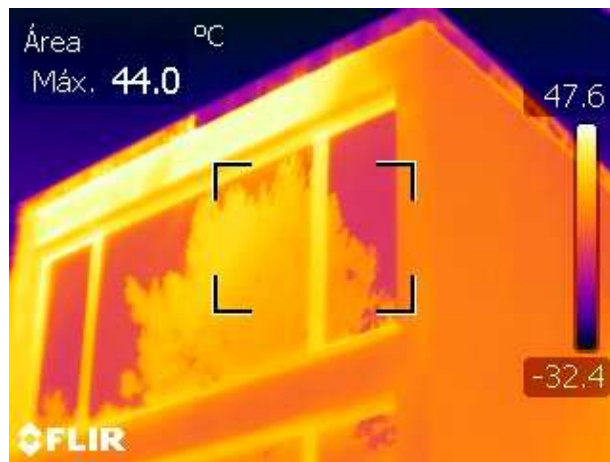


Figura 42 - Exemplo de reflexão na termografia

- Temperaturas interiores e exteriores: É recomendada uma diferença de pelo menos 10°C entre o interior e o exterior do elemento em estudo (para detecção de falhas de isolamento e perdas de energia, sendo recomendado 5 °C para identificação de fugas). Todavia, é possível a obtenção resultados satisfatórios trabalhando com menores diferenças de temperatura.
- Influências no exterior do edifício: Radiação solar directa e as sombras associadas podem influenciar os padrões térmicos mesmo algumas horas após a exposição a esta. O vento, por exemplo, também poderá causar arrefecimento nas superfícies, diminuindo as diferenças entre áreas quentes e frias. Outro factor influenciável é a chuva. Esta diminui as temperaturas superficiais mesmo após a sua paragem, dado que a evaporação da água arrefece os materiais.
- Influências no interior do edifício: influências externas nas temperaturas superficiais também podem provir do interior. Sistemas de aquecimento e condutas de ventilação podem alterar padrões térmicos, levando a conclusões erradas, assim como, mobiliário ou elementos decorativos. Estes devem ser removidos seis horas antes da inspeção (FLIR, 2011).

3.11. Perdas por ventilação no RCCTE actual

Para facilitar a determinação das Rph segundo o RCCTE, foi utilizada uma folha de cálculo fornecida pelo Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção da Universidade de Coimbra, apresentada de seguida (Figura 43 e Figura 44), da qual serão apresentados apenas os pontos com interesse para a obtenção do valor de RPH.

Nota: O exemplo apresentado encontra-se preenchido com as características do caso de estudo 1, abordado no ponto 4.3.

Localização da fracção	Continente		
Distância à costa	Superior a 5 km		
Concelho	Porto		
Local de implantação	Interior de uma zona urbana		
Altitude	104,00 m		
Norte (N) ou Sul (S)?	Norte		
Tipo de ventilação?	Natural		
Cumprir NP 1037-1?	Não		
Qual a classe de caixilharia existente?	Sem classificação		
Existem caixas de estore por onde possam ocorrer infiltrações?	Sim	Na totalidade dos vãos envidraçados?	Sim
Existem dispositivos de admissão de ar na fachada?	Sim	Os dispositivos de admissão de ar existentes na fachada são auto-reguláveis?	Não
As portas exteriores estão bem vedadas?	Sim		

Figura 43 - Folha de cálculo do RCCTE actual - exemplo 1 (ITeCons-UC, 2011)

O campo Localização da fracção tem como opções "Continente", "Arq. dos Açores" e "Arq. da Madeira", servirá para definir a Região do edifício em conjunto com o campo "Distância à costa". Serve também para tornar visível um outro campo que permite ao utilizador utilizar a metodologia alternativa ao cálculo do Ni para a região Autónoma da Madeira, sem interesse para o presente estudo. O campo "Concelho" tem como opções todos os Concelhos de Portugal continental. O campo "Local de Implantação" tem como opções "Interior de uma zona urbana", "Periferia de uma zona urbana ou zona rural" ou "Zona muito exposta". No campo "Altitude" é introduzida a distância vertical entre o edifício e o nível médio do mar. O campo Norte ou Sul tem como função ajudar na determinação da zona climática, irrelevante na determinação de RPH. Quanto ao campo "Tipo de Ventilação", este detém as opções "Natural" e "Mecânica", naturalmente será abordada apenas a opção "Natural". Esta opção habilita todos os campos apresentados de seguida. O campo "Cumprir NP 1037-1?", como o nome indica, tem apenas as opções "Sim" e "Não". O campo "Qual a classe de caixilharia existente" permite indicar desde "sem classificação" até "classe 3". As caixilharias de classe 4 têm equivalência às de classe 3. "Existem caixas de estore por onde possam ocorrer infiltrações" torna visível o campo "Na totalidade dos envidraçados?" em caso de resposta afirmativa, que por sua vez torna visível o campo "Qual a área de vãos envidraçados com caixa de estore?" em caso de resposta negativa. Isto servirá para obter a relação de envidraçados com e sem caixa de estore através do total de áreas de vãos envidraçados, que será indicado adiante. O campo "Existem dispositivos de admissão de ar na fachada?" habilita o campo "Os dispositivos de admissão de ar existentes na fachada são auto-reguláveis?" em caso de resposta positiva. Este por sua vez deve ser preenchido afirmativamente no caso de o dispositivo garantir que, para diferenças de pressão entre 20 e 200Pa, o caudal não varie mais de 1,5 vezes. Finalmente, o campo "As portas exteriores estão bem vedadas?" deve ser preenchido afirmativamente apenas se todas as portas da fracção forem bem vedadas por aplicação de borrachas ou equivalente em todo o seu perímetro.

Tipo de edifício	Residencial	Tipo	Multifamiliar	Qual o piso em que se encontra a fracção?	Piso 1
Tipologia da Fracção	T1			NOTA: Em fracções com vários piso indicar o que se situa à cota mais baixa (excluindo caves).	
N.º de Pisos da Fracção (excluindo caves e desvãos)	1				
Existe informação válida sobre a Área útil de pavimento, Ap?	Sim	Ap =	62,98 m ²		

Figura 44 - Folha de cálculo do RCCTE actual - exemplo 2 (ITeCons-UC, 2011)

Quanto ao segundo exemplo desta folha, no campo "Tipo de Edifício" são elegíveis as opções "Residencial", "Serviços", "Hotéis" e "Outros", sendo estas usadas em outro tipo de valores com interesse para obtenção da classe energética da fracção. Quanto ao campo "Tipo" deve ser indicado se se trata de um edifício "Unifamiliar" ou "Multifamiliar", com o intuito de determinar a altura a que se encontra a fracção a par do campo "Qual o piso em que se encontra a fracção?". Este só surgirá no caso de ser eleita a opção "Multifamiliar", e tem opções que vão desde o "R/Chão" até "Piso 9 ou superior", contendo ainda a opção "Outra situação" que fará surgir o campo "Qual a altura acima do solo do pavimento da fracção?", autoexplicativo. O campo "Tipologia da Fracção" será usado para outros aspectos da obtenção da classe energética. O "N.º de Pisos da Fracção (excluindo caves e desvãos)" é também autoexplicativo, assim como os campos "Existe informação válida sobre a Área útil de pavimento, Ap?" (Sim/Não), e "Ap=".

Em outras partes da folha são ainda pedidos os valores do Pé-direito médio para efeitos de determinação de volume interior, em conjunto com o valor de Ap, e os valores das áreas de cada um dos envidraçados.

3.12. Perdas por ventilação no RCCTE em desenvolvimento

Nota: É de salientar que, como o nome indica, esta legislação se encontra em desenvolvimento, podendo o seu conteúdo ser alterado quando o documento oficial for emitido.

Segundo a perspectiva do RCCTE em desenvolvimento, a eficiência energética nos edifícios é tratada através de um coeficiente global de calor, dado pela seguinte equação (40):

$$Ht(W/^{\circ}C) = Htr + Hve \quad (40)$$

Sendo Htr o coeficiente global de transferência de calor por transmissão pela envolvente ($W/^{\circ}C$) e Hve o coeficiente de transferência de calor por ventilação devido à renovação do ar interior ($W/^{\circ}C$). Abordando apenas os factores com interesse para o presente estudo, o coeficiente Hve é dado por (41):

$$Hve(W/^{\circ}C) = 0,34 \cdot Rph \cdot Ap \cdot Pd \quad (41)$$

Em que Ap corresponde à área útil de pavimento (m^2), Pd ao pé-direito médio da fracção (m) e Rph à taxa nominal horária de renovação do ar interior, sendo a sua determinação feita através de uma

ferramenta de cálculo do tipo folha de cálculo disponibilizada pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Todos os passos na referida folha são explicados na mesma, com a excepção do campo "Número de fachadas expostas ao exterior": É considerado que o edifício tem uma fachada exposta ao vento quando, para dada orientação, a área dessa fachada representa mais de 70% da área total de fachadas da fracção e quando existem aberturas de ventilação apenas nessa fachada.

Neste regulamento o valor de R_{ph} será diferente para as estações de aquecimento e arrefecimento, com a particularidade de, para efeitos de cálculo, o valor de R_{ph} da estação de aquecimento não deverá ser inferior a 0,6. Para efeitos de comparação no presente estudo, será apenas comparado o valor de R_{ph} da estação de aquecimento.

Seguidamente é apresentado o Ponto 1 da referida folha de cálculo (Tabela 5) aplicada ao caso de estudo 2, abordado em 0. Os campos "Região", "Rugosidade", "Altitude do local", "Área útil" e "Pd" são determinados do mesmo modo no RCCTE actual, não necessitando de explicação adicional. No campo "Tipo de Edifício", existem as opções "Habitação existente", "Habitação nova ou grande reabilitação", "PES existente" e "PES novo ou grande reabilitação" (PES significa Pequeno Edifício de Serviços). No campo "Existem edifícios situados em frente das fachadas", caso seja seleccionada a opção "Sim", são tornados visíveis dois campos adicionais, sendo eles "Altura do edifício situado em frente" (determinada do mesmo modo que o campo "altura de referência do edifício") e "Distância aos edifícios situados em frente", sendo ambos auto-explicativos. O campo "Altura de referência do edifício" corresponde ao maior valor da distância entre o ponto do tecto da fracção mais elevada face ao nível do terreno; O campo "Altura de referência da fracção" corresponde ao maior valor da distância entre o ponto do tecto da fracção face ao nível do terreno; Ambos os campos anteriores podem ser simplificados para o produto do número de pisos e o valor 3. O campo "Sistema de ventilação" tem as opções "Ventilação natural de acordo com NP 1037-1" ou "Outro Sistema de Ventilação" (ponto 2.3). Quanto ao campo "Local", é indicada uma lista de várias zonas do país, devendo ser eleita a corresponde à da fracção.

Anexo Ventilação v2.2a - 2012-07-17

1. Enquadramento do edifício			
Tipo de edifício	Habitação existente	Área útil (m ²):	145,9
Região	B	Pd (m):	2,56
Rugosidade	II	Vol (m ³):	374
Altitude do local (m)	38	Local	Grande Porto
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais	Texterior (°C)	10,2
Existem edifícios situados em frente das fachadas?	Não	Zref (m)	98
Altura de referência do edifício (H_{edif}) em m	18	Text ref (°C)	10,0
Altura de referência da fracção (H_{fA}) em m	18	Aenv/Au:	8%
		Classe de protecção:	Desprotegido
		Zona da fachada:	Média
Sistema de ventilação	Outro sistema de ventilação		

Tabela 5 - Folha de Cálculo do RCCTE em desenvolvimento, Ponto 1

Quanto aos restantes pontos da referida folha, serão apenas abordados os pontos 2 e 3 (Figura 45), dado que os restantes não são considerados em nenhum dos casos de estudo analisados.

No Ponto 2, caso seja medido o valor de n50, é tornado visível o campo "Valor de n50 medido", no qual se deve introduzir o referido valor. Adicionalmente são ocultados os restantes campos do ponto. Caso não seja medido o valor de n50, é necessário o preenchimento dos restantes campos, sendo os primeiros dois autoexplicativos e o terceiro, "Caixa de estore - permeabilidade", tem como opções "Baixa" e "Alta". A opção "Baixa" deve ser escolhida "quando a caixa de estore é exterior e comunica com o interior apenas na zona de passagem da fita; quando a caixa de estore tem em toda a sua periferia um vedante sob compressão e comunica com o interior apenas na zona de passagem da fita, ou quando existe um ensaio em que a permeabilidade ao ar caixa de estore e das suas juntas ao caixilho medida de acordo com a norma EN 1026, para a diferença de pressão de 100 Pa, a dividir pela unidade de comprimento, for inferior a $1 \text{ m}^3/(\text{h.m})$ "(transcrito da folha de cálculo), sendo a opção "Alta" usada para todos os restantes casos.

O ponto 3 é usado apenas no caso de existirem aberturas de admissão na fachada, sendo especificado o tipo de abertura (Fixa ou regulável manualmente; Auto-regulável a 2Pa; Auto-regulável a 10 Pa; Auto-regulável a 20 Pa) e a respectiva área ou caudal nominal (no caso das aberturas auto-reguláveis) indicada no campo "Área livre das aberturas fixas/Caudal Nominal das aberturas auto-reguláveis".

2. Permeabilidade ao ar da envolvente				
Foi medido valor n50	Não			
Para cada Janela ou grupo de janelas:				
Área dos vãos envidraçados (m2)	11,48	0	0	0
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	1	Sem classificação	Sem classificação	Sem classificação
Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Alta	Não tem	Não tem	Não tem
3 . Aberturas de admissão de ar na fachada				
Tem aberturas de admissão de ar na fachada	Não			
Tipo de abertura				
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)				

Figura 45 - Folha de Cálculo do RCCTE em desenvolvimento, Pontos 2 e 3

4. Casos de estudo de ventilação

4.1. Introdução

A finalidade do estudo será comparar quatro valores de Rph de distintas fracções, obtidos através dos seguintes métodos:

- Segundo o actual RCCTE;
- Segundo o RCCTE em desenvolvimento sem o auxílio da Porta Ventiladora;
- Segundo o RCCTE em desenvolvimento com o auxílio da Porta Ventiladora;
- O valor de Rph50 dado directamente pelo ensaio (podendo este ser "adaptado" para Rph).

O primeiro, tal como o nome indica, pretende obter as Rph dadas pela legislação actual, e entender de que forma estas se podem ou não aproximar da legislação em desenvolvimento. O segundo será uma comparação directa com o terceiro, na medida em que se irão reger pela mesma legislação, com a peculiaridade de ser usado o ensaio de porta ventiladora ou não. Apesar do número de ensaios ser muito reduzido para tal conclusão, esta comparação ajudará a entender a viabilidade deste tipo de ensaio na obtenção das Rph no RCCTE em desenvolvimento. Finalmente o quarto valor é geralmente utilizado para comparação da permeabilidade ao ar entre fracções. Infelizmente, este valor não constituirá uma comparação directa real, por razões que serão descritas no ponto 4.7.

O Ensaio da porta ventiladora, como referido anteriormente, será feito segundo o método B da EN 13829, com 5 medições de 30s do valor de pressão estática e medições para depressões a 20, 30, 40, 50 e 60 Pa. Por falta de recursos humanos, não foi possível realizar ensaios com insuflação de ar, dado que seria necessário um operador adicional do lado exterior da fracção.

Apesar da eleição das fracções ser estritamente dependente de conhecimentos pessoais, os casos estudados apresentam grandes diferenças entre si, com interesse para o presente estudo.

Foram analisados dois apartamentos e duas moradias. Quanto aos apartamentos, é de salientar que têm alturas ao solo e proximidades ao mar bastante diferentes e que o mais pequeno apresenta menos de metade da área útil do maior. Quanto às moradias, é de salientar a diferença de idades, a localização e também a diferença de área útil, que é de quase metade.

4.2. Método de realização do ensaio de porta ventiladora

Este ponto descreve a aplicação do ensaio nos casos do presente estudo, estando directamente relacionado com a parte de procedimento do ponto 3.7.

Como mencionado no referido ponto, o ensaio poderá ser feito através do software *Fantestic*. Será feita uma breve introdução a este para melhor entendimento do seu funcionamento.

O *Fantestic* é um software que grava as medições do sistema ventilador-manómetro para com estes determinar vários parâmetros relativos à permeabilidade ao ar de uma fracção. Quando usado com

o referido conjunto, o *Fantestic* controla automaticamente o ventilador e regista os dados necessários de acordo com determinada norma ou padrão definida pelo utilizador (EN13829 para o presente estudo).

Começando um novo teste, o software identifica o manómetro conectado ao computador, sendo apenas necessário introduzir o modelo do ventilador utilizado. São pedidos alguns dados ao utilizador que serão posteriormente utilizados no cálculo das Rph (Figura 46), sendo de destacar o volume interior da fracção (m^3) e a área útil de pavimento (m^2). Adicionalmente, poderão ser introduzidos outros parâmetros consoante os resultados que se pretenda obter deste software, como o parâmetro $q50$ [permeabilidade da envolvente, dado pela razão entre $Q50$ (caudal que passa pelo ventilador para obtenção de um diferencial de pressão de 50 Pa) e o volume interior da fracção].

Nota: A figuras explicativas do software *Fantestic* encontram-se preenchidas com os dados do caso 1 do presente estudo.

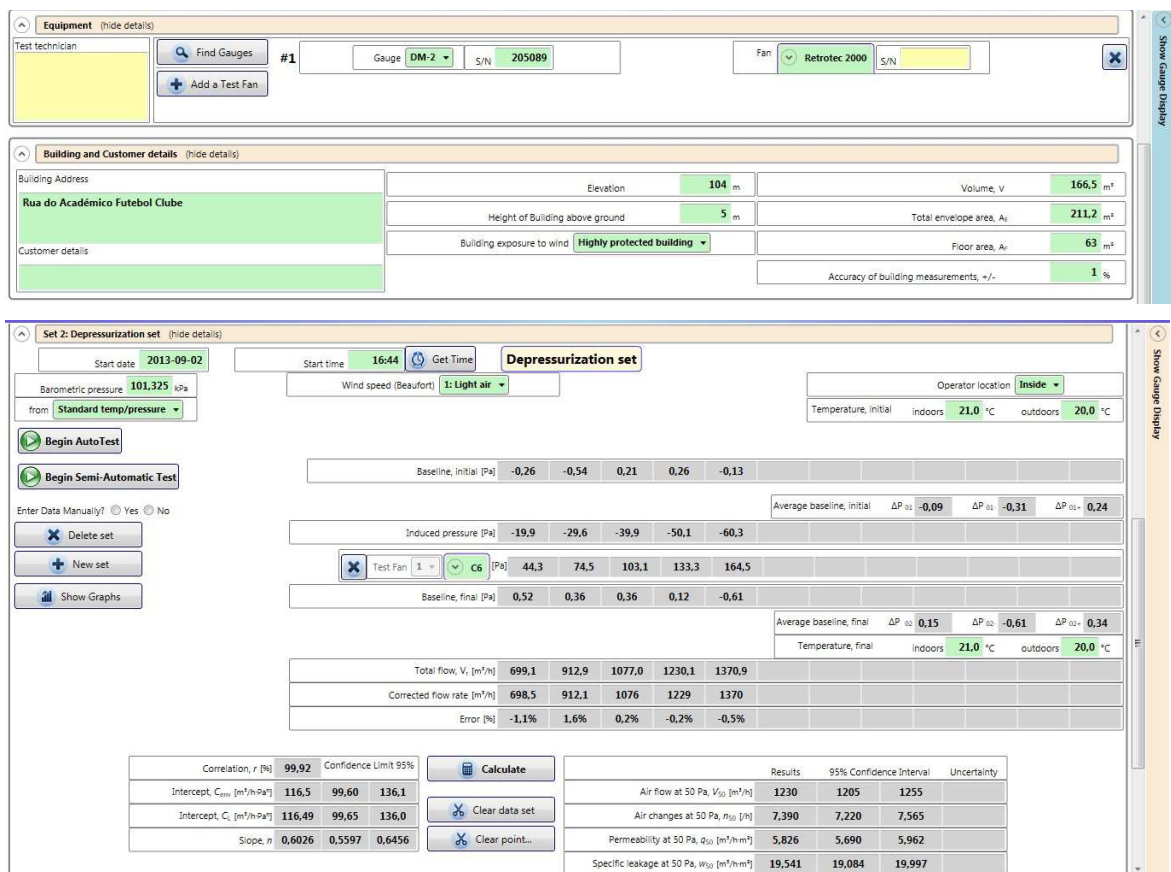


Figura 46 - Software Fantestic

Depois de introduzidos os dados iniciais, é pedida a velocidade do vento segundo a escala de beaufort (Anexo I), a localização do operador (dentro ou fora da fracção) e a temperatura interior e

exterior. O programa regista automaticamente a data e a hora de início e fim do ensaio. A partir deste ponto pode-se dar início ao teste.

Ao pressionar o botão "Begin Automatic Test", o software verifica novamente a conexão com o manómetro e pede para ser selado o ventilador. É então iniciada a medição da pressão estática, ou seja, o diferencial de pressão a que se encontra o exterior e o interior da fracção. Foram previamente definidas neste software instruções para serem feitas 5 medições de 30 segundos cada. Após esta medição, o software pede que seja aberto o ventilador noanel que o operador achar indicado. Também como definido anteriormente no software, são feitas 5 medições para diferenciais de 20, 30, 40, 50 e 60 Pa. Caso seja necessário aumentar ou diminuir a área de abertura do ventilador por insuficiência ou excesso de caudal para determinado diferencial de pressão, o programa di-lo-á na altura indicada. Finalmente, é novamente pedido pelo programa que o ventilador seja selado e, de seguida, é medido o diferencial de pressão entre o interior e o exterior, também em 5 pontos de 30 segundos cada (Figura 46).

Terminadas as medições, selecciona-se o botão "Calculate" e serão determinados vários parâmetros, incluindo n50 (Figura 46).

4.3. Caso de estudo 1

4.3.1. Descrição da fracção

Foi estudada a permeabilidade ao ar de um apartamento tipologia T1 construído há cerca de 15 anos, localizado em Paranhos, Porto. É composto por um quarto, cozinha, sala, uma instalação sanitária e circulação interior, com uma área útil de 62.98 m².



Figura 47 - Caso 1 - Vista Exterior

Foi feito o levantamento da fracção e de todos os componentes necessários à realização da seguinte planta:

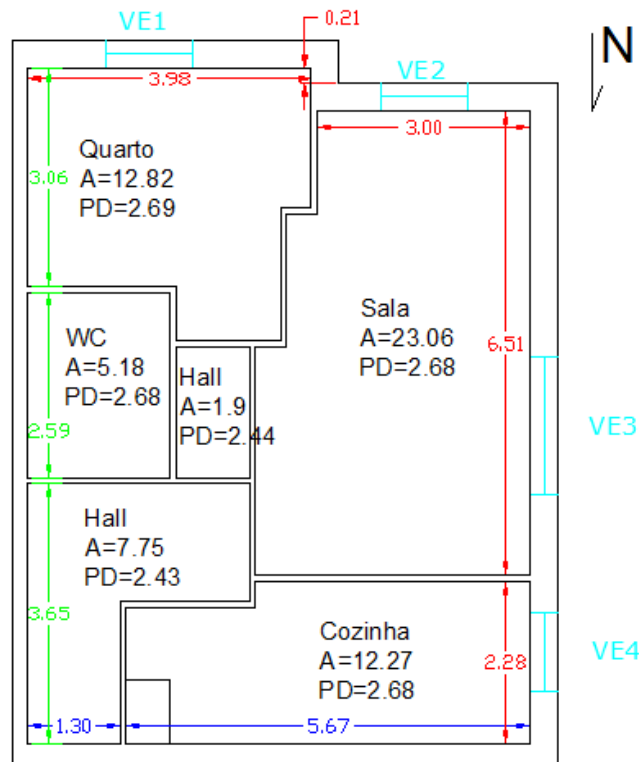


Figura 48 - Planta da fracção 1

As medidas a verde representam paredes em contacto com espaço sem requisitos térmicos (habitação adjacente), as medidas a azul paredes em contacto com espaços não aquecidos (zona de circulação comum e caixa de escadas) e as medidas a vermelho espaços exteriores. Tanto o tecto como o pavimento da habitação estão em contacto com outras habitações, sendo estes também considerados espaços sem requisitos térmicos.

4.3.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual

Quanto aos dados necessários para avaliação de perdas por renovações de ar segundo o actual RCCTE, a ventilação processa-se de forma natural; o edifício está inserido no interior de uma zona urbana (Rugosidade I); implantado a uma altitude de 104m e com distância à costa superior a 5km, pertencendo à Região A; Encontra-se a aproximadamente 5m do solo, o que, em conjunto com a Rugosidade e Região consideradas, permite obter uma classe 1 de exposição ao vento; Existe um dispositivo de admissão de ar na fachada que não garante que, para diferenças de pressão entre 20 Pa e 200 Pa, o caudal não varie mais de 1,5 vezes; quanto às caixilharias, não foi possível saber qual a sua classe de permeabilidade, sendo estas consideradas "sem classificação". Ainda sobre as caixilharias, todas têm caixa de estore associada; Adicionalmente, a área de vãos envidraçados é

inferior a 15% da área útil de pavimento e a porta da fracção está bem vedada em todo o seu perímetro.

Valor de Renovações por hora segundo o actual RCCTE - **0,95 Rph**

4.3.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora

Para o cálculo segundo o RCCTE em desenvolvimento, são ainda necessários os seguintes dados: Trata-se de uma habitação existente, com 2 ou mais fachadas expostas ao exterior, sem edifícios situados em frente das fachadas, com altura de referência do edifício de 12m, altura de referência da fracção de 6m e pé-direito médio de 2,64m. Quanto à permeabilidade ao ar da envolvente, a área de vãos envidraçados de 8,44m² e as caixas de estore apresentam permeabilidade Alta. Tem ainda uma abertura fixa de admissão de ar na fachada com 225 cm².

RCCTE em desenvolvimento sem o valor de *n50* dado pela Porta Ventiladora - **1,13 Rph**

4.3.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora

Dada a pequena dimensão da habitação, a verificação de todos os requisitos do ensaio foi rápida mas deficiente. Por alguma inexperiência, não foi devidamente selada uma das condutas ventilação da fracção, sendo anulada a primeira tentativa.

Na segunda tentativa, foram abertas as janelas previamente com o intuito de obter uma menor diferença de temperatura entre o exterior e o interior. Foi também verificada a velocidade do vento, com intensidade 1 da escala de Beaufort. O Sistema foi montado na porta principal (Figura 49) da fracção, com a sonda na caixa de escadas (que tem uma grande abertura para o exterior, como apresentado na Figura 49) para haver máxima aproximação aos valores de pressão do ar exterior. Foi selada a conduta de exaustão pontual do wc e a abertura de ar na cozinha (Figura 50).

RCCTE em desenvolvimento com o valor de *n50* dado pela Porta Ventiladora - **1,18 Rph**



Figura 49 - esquerda: Abertura para o exterior da caixa de escadas da fracção 1; direita: Sistema Porta Ventiladora montado na fracção 1

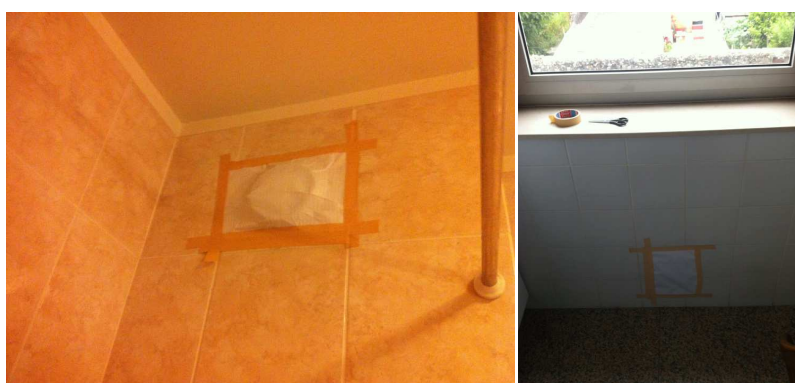


Figura 50 - Abertura de ar e conduta de exaustão seladas da fracção 1

4.3.5. Quadro Resumo

Valor calculado a partir de	Rph
RCCTE actual	0,95
RCCTE em desenvolvimento sem o valor de n50	1,13
RCCTE em desenvolvimento com o valor de n50	1,18
n50	7,38
n50/20	0,37

Tabela 6 - Quadro Resumo do caso 1

4.3.6. Registo Termográfico

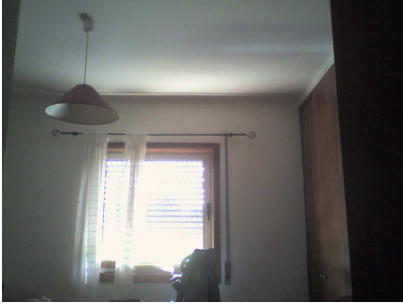
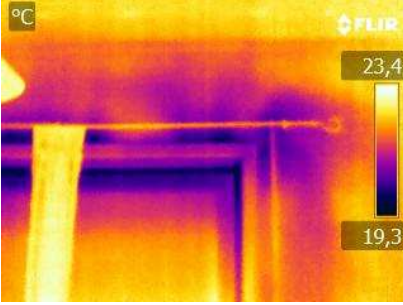
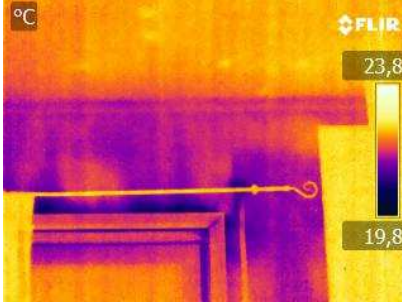



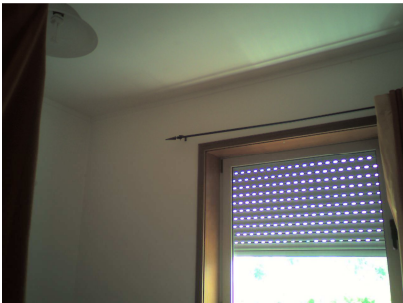
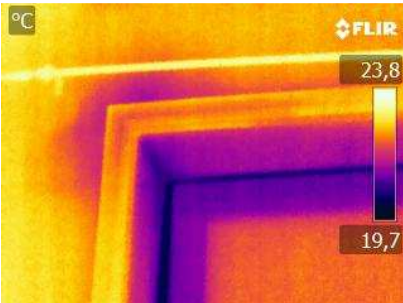
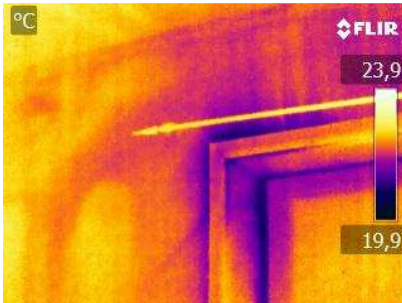
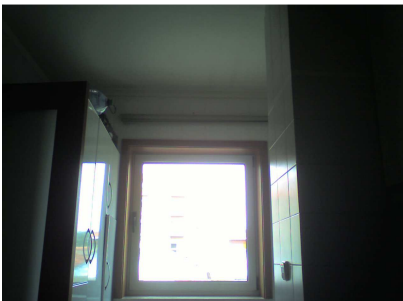
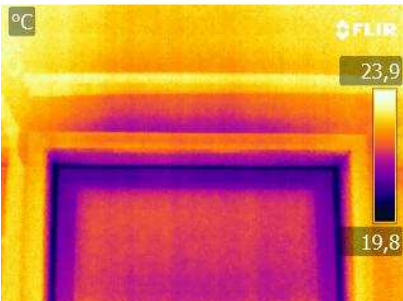

Registo Câmara Digital	Registo Infravermelho sem auxílio da Porta Ventiladora	Registo Infravermelho com auxílio da Porta Ventiladora
		
		
		
		

Tabela 7 - Registo Termográfico da fracção 1

4.4. Caso de estudo 2

4.4.1. Descrição da fracção

Foi estudada a permeabilidade ao ar de um apartamento tipologia T3 construído em 2001, localizado em Leça da Palmeira, Matosinhos. É composto por três quartos, cozinha, marquise, sala, arrumos, três instalações sanitárias e circulação interior, com uma área útil de 145.93m².



Figura 51 - Fracção 2 - Vista exterior

Foi feito o levantamento da fracção e de todos os componentes necessários à realização da planta da mesma (Figura 52 e Figura 53):

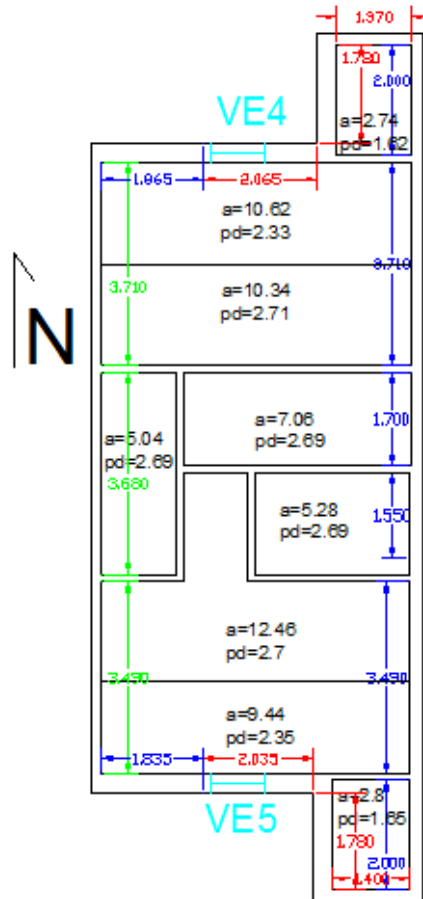


Figura 52 - Planta do 1º Piso da fracção 2

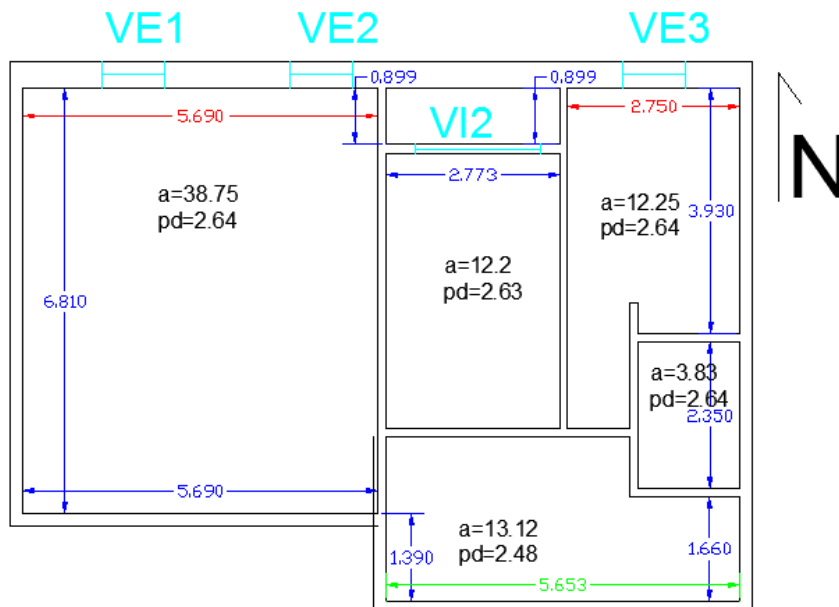


Figura 53 - Planta do 2.º Piso da fracção 2

As medidas a verde representam paredes em contacto com espaço sem requisitos térmicos (habitação adjacente), as medidas a azul paredes em contacto com espaços não aquecidos (zona de

circulação comum, edifício adjacente, marquise, caixa de escadas e desvão não útil) e as medidas a vermelho espaços exteriores. O pavimento da habitação está em contacto com outras habitações, sendo também considerados espaços sem requisitos térmicos. Quanto à cobertura, esta está em contacto com o exterior e com desvão ventilado, sendo este considerado espaço não útil.

4.4.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual

Quanto aos dados necessários para avaliação de perdas por renovações de ar segundo o actual RCCTE, a ventilação processa-se de forma natural; o edifício está inserido na periferia de uma zona urbana (Rugosidade II); implantado a uma altitude de 38 m e com distância à costa inferior a 5km, pertencendo à Região B; A fracção encontra-se a aproximadamente 15m do solo, o que, em conjunto com a Rugosidade e Região consideradas, permite obter uma classe 3 de exposição ao vento; Existe um dispositivo de admissão de ar na marquise, não sendo contabilizado para os devidos efeitos segundo o RCCTE; quanto às caixilharias dos envidraçados exteriores, não foi possível saber qual a sua classe de permeabilidade, sendo estas consideradas "sem classificação"; Adicionalmente, a área de vãos envidraçados é inferior a 15% da área útil de pavimento e a porta da fracção está bem vedada em todo o seu perímetro.

Valor de Renovações por hora segundo o actual RCCTE - **1,05 Rph**

4.4.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora

Para o cálculo segundo o RCCTE em desenvolvimento, são ainda necessários os seguintes dados: Trata-se de uma habitação existente, com duas fachadas expostas ao exterior, sem edifícios situados em frente das fachadas, com altura de referência do edifício de 18m, altura de referência da fracção de 18m e pé-direito médio de 2,56m. Quanto à permeabilidade ao ar da envolvente, a área de vãos envidraçados é de 11,48m² e as caixas de estore apresentam permeabilidade Alta.

RCCTE em desenvolvimento sem o valor de *n50* dado pela Porta Ventiladora – **0,63 Rph**

4.4.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora

Na primeira tentativa de realização deste ensaio, denotou-se uma diferença superior a 5 Pa entre o exterior e o interior da fracção, provavelmente derivada ao forte vento exterior que se denotava nessa ocasião (número 5 na escala de Beaufort), ficando o ensaio sem efeito.

Já com condições climatéricas mais propícias, a segunda tentativa decorreu sem problemas. Foram abertas janelas antes do ensaio para equalizar a pressão e verificada a velocidade do vento. Foram selados os sistemas de exaustão das 3 instalações sanitárias (Figura 54). O sistema foi montado na porta para a marquise (espaço não útil) (Figura 55), com as janelas desta abertas e a sonda do manómetro no exterior.

RCCTE em desenvolvimento com o valor de *n50* dado pela Porta Ventiladora – **0,69 Rph**

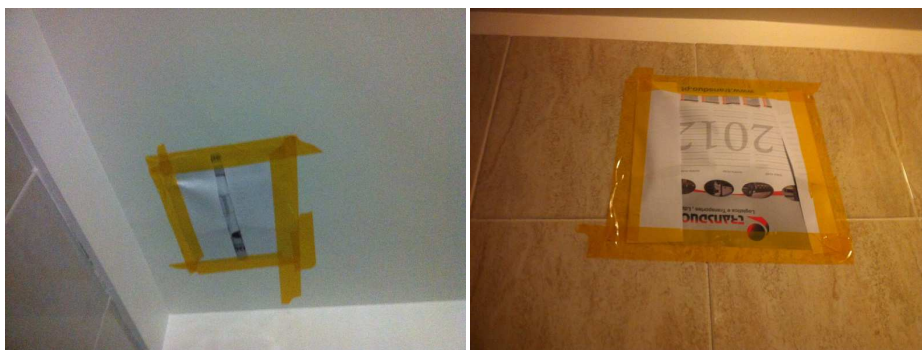


Figura 54 - Exaustão de ar da fracção 2 selada



Figura 55 - Instalação da Porta Ventiladora na fracção 2

4.4.5. Quadro Resumo

Valor calculado a partir de	Rph
RCCTE actual	1,05
RCCTE em desenvolvimento sem o valor de n50	0,63
RCCTE em desenvolvimento com o valor de n50	0,69
n50	4,33
n50/20	0,22

Tabela 8 - Quadro Resumo do caso 2

4.4.6. Registo Termográfico

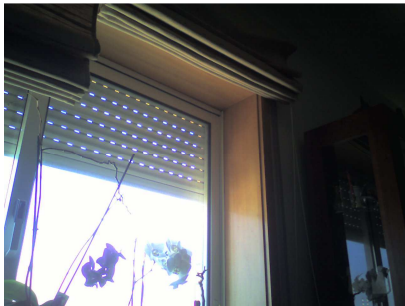

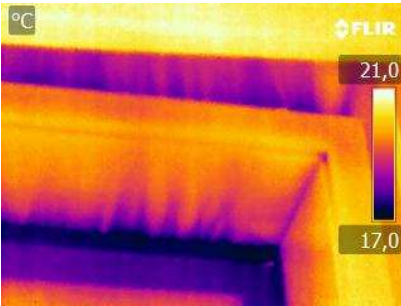
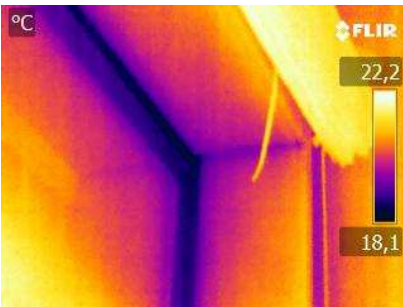

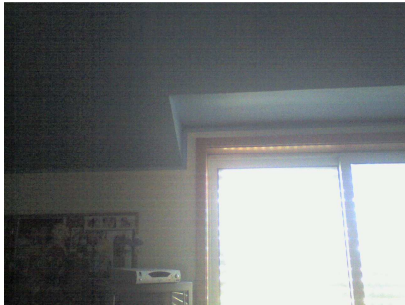
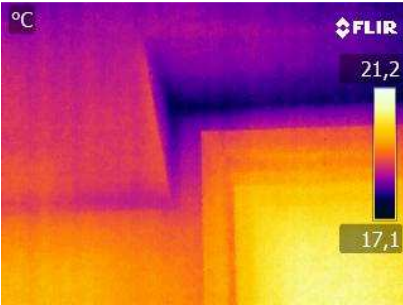
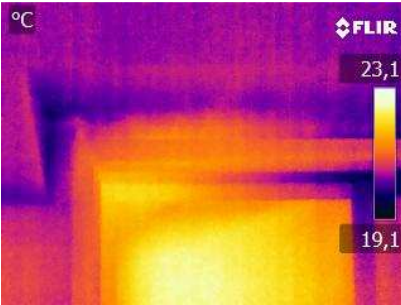



Registo Câmara Digital	Registo Infravermelho sem auxílio da Porta Ventiladora	Registo Infravermelho com auxílio da Porta Ventiladora
		
		
		
		

Tabela 9 - Registo Termográfico da fracção 2

4.5. Caso de estudo 3

4.5.1. Descrição da fracção

Foi estudada a permeabilidade ao ar de uma vivenda tipologia T4 com cerca de 25 anos, localizada em Santa Marinha, Vila Nova de Gaia. É composta por quatro quartos, um anexo, despensa, cozinha, duas salas, arrumos, três instalações sanitárias e circulação interior, com uma área útil de 126.52m².



Figura 56 - Caso 3 - Vista Exterior

Foi feito o levantamento da fracção e de todos os componentes necessários à realização da planta da mesma (Figura 57 e Figura 58).

As medidas a azul representam paredes em contacto com espaços não aquecidos (anexo, arrumos e edifício adjacente) e as medidas vermelhas espaços exteriores. O pavimento da habitação está em contacto com o solo, sendo considerado espaço sem requisitos térmicos. Quanto à cobertura, está em contacto com o exterior.

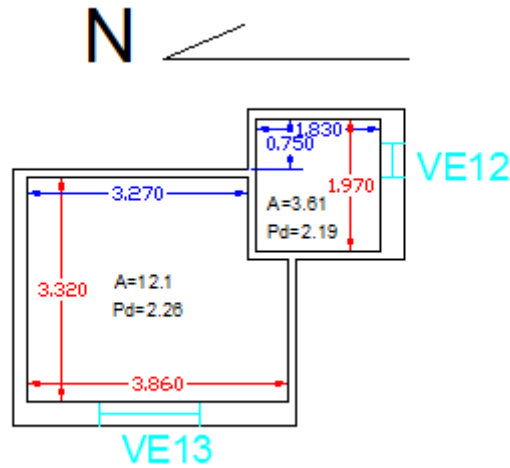


Figura 57 - Planta do 2º Piso da fracção 2

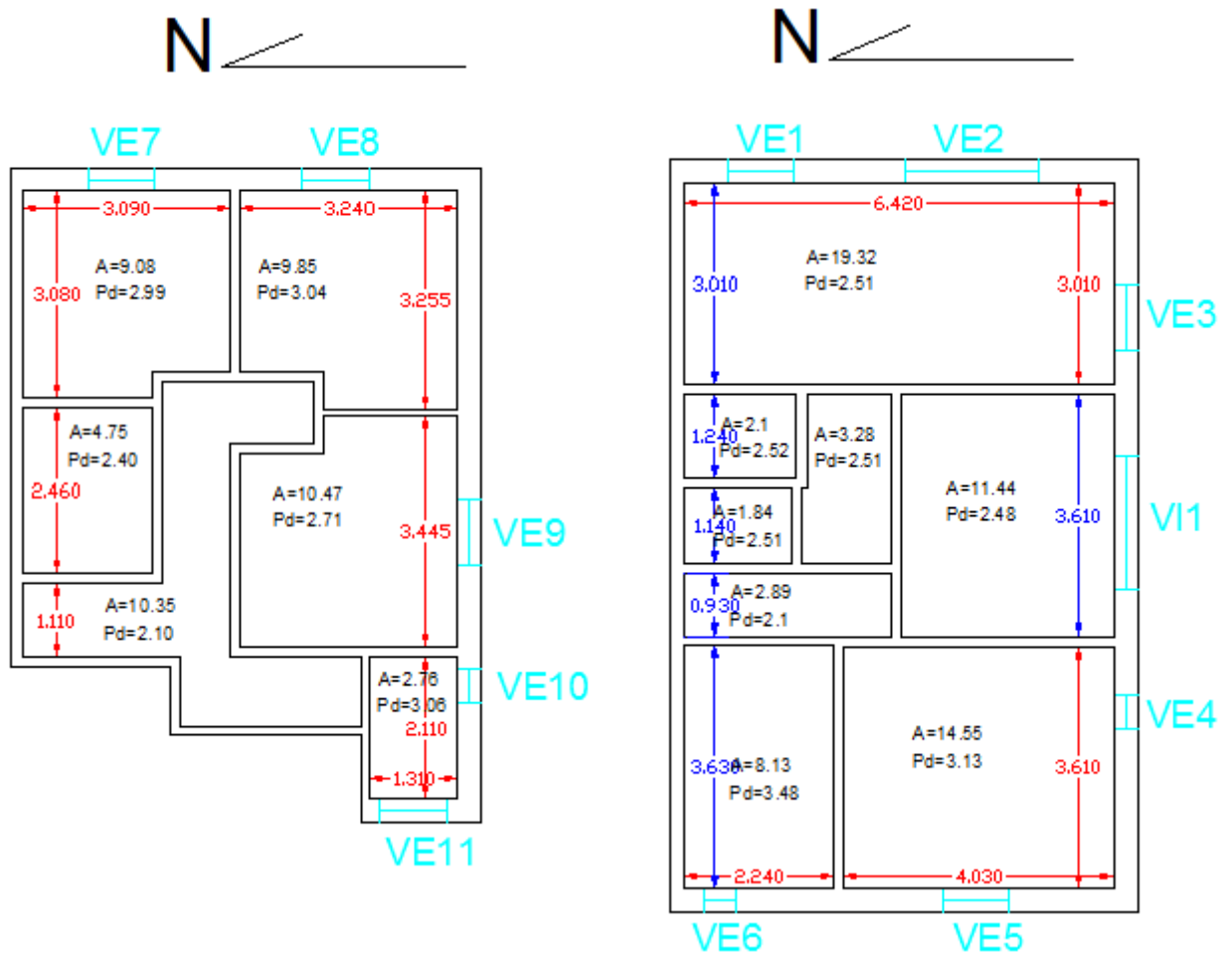


Figura 58 - esquerda: Planta do R/C da fracção 3; direita: Planta do 1.º Piso da fracção 3

4.5.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual

Quanto aos dados necessários para avaliação de perdas por renovações de ar segundo o actual RCCTE, a ventilação processa-se de forma natural; o edifício está inserido no interior de uma zona

urbana (Rugosidade I); implantado a uma altitude de 88 m e com distância à costa inferior a 5km, pertencendo à Região B; A fracção encontra-se a menos de 10m do solo, o que, em conjunto com a Rugosidade e Região consideradas, permite obter uma classe 1 de exposição ao vento; Não existem dispositivos de admissão de ar na fachada; Quanto às caixilharias dos envidraçados exteriores, não foi possível saber a sua classe de permeabilidade ao ar, sendo consideradas sem classificação. Adicionalmente, nenhuma das referidas caixilharias tem caixa de estore associada. A área de vãos envidraçados é inferior a 15% da área útil de pavimento e a porta da fracção não está bem vedada.
Valor de Renovações por hora segundo o actual RCCTE - **1,00 Rph**

4.5.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora

Para o cálculo segundo o RCCTE em desenvolvimento, são ainda necessários os seguintes dados: Trata-se de uma habitação existente, com 2 ou mais fachadas expostas ao exterior, com edifícios situados em frente das fachadas, com altura de 10m e situado a cerca de 9m. O edifício em questão tem 10m de altura de referência, sendo esta igual à altura de referência da fracção. Tem pé-direito médio de 2,67m. Quanto à permeabilidade ao ar da envolvente, a área de vãos envidraçados de 19,57m² e não tem caixas de estore.

RCCTE em desenvolvimento sem o valor de *n50* dado pela Porta Ventiladora – **0,40 Rph**

4.5.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora

Apesar de aparentar ser o caso que iria apresentar mais dificuldades, este foi o único que necessitou apenas de uma visita/ensaio. Como nos restantes casos, foram verificadas todas as condições. Foram selados os sistemas de exaustão dos 3 wc (Figura 59) e fechada a porta para espaço não útil. Após várias tentativas em vários locais, o ensaio foi feito com a implementação do sistema na porta principal. A principal dificuldade foi o ajuste do sistema à porta, dado que esta tem a sua parte superior em arco (Figura 60). Procedeu-se então ao seu estanqueamento (Figura 60), e execução do ensaio, que decorreu sem incidentes.

RCCTE em desenvolvimento com o valor de *n50* dado pela Porta Ventiladora – **0,43 Rph**



Figura 59 - Conduitas de Exaustão da fracção 3 seladas



Figura 60 - esquerda: porta ventiladora antes de selar; direita: porta ventiladora totalmente selada

4.5.5. Quadro Resumo

Valor calculado a partir de	Rph
RCCTE actual	1,00
RCCTE em desenvolvimento sem o valor de n50	0,40
RCCTE em desenvolvimento com o valor de n50	0,43
n50	9,54
n50/20	0,48

Tabela 10 - Quadro Resumo do caso 3

4.5.6. Registo Termográfico

Registo Câmara Digital	Registo Infravermelho sem auxílio da Porta Ventiladora	Registo Infravermelho com auxílio da Porta Ventiladora

Tabela 11 - Registo Termográfico da fracção 3

4.6. Caso de estudo 4

4.6.1. Descrição da fracção

Foi estudada a permeabilidade ao ar de uma vivenda tipologia T3 construída no presente ano, localizada em Pinheiro da Bemposta, Oliveira de Azeméis. É composta por três quartos, lavandaria, despensa, cozinha, biblioteca, sala, arrumos, vestiário, três instalações sanitárias e circulação interior, com uma área útil de 241.13m². A sua grande dimensão exige uma execução e verificação mais demorada de todos os procedimentos.



Figura 61 - Caso 4 - Vista Exterior

Dada a sua recente construção, não foi feito o levantamento da fracção, sendo apenas verificadas as plantas de projecto fornecidas pelo proprietário (Figura 62, Figura 63 e Figura 64).

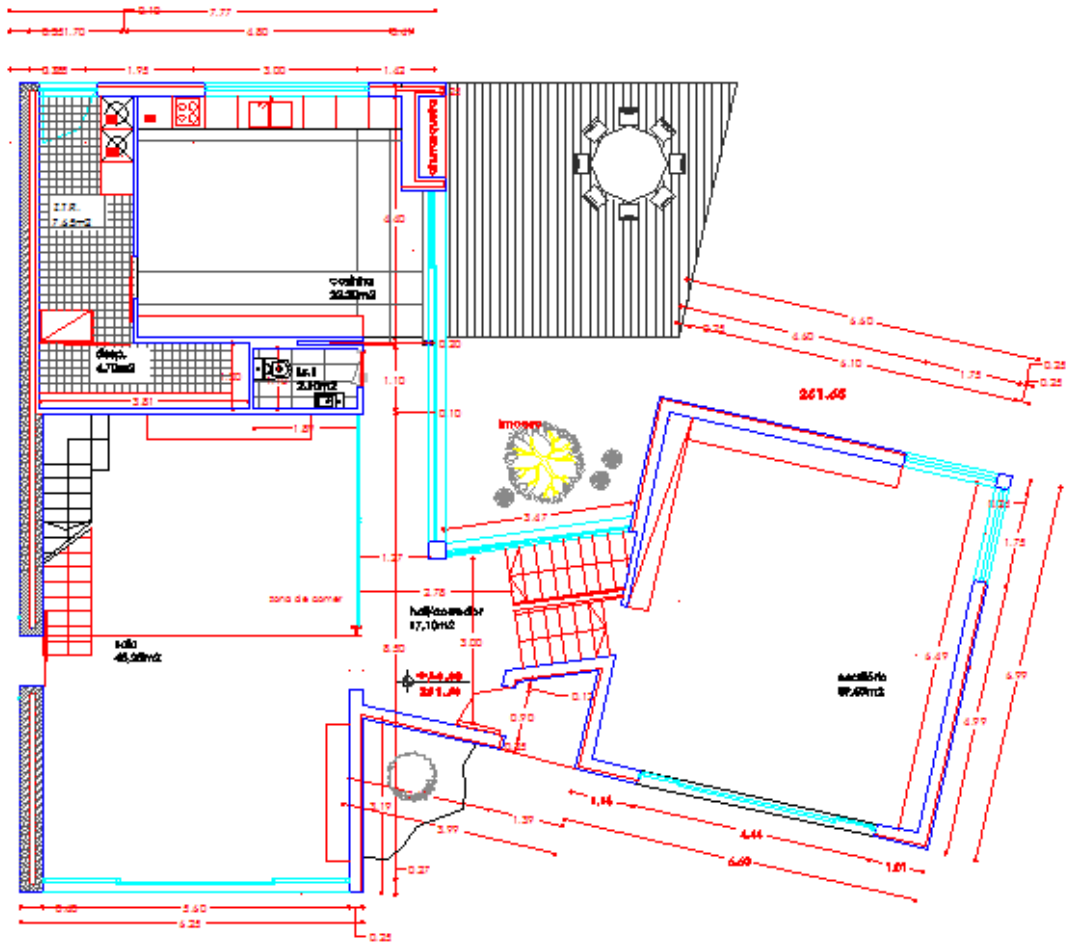


Figura 62 - Planta do R/C da fracção 4 - Parte 1

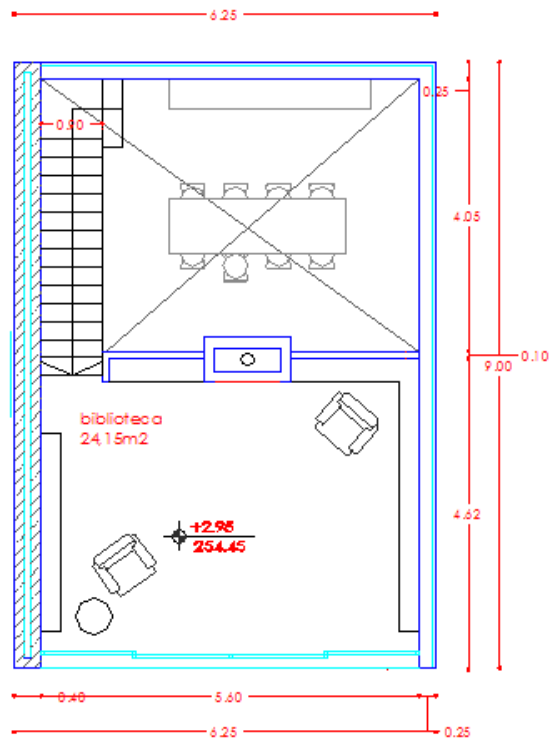


Figura 63 - Planta da biblioteca (1º Piso) da fracção 4

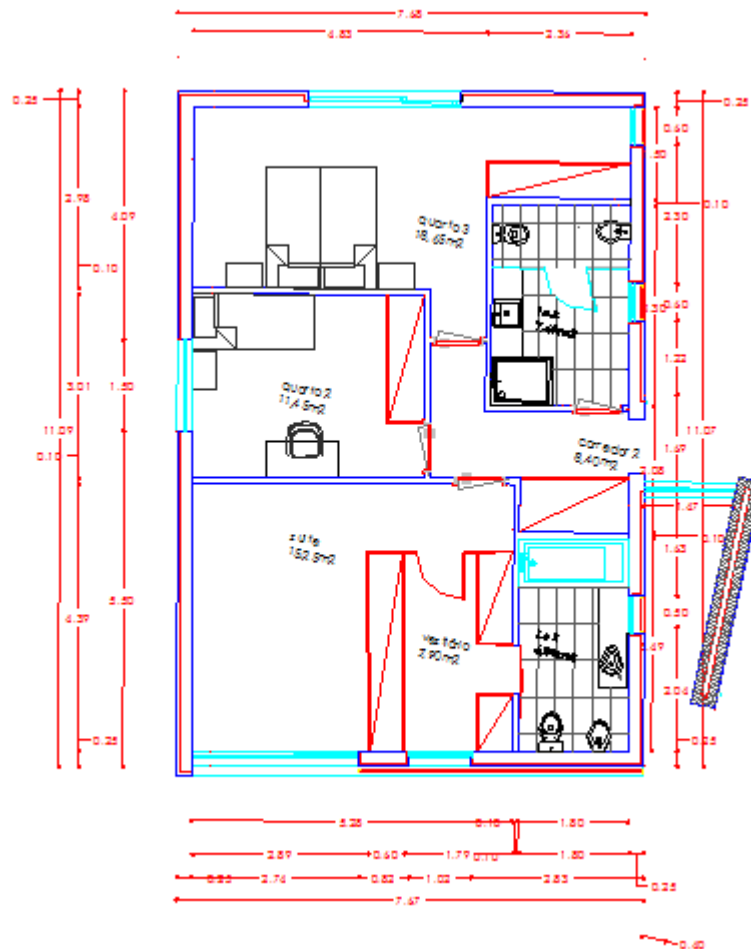


Figura 64 - Planta do R/C da fracção 4 - Parte 2

Apesar de não estarem indicados por outras cores, são facilmente identificados os espaços não úteis da lavandaria (indicada como ZTR na planta) e despensa. Existe um outro espaço não útil que é a garagem, não indicada na planta porque se situa na parte inferior da biblioteca. As restantes paredes são exteriores, assim como as coberturas. Os restantes pavimentos estão em contacto com o solo.

4.6.2. Determinação das RPH através do RCCTE actual

Quanto aos dados necessários para avaliação de perdas por renovações de ar segundo o actual RCCTE, a ventilação processa-se de forma natural; o edifício está inserido numa zona rural (Rugosidade II); implantado a uma altitude de 250m e com distância à costa superior a 5km, pertencendo à Região A; encontra-se a menos de 10m do solo, o que, em conjunto com a Rugosidade e Região consideradas, permite obter uma classe 1 de exposição ao vento; Não existem dispositivos de admissão de ar na fachada; Quanto às caixilharias dos envidraçados exteriores, detêm classe 2 de permeabilidade ao ar. Adicionalmente, nenhuma das referidas caixilharias tem caixa de estore associada. A área de vãos envidraçados é superior a 15% da área útil de pavimento e a porta da fracção está bem vedada.

Valor de Renovações por hora segundo o actual RCCTE - **0,90 Rph**

4.6.3. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento sem porta ventiladora

Para o cálculo segundo o RCCTE em desenvolvimento são ainda necessários os seguintes dados: Trata-se de uma habitação nova, com 2 ou mais fachadas expostas ao exterior, sem edifícios situados em frente das fachadas. O edifício em questão tem 6m de altura de referência, sendo esta igual à altura de referência da fracção. Tem pé-direito médio de 2,77m. Quanto à permeabilidade ao ar da envolvente, a área de vãos envidraçados de 95,36m²e não tem caixas de estore.

RCCTE em desenvolvimento sem o valor de n_{50} dado pela Porta Ventiladora – **0,40 Rph**

4.6.4. Determinação das RPH através do RCCTE em desenvolvimento com porta ventiladora

Tratando-se de uma construção ainda em curso mas quase concluída, o abastecimento de água ainda não tinha sido finalizado na data do primeiro ensaio. Consequentemente, não havia sifonamentos e o ensaio foi largamente influenciado pelo ar das tubarias.

Na segunda tentativa, foram novamente verificadas todas as condições, selados os sistemas de exaustão e fechadas as portas para espaços não úteis. O ensaio foi realizado na porta principal, que criou alguma dificuldade por obrigar a usar o sistema na sua altura máxima (Figura 65).

RCCTE em desenvolvimento com o valor de n_{50} dado pela Porta Ventiladora – **0,52 Rph**

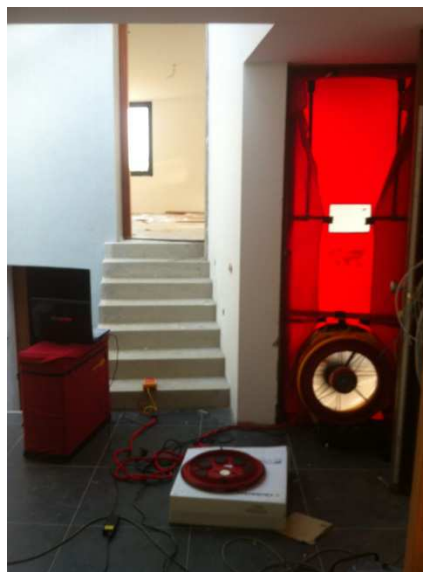


Figura 65 - Sistema Porta Ventiladora na fracção 4

4.6.5. Quadro resumo

Valor calculado a partir de	Rph
RCCTE actual	0,9
RCCTE em desenvolvimento sem o valor de n50	0,40
RCCTE em desenvolvimento com o valor de n50	0,52
n50	5,00
n50/20	0,25

Tabela 12 - Quadro Resumo do caso 4

4.6.6. Registo termográfico


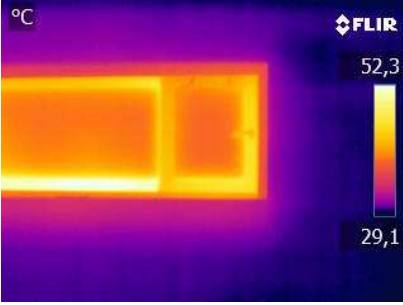

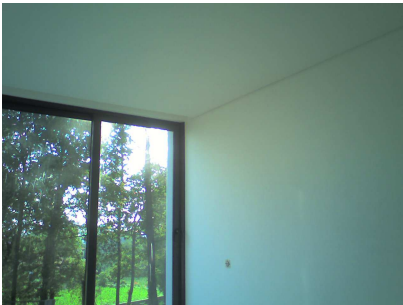
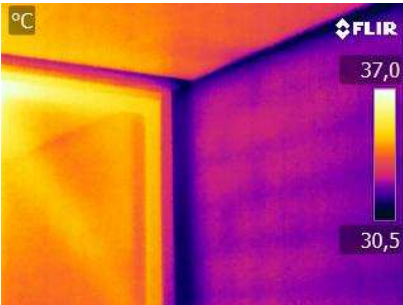



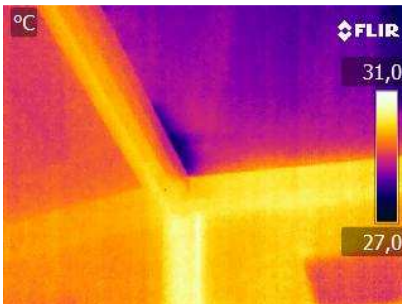

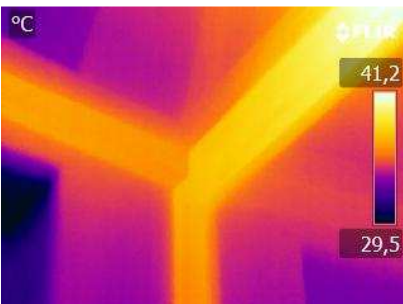
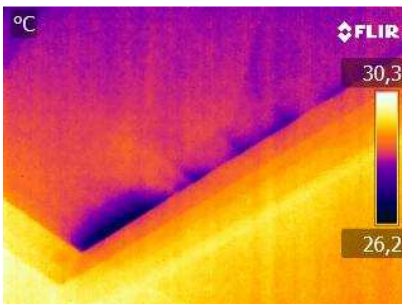
Registo Câmara Digital	Registo Infravermelho sem auxílio da Porta Ventiladora	Registo Infravermelho com auxílio da Porta Ventiladora
		
		
		
		

Tabela 13 - Registo Termográfico da fracção 4

4.7. Análise comparativa dos resultados

Valor calculado a partir de	Valor de Rph para cada um dos casos			
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
RCCTE actual	0,95	1,05	1,00	0,90
RCCTE em desenvolvimento sem o valor de n50	1,13	0,63	0,40	0,40
RCCTE em desenvolvimento com o valor de n50	1,18	0,69	0,43	0,52
n50	7,38	4,33	9,54	5,00
n50/20	0,37	0,22	0,48	0,25
Relação entre área de envidraçados e área útil (%)	13	8	16	44

Tabela 14 - Quadro de Análise Comparativa

Nota: A adição do factor "Relação entre área de envidraçados e área útil" será proveitosa para ajudar a entender o porquê de algumas constatações, como se poderá verificar adiante.

Sendo o valor mais apropriado para comparações directas de permeabilidade, a análise do factor n50 é indicador das grandes diferenças entre as fracções. Como previsto, o caso 3 apresenta a pior permeabilidade. Mas ao contrário do esperado, o caso 4 (dada a sua recente construção) não é o que apresenta menor valor, mas sim o caso 2. Isto poderá ser explicado pela relação entre a área de envidraçados e a área útil (44%), ou seja, apesar de as caixilharias apresentarem menor permeabilidade, a sua grande quantidade contribuí para maior infiltração de ar. Quanto ao caso 1, este valor de n50 não serve para comparação com os restantes, dada a existência de um dispositivo de admissão de ar na fachada (que foi selado durante a realização do ensaio para obtenção deste valor), o valor real de n50 seria superior na realidade. De qualquer modo, mesmo sem a influência dos dispositivos, seria de esperar um valor mais aproximado ao do caso 3. Através da análise da câmara termográfica, foi possível detectar deficiências na construção que justificam o seu mau desempenho (Tabela 7), assim como os desempenhos dos outros casos (Tabela 9, Tabela 11 e Tabela 13).

Quanto à comparação entre os valores obtidos segundo o RCCTE em desenvolvimento com ou sem o valor de n50, a sua diferença máxima é de 0,12 Rph, sendo esta denotada no caso em que seria esperada maior aproximação devido ao facto de haver conhecimento da classe de permeabilidade

das suas caixilharias, o caso 4. Sendo as restantes diferenças de 0,05, 0,06 e 0,03, é seguro afirmar que os valores de cada caso se encontram muito próximos. É também importante salientar que todos os valores obtidos através do parâmetro n50 são superiores aos valores obtidos sem o parâmetro.

Na comparação dos valores de n50/20 com os valores obtidos pelo RCCTE em desenvolvimento, é possível constatar grandes diferenças, com excepção do caso 3. Estas diferenças poderão ser explicadas pela adaptação que o RCCTE faz relativamente aos factores geográficos e do próprio edifício, que não são tidos em conta na obtenção do valor n50 (velocidade do vento no local, presença de aberturas para admissão de ar, entre outros).

Nota: Como não foi possível saber a classe de permabilidade das caixilharias de algumas fracções, os valores obtidos no parâmetro "RCCTE em desenvolvimento sem o valor de n50" poderão diferir da realidade. No entanto, como indica o RCCTE, quando não é possível saber a referida classe, deve-se considerar "sem classificação". Por curiosidade, foram obtidos valores para as outras classes, sendo a "sem classificação" a que mais se aproxima dos valores do parâmetro "RCCTE em desenvolvimento com o valor de n50".

Quanto ao RCCTE actual, este apresenta valores diferentes de todos os parâmetros discutidos anteriormente. Apesar das grandes diferenças dos parâmetros relativos à renovação de ar dos diferentes casos, os valores obtidos a partir do RCCTE actual são bastantes próximos (sendo a maior diferença de 0,15 Rph entre eles).

Adicionalmente, na análise das imagens infravermelhas, é notável a diferença entre os termogramas com e sem o auxílio da porta ventiladora. Nos casos 2, 3 e 4, a utilização da porta ventiladora revelou-se fulcral na localização de infiltrações. Sem o seu auxílio, a maioria das infiltrações não se destacaram nos termogramas. No caso 1, a presença de infiltrações é notável mesmo sem a acção da porta ventiladora, sendo esta apenas um meio de conseguir maior destaque.

5. Aplicação da certificação energética a um caso prático

5.1. Âmbito

Para além do estudo apresentado anteriormente, foram desenvolvidas outras actividades no período de estágio, nomeadamente a elaboração de certificados energéticos, certificados energéticos com base em DCR, desenho de plantas em CAD e levantamento dimensional. Quantificando, foram feitos cerca de 140 certificados energéticos, 3 deles com base em DCR, 20 levantamentos e 20 desenhos de plantas em CAD, correspondendo a cerca de 92% do horário laboral do estágio (sendo o restante utilizado na realização do estudo de porta ventiladora previamente apresentado).

Neste capítulo, será apresentado o certificado energético com todas as suas componentes de um dos casos estudados anteriormente, o caso 3. Sendo a apresentação desta já efectuada no ponto 4.5.1, esta parte irá incidir nas simplificações efectuadas e nas propostas de medidas de melhoria. Serão ainda consideradas outras hipóteses de classificação energética, em que serão utilizados os valores de Rph obtidos no estudo do capítulo anterior no actual RCCTE.

5.2. Levantamento dimensional

Para além dos aspectos referidos no estudo do capítulo anterior, como resultado do levantamento realizado, foram obtidas as seguintes informações:


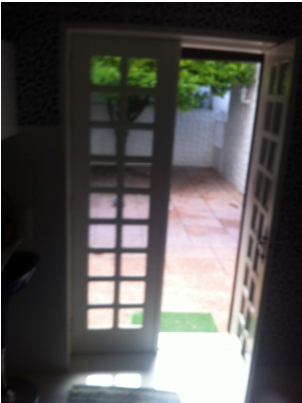
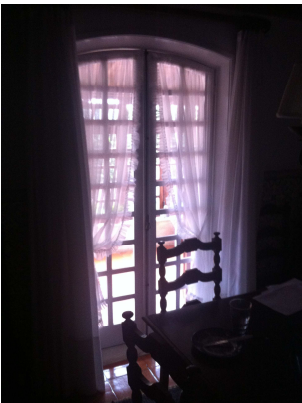

- Foram identificadas três paredes diferentes de envolvente interior (para edifício adjacente, marquise e arrumos), uma parede exterior (cor da superfície exterior clara), coberturas inclinadas exteriores (cor da superfície exterior média) e cobertura plana interior;
- Foram identificados apenas dois tipos diferentes de envidraçados, sendo todos eles de vão simples, vidro simples e caixilharia de madeira com diferentes tipos de caixilharia e protecção solar: uns de abrir e com portada exterior de madeira de cor escura e outros fixos e sem protecção;
- O único vão envidraçado em contacto com espaço não útil contém as mesmas características que o conjunto com caixilharia de abrir e protecção de portada de madeira escura pelo exterior;
- Os sombreamentos dos vãos envidraçados são dados na Tabela 15;
- A fracção tem sistema de painéis solares para AQS, sendo as suas características as seguintes: área absorvora - 1,79 m²; rendimento óptico - 0,715; a_1 - 1,55 W/m²K; a_2 - 0,0117 W/m²K, orientação Sul, inclinação de 14°, capacidade do depósito de 250l e apoio por electricidade.
- A fracção não dispõe de sistema de climatização;
- A inércia térmica da fracção é forte;
- O perímetro de pavimento em contacto com o solo é de 9,43 m;
- A solução construtiva não garante a ausência de pontes térmicas planas ou lineares na envolvente;

Env.		VE1	VE2	VE3	VE4	VE5
Grau de Sombreamento	Inverno	Fortemente sombreado	Fortemente sombreado	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Fortemente sombreado
	Verão	Fortemente sombreado	Fortemente sombreado	Fortemente sombreado	Fortemente sombreado	Fortemente sombreado
Env.		VE5.1	VE6	VE7	VE8	VE9
Grau de Sombreamento	Inverno	Fortemente sombreado	Fortemente sombreado	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal
	Verão	Fortemente sombreado	Fortemente sombreado	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal
Env.		VE10	VE11	VE12	VE13	VE9.1
Grau de Sombreamento	Inverno	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal
	Verão	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal	Sombreamento normal

Tabela 15 - Sombreamentos dos envidraçados da fracção em estudo

De seguida, é apresentado o registo fotográfico e as plantas com definição de envolventes, resultantes do levantamento da fracção (Tabela 16):



<p>Espessura PE1</p>	<p>Espessura PI2</p>
	
<p>Espessura PI3</p>	<p>Vão Exterior 1</p>
	
<p>Vão Exterior 2</p>	<p>Vão Exterior 3</p>
	
<p>Vão Interior 1</p>	<p>Vão Exterior 4</p>



Vão Exterior 5 e 5.1



Vão Exterior 6



Vão Exterior 7



Vão Exterior 8



Vão Exterior 9 e 9.1



Vão Exterior 10







	
<p>Vão Exterior 11</p>	<p>Vão Exterior 12</p>
	
<p>Vão Exterior 13</p>	<p>Sistema de painéis solares</p>
	
<p>Fachada Sul</p>	<p>Exaustão pontual no WC</p>

Tabela 16 - Levantamento fotográfico do caso prático

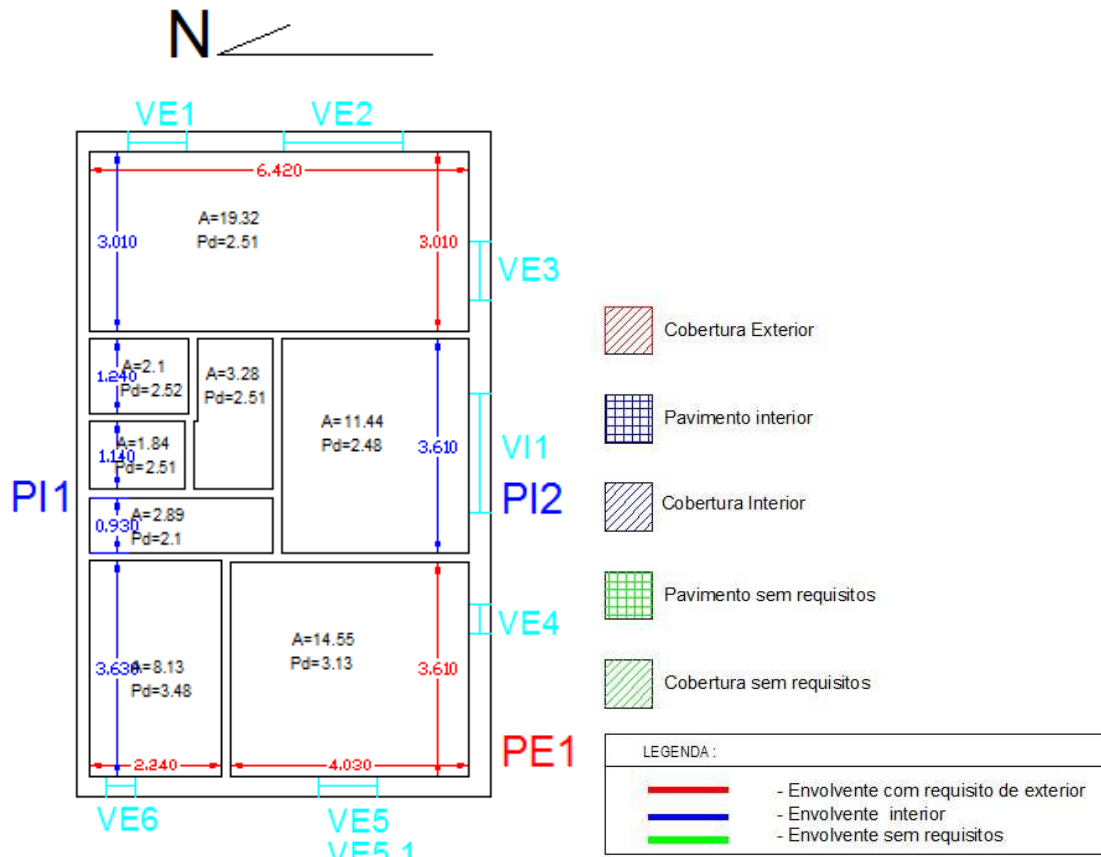


Figura 66 - Planta do R/C da fracção em estudo e respectiva legenda

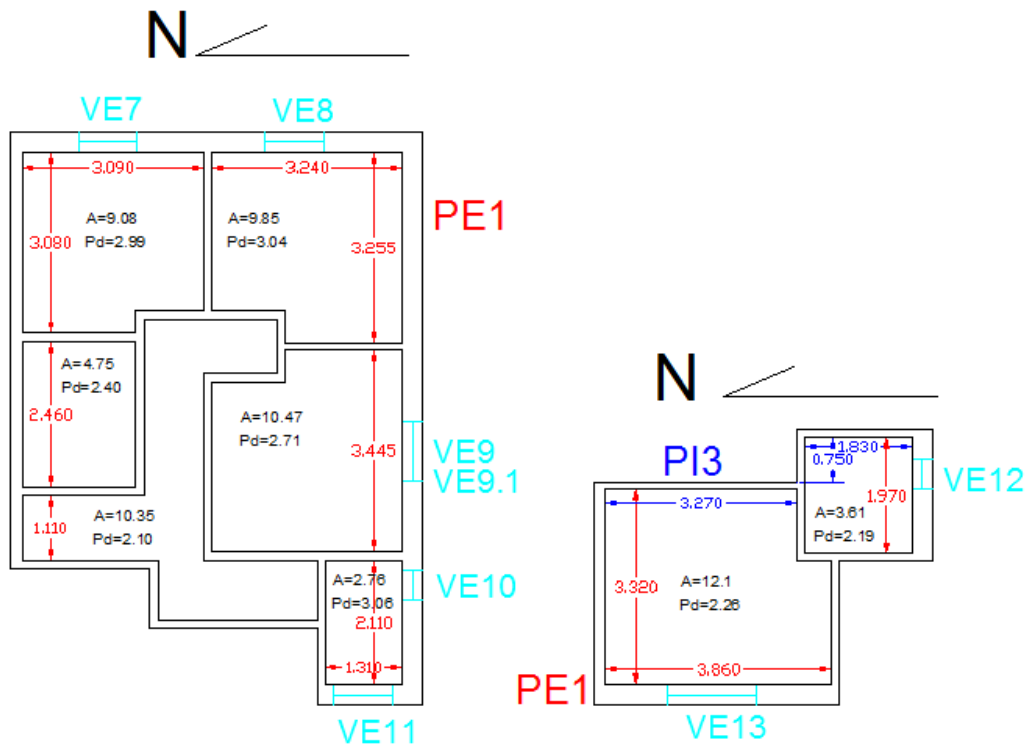


Figura 67 - Plantas do 1.º e 2.º piso da fracção em estudo

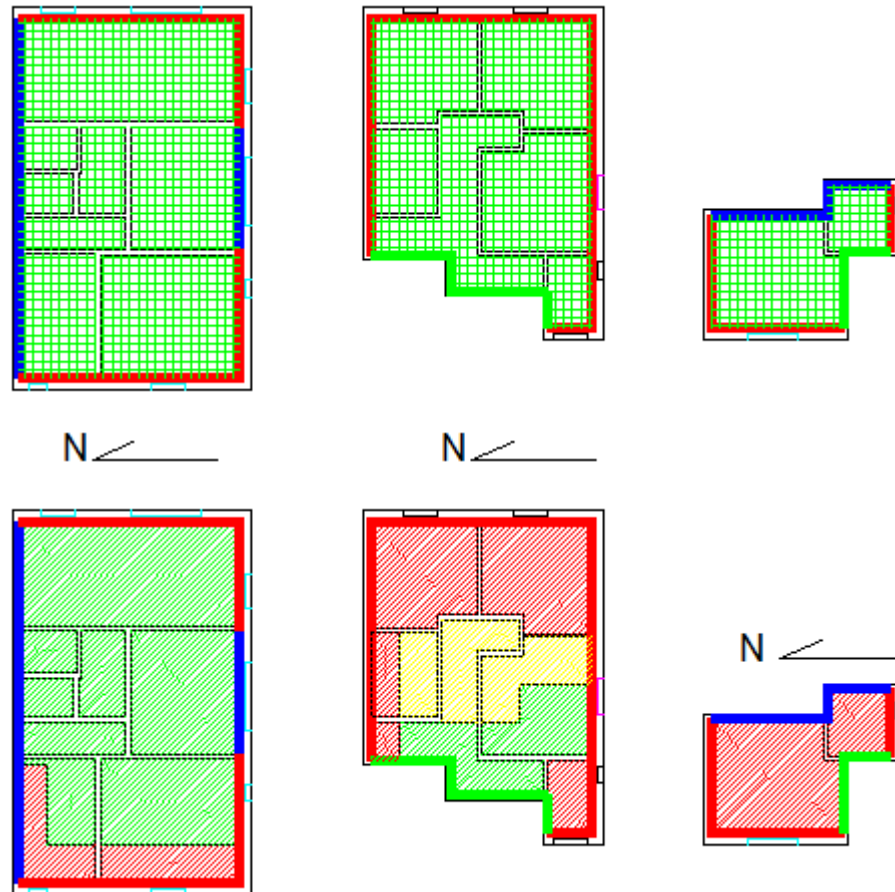


Figura 68 - Definição das envolventes da fracção em estudo

5.3. Simplificações adoptadas

Encontrando-se as folhas de cálculo de determinação da classe energética no ANEXO II, conforme o método apresentado anteriormente, serão aqui descritivas as simplificações aplicadas a este caso.

1. Levantamento dimensional

A única simplificação adoptada foi relativa ao majoramento da área horizontal da cobertura em 25%, dada a inclinação desta.

2. Coeficiente de redução de perdas

O coeficiente de redução de perdas (τ) foi considerado 0,75 para todos os espaços não aquecidos.

3. Pontes térmicas

Não garantindo a ausência de pontes térmicas planas, foi majorado o U em 35% das paredes exteriores e interiores;

Foi considerado $\psi=0,75$ W/m. $^{\circ}$ C para todas as pontes térmicas lineares de ligações de fachadas com pavimentos e coberturas.

4. Elementos em contacto com o solo

Foi considerado $\psi=2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ nos pavimentos em contacto com o solo com cota superior à do terreno.

5. Coeficiente de transmissão térmica

Os coeficientes de transmissão térmica foram considerados:

- $0,96 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ para a Parede Exterior 1;
- $1,47 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ para Parede Interior 1 e Parede Interior 3;
- $0,88 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ para Parede Interior 2;
- $3,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ para a Cobertura Exterior;
- $2,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ para a Cobertura Interior.

6. Factor solar

Não foram consideradas simplificações.

7. Produto $F_s \cdot F_g \cdot F_w$

Foram considerados os valores expressos na Tabela 15.

8. Inércia térmica

Dado que foram verificados todos os aspectos da inércia forte, esta foi a simplificação considerada.

9. Eficiência de sistemas de climatização e produção de AQS

Foi considerada eficiência de 0,7 para o sistema de AQS (Termoacumulador eléctrico com idade entre 0 e 9 anos).

5.4. Classe energética alcançada

Como resultado do estudo efectuado, é apresentada de seguida a primeira página do certificado energético obtido (Figura 69). Adicionalmente, encontram-se no Anexo II as folhas de cálculo utilizadas na obtenção da classe energética, com o respectivo Relatório Síntese no Anexo III.



Nº CER
TEMP71302518



CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

TIPO DE FRACÇÃO/EDIFÍCIO: EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO SEM SISTEMA(S) DE CLIMATIZAÇÃO (EXISTENTE)

Morada / Localização

Localidade Vila Nova de Gaia Freguesia VILA NOVA DE GAIA (SANTA MARINHA)

Concelho VILA NOVA DE GAIA Região Portugal Continental

Data de emissão _____ Data de validade 01/10/2023

Nome do perito qualificado _____ N.º de PQ _____

Imóvel descrito na: _____ Conservatória do Registo Predial de Vila Nova de Gaia

sob o nº 000 Art. matricial nº 0000 Fogo/Fracção autón. _____

Este certificado resulta de uma verificação efectuada ao edifício ou fracção autónoma por um perito devidamente qualificado para o efeito, em relação aos requisitos previstos no Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, Decreto-Lei 80/2008 de 4 de Abril), classificando o imóvel em relação ao seu desempenho energético. Este certificado permite identificar possíveis medidas de melhoria de desempenho aplicáveis à fracção autónoma ou edifício, suas partes e respectivos sistemas energéticos e de ventilação, no que respeita ao desempenho energético e à qualidade do ar interior. Para verificar a validade do presente certificado consulte www.adene.pt

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

INDICADORES DE DESEMPENHO

Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para climatização e águas quentes 14,53 kgep/m².ano

Valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e águas quentes (limite inferior da classe B⁻) 6,62 kgep/m².ano

Emissões anuais de gases de efeito de estufa associadas à energia primária para climatização e águas quentes 0,7 toneladas de CO₂ equivalentes por ano

CLASSE ENERGÉTICA



2. DESAGREGAÇÃO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL

Necessidades nominais de energia útil para...	Valor estimado para as condições de conforto térmico de referência	Valor limite regulamentar para as necessidades anuais
Aquecimento	193,61 kWh/m².ano	80,13 kWh/m².ano
Arrefecimento	4,43 kWh/m².ano	16 kWh/m².ano
Preparação das águas quentes sanitárias	30,61 kWh/m².ano	42,66 kWh/m².ano

NOTAS EXPLICATIVAS



As necessidades nominais de energia útil correspondem a uma previsão da quantidade de energia que terá de ser consumida por m² de área útil do edifício ou fracção autónoma para manter o edifício nas condições de conforto térmico de referência e para preparação das águas quentes sanitárias necessárias aos ocupantes. Os valores foram calculados para condições convencionais de utilização, admitidas como idênticas para todos os edifícios, de forma a permitir comparações objetivas entre diferentes imóveis. Os consumos reais podem variar bastante dos indicados e dependem das atitudes e padrões de comportamento dos utilizadores.

As necessidades anuais globais de energia primária (estimadas e valor limite) resultam de conversão das necessidades nominais estimadas de energia útil em kilogramas equivalentes de petróleo por unidade de área útil do edifício, mediante aplicação de factores de conversão específicos para a(s) forma(s) de energia utilizada(s) (0,290 kgep/MWh para electricidade e 0,086 kgep/MWh para combustíveis sólido, líquido ou gasoso) e tendo em consideração a eficiência dos sistemas adoptados ou, na sua definição, sistemas convencionais de referência.

As emissões de CO₂ equivalente traduzem a quantidade anual estimada de gases de efeito de estufa que podem ser libertados em resultado da conversão de uma quantidade de energia primária igual às respectivas necessidades anuais globais estimadas para o edifício, usando o factor de conversão de 0,0012 toneladas equivalentes de CO₂ por kgep.

A classe energética resulta de cruzar entre as necessidades anuais globais estimadas e as máximas admissíveis de energia primária para aquecimento, arrefecimento e para preparação de águas quentes sanitárias no edifício ou fracção autónoma. O melhor desempenho corresponde à classe A+, seguida das classes A, B+, C e seguintes, até à classe G de pior desempenho. Os edifícios com licença ou autorização de construção posterior a 4 de Julho de 2006 apenas poderão ter classe energética igual ou superior a B-. Para mais informações sobre o desempenho energético, sobre a qualidade do ar interior e sobre a classificação energética de edifícios, consulte www.adene.pt.



Figura 69 - Apresentação do Certificado Obtido

5.5. Medidas de Melhoria

Neste ponto serão propostas medidas de melhoria do desempenho energético e da qualidade do ar interior, apresentadas num modelo da Adene criado para o efeito.

Através da análise da Folha de Cálculo de Inverno 2 (Figura 70), que resume a quantificação de todas as fontes de perdas na estação de aquecimento, é facilmente identificável a envolvente exterior como maior contribuinte para o total destas. Com base nestes valores, serão propostas duas medidas de melhoria para a envolvente exterior (isolamento interior de paredes e coberturas exteriores), uma para a envolvente interior (isolamento interior de paredes interiores), uma para os vãos envidraçados (substituição destes) e uma para a renovação de ar (execução de aberturas auto-reguláveis na fachada). Adicionalmente, será feita uma proposta de melhoria a nível dos sistemas de climatização que só será contabilizada no parâmetro Ntc.

Folha de Cálculo FC IV.2	
Cálculo do Indicador Nic	
Perdas térmicas associadas a:	(W/C)
Envolvente Exterior (da FC IV.1a)	495.07
Envolvente Interior (da FC IV.1b)	115.00
Vãos Envidraçados (da FC IV.1c)	70.34
Renovação de Ar (da FC IV.1d)	113.05
	=
Coeficiente Global de Perdas (W/C)	793.46
	x
Graus-Dia no Local (°C.dia)	1 640.00
	x
	0.024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	31 230.55
	+
Consumo dos ventiladores (kWh/ano)	
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (da FC IV.1e)	4 392.59
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	26 837.96
	/
Área Útil de pavimento (m²)	138.62
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m².ano)	193.61
	<
Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m².ano)	80.13

Figura 70 - Folha de Cálculo IV.2

5.5.1. Isolamento interior das paredes exteriores

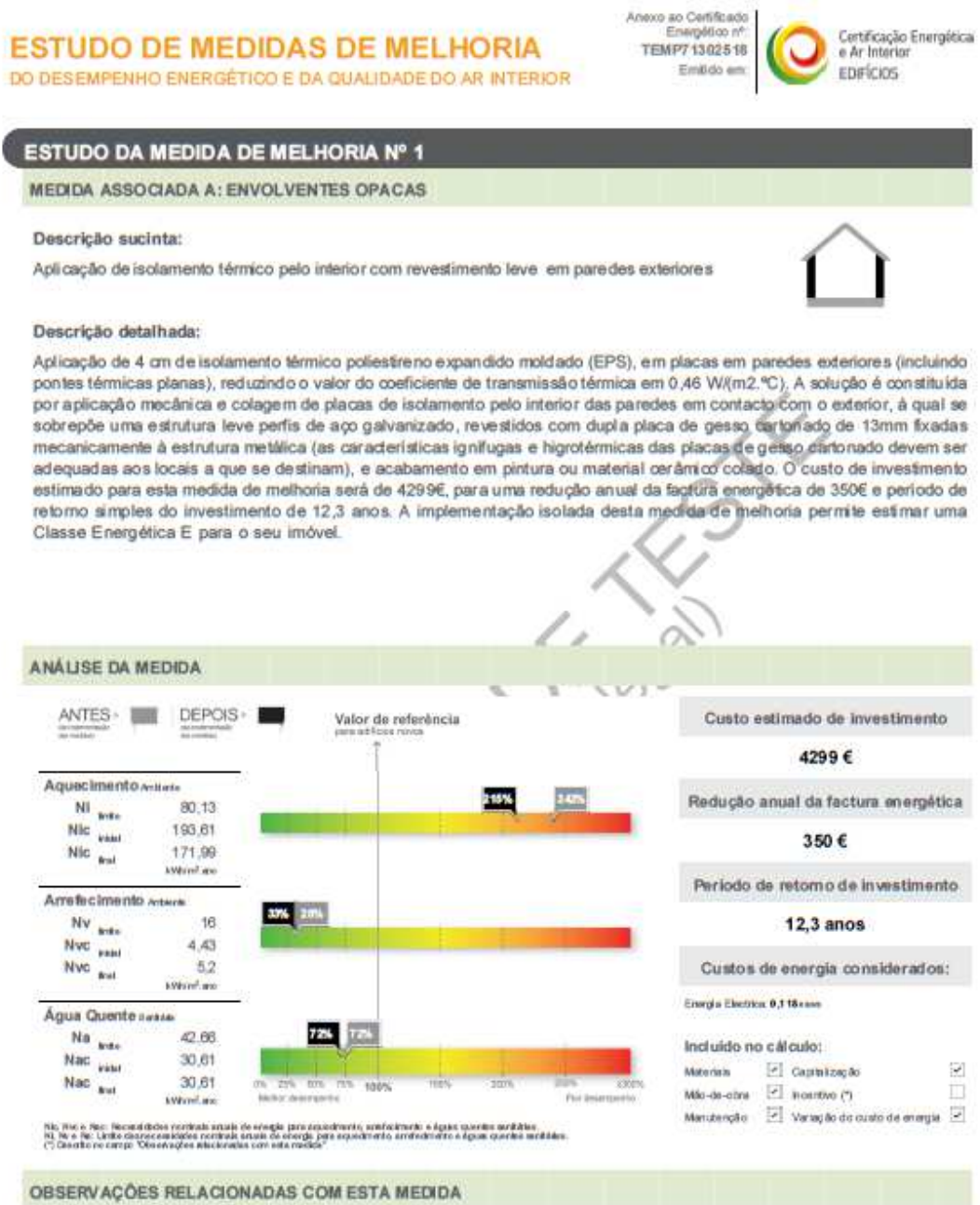



Figura 71 - Medida de melhoria 1

5.5.2. Isolamento interior das paredes interiores

ESTUDO DE MEDIDAS DE MELHORIA

DO DESEMPENHO ENERGETICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR


Anexo ao Certificado Energético nº: TEMP71302518
Emitido em:



ESTUDO DA MEDIDA DE MELHORIA Nº 2

MEDIDA ASSOCIADA A: ENVOLVENTES OPACAS

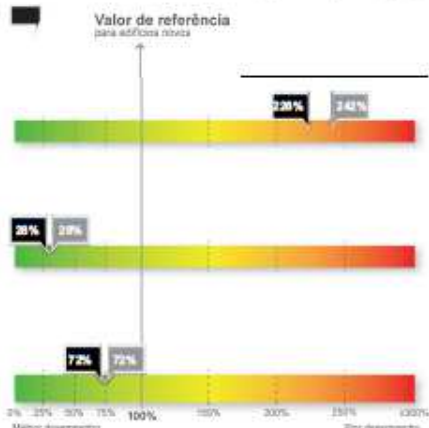
Descrição sucinta:
Aplicação de isolamento térmico pelo interior com revestimento leve em paredes interiores



Descrição detalhada:
Aplicação de 4 cm de isolamento térmico poliestireno expandido moldado (EPS), em placas em paredes interiores em contacto com locais não aquecidos (incluindo pontes térmicas planas), reduzindo o valor do coeficiente de transmissão térmica em 1,0 W/(m².°C). A solução é constituída por aplicação mecânica e colagem de placas de isolamento pelo interior das paredes interiores, à qual se sobrepõe uma estrutura leve perfis de aço galvanizado, revestidos com dupla placa de gesso cartonado de 13mm fixadas mecanicamente à estrutura metálica (as características ignífugas e higrotérmicas das placas de gesso cartonado devem ser adequadas aos locais a que se destinam), e acabamento em pintura ou material cerâmico colado. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 1706€, para uma redução anual da factura energética de 184€ e período de retomo simples do investimento de 9,3 anos. A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética E para o seu imóvel.

ANÁLISE DA MEDIDA

		ANTES	DEPOIS	
		(de medição)	(de medição)	Valor de referência para edifícios novos
Aquecimento Ambiente				
Ni	Índice	80,13		
Nic	Índice	193,61		
Nic	Índice	182,34		
		MWh/m ² .an		
Arefecimento Ambiente				
Nv	Índice	16		
Nvc	Índice	4,43		
Nvc	Índice	4,43		
		MWh/m ² .an		
Água Quente Ambiente				
Na	Índice	42,66		
Nac	Índice	30,61		
Nac	Índice	30,61		
		MWh/m ² .an		



Custo estimado de investimento

1706 €

Redução anual da factura energética

184 €

Período de retomo de investimento

9,3 anos

Custos de energia considerados:


Energia Eléctrica: 0,18 €/kWh


Incluído no cálculo:

Materiais	<input checked="" type="checkbox"/>	Capitulação	<input checked="" type="checkbox"/>
Mão-de-obra	<input checked="" type="checkbox"/>	Incêndio (*)	<input type="checkbox"/>
Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/>	Variação do custo de energia	<input checked="" type="checkbox"/>

Ni, Nvc e Nac: Necessidades normalizadas anuais de energia para aquecimento, arrefecimento e águas quentes sanitárias.
 Ni, Nv e Nc: Índice das necessidades normalizadas anuais de energia para aquecimento, arrefecimento e águas quentes sanitárias.
 (*) Dado no campo "Observações" relacionadas com este índice.

OBSERVAÇÕES RELACIONADAS COM ESTA MEDIDA









Figura 72 - Medida de melhoria 2

5.5.3. Isolamento interior de coberturas exteriores

ESTUDO DE MEDIDAS DE MELHORIA

DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

Anexo ao Certificado Energético nº: TEMP71302518
Emitido em:




Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS

ESTUDO DA MEDIDA DE MELHORIA Nº 3

MEDIDA ASSOCIADA A: ENVOLVENTES OPACAS

Descrição sucinta:
Aplicação de isolamento térmico na cobertura horizontal



Descrição detalhada:
Aplicação de 4 cm de isolamento térmico poliestireno expandido moldado (EPS), em placas sob a cobertura em contacto com o exterior, reduzindo o valor do coeficiente de transmissão térmica em 2,7 W/(m².°C). A solução é constituída por aplicação mecânica e colagem de placas de isolamento pelo interior das coberturas exteriores, à qual se sobrepõe uma estrutura leve de perfis de aço galvanizado (tecto falso), revestidos com placa de gesso cartonado de 13mm, fixadas mecânicamente à estrutura metálica (as características ignífugas e higrotérmicas das placas de gesso cartonado devem ser adequadas aos locais a que se destinam), e acabamento final em pintura. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 1728€, para uma redução anual da factura energética de 770€ e período de retorno simples do investimento de 2,2 anos. A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética D para o seu imóvel.

ANÁLISE DA MEDIDA

ANTES ■ **DEPOIS** ■

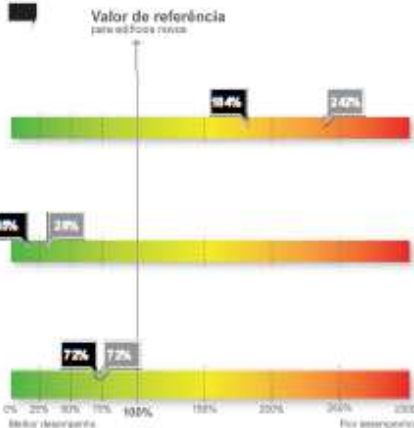
de referência de medida de medida

Aquecimento ambiente		
Ni	Inte	80,13
Nic	Inte	193,81
Nic	Inte	147,19
	Inte	W/(m ² .°C)

Arrefecimento ambiente		
Nv	Inte	16
Nvc	Inte	4,43
Nvc	Inte	2,44
	Inte	W/(m ² .°C)

Água Quente sanitária		
Na	Inte	42,86
Nac	Inte	30,61
Nac	Inte	30,61
	Inte	W/(m ² .°C)

Valor de referência para edifícios novos



Custo estimado de investimento
1728 €

Redução anual da factura energética
770 €

Período de retorno de investimento
2,2 anos

Custos de energia considerados:
Energia Eléctrica: 0,116 €/kWh


Incluído no cálculo:

Materiais	<input checked="" type="checkbox"/>	Capitulação	<input checked="" type="checkbox"/>
Mão-de-obra	<input checked="" type="checkbox"/>	Incentivo (*)	<input type="checkbox"/>
Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/>	Variação do custo de energia	<input checked="" type="checkbox"/>

Inte, Inte e Nic: Necessidades totais anuais de energia para aquecimento, arrefecimento e água quente sanitária.
W e W: Líquido das necessidades totais anuais de energia para aquecimento, arrefecimento e água quente sanitária.
(*) Quanto ao campo "Observações relacionadas com esta medida".


OBSERVAÇÕES RELACIONADAS COM ESTA MEDIDA

Entidade promotora




ADBIE
AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade colaboradora



Direcção Geral do Energia e Geologia

Entidade parceira



ACÉNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE
Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território


Figura 73 - Medida de melhoria 3

5.5.4. Substituição de vãos envidraçados

ESTUDO DE MEDIDAS DE MELHORIA

DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR


Anexo ao Certificado Energético nº
TEMP7-13-025-18
Emitido em:



ESTUDO DA MEDIDA DE MELHORIA Nº 4

MEDIDA ASSOCIADA A: VÃOS ENVIDRAÇADOS

Descrição sucinta:
Substituição de caixilharia existente por uma nova caixilharia e melhoria das características solares dos vidros




Descrição detalhada:
Substituição de caixilhari­as existentes dos vãos envidraçados exteriores e dos vãos envidraçados em contacto com locais não aquecidos (se existirem). As novas caixilhari­as deverão ter uma classe de permeabilidade ao ar do tipo classe 3, constituídas por aros, travessas e montantes em alumínio com corte térmico, sistema de abertura e configuração idêntica aos originais, vidros duplos incolores 6mm + 4mm de baixa emissividade, com caixa de ar de 16 mm em que 90% do espaço de ar deve ser preenchido por gás argón, resultando um coeficiente de transmissão térmica (U) de 1,10 W/(m²·°C) e fator solar do vidro de 0,53. O custo estimado do trabalho é de 265 €/m², e inclui material e mão-de-obra e a remoção das caixilhari­as existentes. Durante a operação de montagem, que deverá decorrer em apenas um dia, deverá ser dada especial atenção a junta entre os caixilhos e as paredes, de forma a garantir o seu correcto isolamento e estanquidade sem micro-fisuras que originem pontes térmicas ou infiltrações. Deverá ser isolado, em todo o seu perímetro, os restantes vãos exteriores opacos (portas de acesso ao imóvel). O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 5056€, para uma redução anual da factura energética de 240€ e período de retorno simples do investimento de 21,1 anos. Medida de melhoria proposta com período de retorno de investimento elevado e viabilidade económica limitada, esta deve ser adoptada numa perspectiva de melhoria das condições de conforto térmico

ANÁLISE DA MEDIDA

		ANTES	DEPOIS	
Aquecimento Inibido				
NI	Índice	80,13		
Nic	Índice	193,61		
Nic	Índice	178,76		
Arrefecimento Inibido				
Nv	Índice	18		
Nvc	Índice	4,43		
Nvc	Índice	4,94		
Água Quente Usada				
Na	Índice	42,66		
Nac	Índice	30,61		
Nac	Índice	30,61		

Valor de referência para edifício novo



0% 20% 40% 60% 80% 100% 120% 140% 160% 180% 200% 220% 240% 260%
Índice de referência Para edifício novo

Custo estimado de investimento

5056 €

Redução anual da factura energética

240 €

Período de retorno de investimento

21,1 anos

Custos de energia considerados:


Energia Eléctrica: 0,118 €/kWh


Incluído no cálculo:

Material	<input checked="" type="checkbox"/>	Capitulação	<input checked="" type="checkbox"/>
Mão-de-obra	<input checked="" type="checkbox"/>	Incentivo (*)	<input type="checkbox"/>
Manutenção	<input checked="" type="checkbox"/>	Variação do custo de energia	<input checked="" type="checkbox"/>

NI, Nic e Nv: Índice de necessidade nominal anual de energia para aquecimento, arrefecimento e água quente usada.
Nac e Nvc: Índice de necessidade nominal anual de energia para aquecimento, arrefecimento e água quente usada.
(*) Descontar sempre observações relacionadas com esta medida

OBSERVAÇÕES RELACIONADAS COM ESTA MEDIDA









Figura 74 - Medida de melhoria 4

5.5.5. Instalação de aberturas permanentes auto-reguláveis

ESTUDO DE MEDIDAS DE MELHORIA

DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR


Anexo ao Certificado Energético nº: TEMP71302518
Emitido em:



ESTUDO DA MEDIDA DE MELHORIA Nº 5

MEDIDA ASSOCIADA A: VENTILAÇÃO

Descrição sucinta:
Instalação, nas fachadas, de aberturas permanentes auto-reguláveis



Descrição detalhada:
Instalação, nas fachadas, de aberturas permanentes auto-reguláveis e instalação de dispositivos de passagem de ar entre os compartimentos. O custo estimado do trabalho para instalação de aberturas permanentes na caixilharia exterior é de 70 €. O custo estimado do trabalho para instalação de dispositivos de passagem entre compartimentos é de 40 €. Estes valores incluem material e mão-de-obra e a limpeza e isolamento das caixilharias existentes. A distribuição das aberturas permanentes será de uma por fachada e 6 de passagem entre os principais compartimentos. Durante a operação de montagem, que deverá decorrer em apenas um dia, deverá ser tida em especial atenção a junta entre os caixilhos e as paredes, de forma a garantir o seu correcto isolamento e estanquicidade sem micro-fissuras que originem pontes térmicas ou infiltrações. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 450€, para uma redução anual da factura energética de 56€ e período de retomo simples do investimento de 8,0 anos. Medida de melhoria proposta com período de retomo de investimento elevado e viabilidade económica limitada, esta deve ser adoptada numa perspectiva de melhoria das condições de conforto térmico e melhoria da qualidade do ar interior. Esta medida reduz as perdas térmicas e elimina as condensações verificadas no interior da habitação, melhorando as condições de conforto dos espaços e deve ser considerada em contexto de uma intervenção de reabilitação ou remodelação do im.

ANÁLISE DA MEDIDA

		ANTES	DEPOIS	
		(de referência)	(de medida)	Valor de referência (para edifícios novos)
Aquecimento <small>Ar quente</small>				
Ni	Índice	80,13	28,7%	24%
Nic	Índice	193,61	28,7%	24%
Nic	Índice	190,04		
	Índice			MW/m ² .ano
Arrefecimento <small>Ar quente</small>				
Nv	Índice	16	30%	28%
Nvc	Índice	4,43		
Nvc	Índice	4,72		
	Índice			MW/m ² .ano
Água Quente <small>Sanitários</small>				
Na	Índice	42,66	72%	72%
Nac	Índice	30,61		
Nac	Índice	30,61		
	Índice			MW/m ² .ano

Ni, Nv e Na: Normalização normalizada anual de energia para aquecimento, arrefecimento e água quente sanitária.
Nc, Nvc e Nac: Limites das normalizações normalizadas anuais de energia para aquecimento, arrefecimento e água quente sanitária.
(*) Observar no campo "Observações relacionadas com esta medida".

Custo estimado de investimento

450 €

Redução anual da factura energética

56 €

Período de retomo de investimento

8 anos

Custos de energia considerados:

Energia Eléctrica 0,118 €/kWh

Incluído no cálculo:

Material Capitalização

Mão-de-obra Incentivo (*)

Manutenção Variação do custo de energia

OBSERVAÇÕES RELACIONADAS COM ESTA MEDIDA

Entidade promotora:



AGÊNCIA PARA A ENERGIA

Entidade responsável:



AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE

Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território

Figura 75 - Medida de melhoria 5

5.5.6. Instalação de sistema de climatização

ESTUDO DE MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

Anexo ao Certificado Energético nº: TEMP71302518
Emido em:



ESTUDO DA MEDIDA DE MELHORIA Nº 6

MEDIDA ASSOCIADA A: MEDIDA COMPORTAMENTAL / OUTRO ELEMENTO OU ASPECTO

Descrição sucinta:

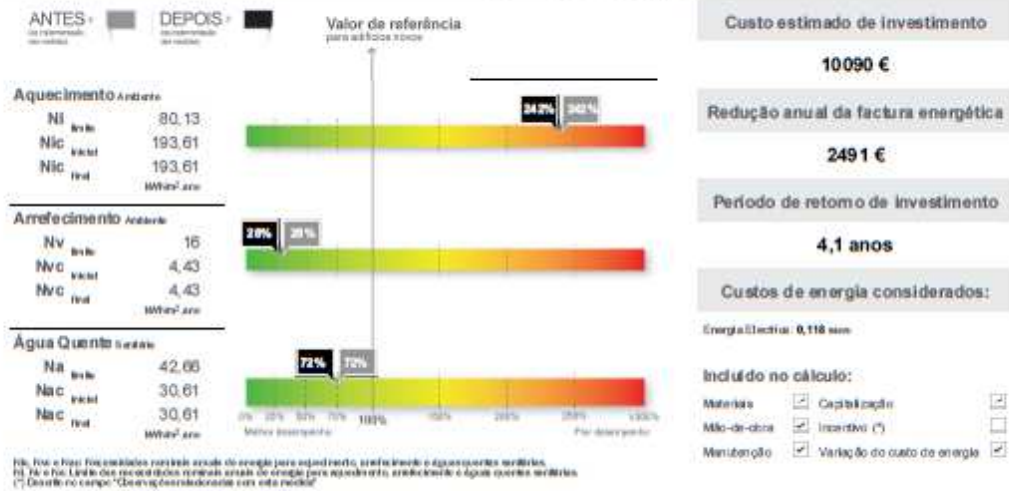
Instalação de sistema de ar condicionado multisplit reversível (bomba de calor) tipo inverter com classe energética A, para aquecimento e arrefecimento ambiente



Descrição detalhada:

Instalação de sistema de ar condicionado multisplit reversível com bomba de calor tipo inverter com classe energética A, para climatização, composto por uma unidade exterior com uma potência nominal de Arrefecimento 8,0 Kw, EER de 3,86, potência nominal de Aquecimento 9,4 Kw, COP de 4,65. Distribuição de fluido refrigerante R140A em tubagem cobre isolada 10mm. O controlo do equipamento deve ser efectuado através de um display digital LCD para selecção de temperatura ambiente e diagnóstico de anomalia. O controlo remoto e receptor deverão estar incluídos (requer instalação). Deverá ser garantida a manutenção periódica ao equipamento de acordo com a legislação em vigor. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 10090€, para uma redução anual da factura energética de 2491€ e período de retorno simples do investimento de 4,1 anos. A implementação isolada desta medida de melhoria permite atingir uma Classe Energética D para o seu imóvel.

ANÁLISE DA MEDIDA



OBSERVAÇÕES RELACIONADAS COM ESTA MEDIDA



Figura 76 - Medida de melhoria 6

5.5.7. Todas as medidas de melhoria

A implementação de todas as medidas de melhoria sugeridas tem como resultado a seguinte folha de cálculo de perdas na estação de aquecimento (Figura 77):

Folha de Cálculo FC IV.2	
Cálculo do Indicador Nic	
Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (da FC IV.1a)	255.41
Envolvente Interior (da FC IV.1b)	75.31
Vãos Envidraçados (da FC IV.1c)	20.99
Renovação de Ar (da FC IV.1d)	81.65
	=
Coefficiente Global de Perdas (W/°C)	433.36
	x
Graus-Dia no Local (°C.dia)	1 640.00
	x
	0.024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	17 057.13
	+
Consumo dos ventiladores (kWh/ano)	
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (da FC IV.1e)	3 762.78
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	13 294.35
	/
Área Útil de pavimento (m ²)	138.62
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m ² .ano)	95.91
	<
Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m ² .ano)	80.13

Figura 77 - Folha de Cálculo IV.2 após todas as medidas de melhoria

Pela comparação com a folha de cálculo inicial (Figura 71), é notável a diferença entre todos os factores que a compõe, particularmente nas perdas por envolvente exterior, cujo valor desceu para quase metade.

Para análise de quais as medidas com maior contribuição, foi formulada a Tabela 17. Nesta, é destacável a implementação de isolamento nas paredes exteriores, que foi a medida mais significativa ao nível de perdas na estação de aquecimento. É também relevante o aumento de perdas na estação de aquecimento com a instalação de aberturas auto-reguláveis na fachada e a instalação de novos envidraçados. Apesar deste aumento, a implementação destas medidas é vantajosa devido à maior diminuição de perdas na estação de aquecimento e consequente diminuição das necessidades nominais globais (*Ntc*). Como medida de melhoria mais relevante para a obtenção da classe energética surge a instalação de sistemas de climatização que, apesar de não alterar os valores das perdas para nenhuma das estações, têm um grande impacto no valor de *Ntc*, apenas com a alteração no valor de eficiência dos equipamentos de climatização.

	Nic (kWh/m ² .ano)	Nvc (kWh/m ² .ano)	Ntc (kWh/m ² .ano)
Situação Actual	193,61	4,43	14,53
1	171,99	5,2	13,91
2	182,34	4,43	14,21
3	147,19	2,44	13,17
4	178,76	4,94	14,11
5	190,04	4,72	14,43
6	193,61	4,43	10,12
Todas as medidas	95,91	4,31	9,51

Tabela 17 - Relevância de cada medida de melhoria

5.6. Classe energética obtida para outros valores de Rph

A título indicativo serão obtidas as classes energéticas para a mesma fracção com a única particularidade de ser usado um método diferente na determinação das Rph, sendo estes os apresentados anteriormente no ponto 4.5: segundo o RCCTE em desenvolvimento sem o auxílio do ensaio de porta ventiladora, segundo o RCCTE em desenvolvimento com o auxílio da porta ventiladora e com o valor directo do ensaio de n50/20.

Nota: Não será considerado o mínimo de 0,6 Rph estabelecido pelo RCCTE actual.

Valor calculado a partir de	Parâmetros				Classe Energética
	Rph	Nic	Nvc	Ntc	
RCCTE actual	0,90	193,61	4,43	14,53	E
RCCTE em desenvolvimento sem o ensaio	0,4	175,78	6,1	14,03	E
RCCTE em desenvolvimento com o ensaio	0,43	176,85	5,98	14,06	E
n50/20	0,48	178,63	5,79	14,11	E

Tabela 18 - Classe energética segundo diferentes métodos

6. Conclusões

A realização do estudo abordado no capítulo 4 permitiu aprofundar o conhecimento existente do ensaio da porta ventiladora, da sua aplicação em conjunto com a câmara termográfica e da sua aplicação no RCCTE em desenvolvimento. Este ensaio é um método extremamente inovador em Portugal com muita aplicabilidade prática, obrigatório em muitos países e, com a entrada em vigor do RCCTE em desenvolvimento, poderá ter o seu mercado;

Adicionalmente, podem ser retiradas as seguintes conclusões do referido estudo:

- A ventilação é um factor extremamente importante num edifício, dado o seu papel fundamental na garantia da QAI e conseqüente agravação ao nível de consumos em climatização;
- Os resultados de Rph dados pelo RCCTE actual revelam-se bastante imprecisos e não correspondentes à realidade. Como referido anteriormente no ponto 3.7, esta situação poderá provir da não quantificação dos factores envolvidos;
- Apesar de ter boas soluções construtivas, a presença de um grande número de envidraçados num edifício poderá provocar maior permeabilidade;
- Os valores de Rph obtidos através do RCCTE em desenvolvimento foram sempre superiores quando foi utilizado o ensaio de porta ventiladora no auxílio desta obtenção, em comparação com o não uso desta, levando a classes energéticas piores. Isto poderá dever-se ao facto de o RCCTE considerar classes de permeabilidade de caixilharias ensaiadas em laboratório, o que na maioria dos casos não corresponde à realidade dado que esta depende da qualidade da colocação aquando da construção do edifício. Esta situação, caso comprovada por estudos mais aprofundados, poderá levar ao desinteresse por parte do construtor e do dono de obra em realizar o ensaio da porta ventiladora, pois estes pretendem obter a melhor classificação energética possível para o imóvel, ao invés da sua condição real. Por este motivo, o RCCTE em desenvolvimento poderá ter que sofrer alterações, dado que a porta ventiladora fornece valores mais fidedignos da real situação de permeabilidade da fracção, enquanto o RCCTE apenas fornece um valor teórico estimado.
- Como referido anteriormente, não foi possível obter informação sobre as classes de caixilharia presentes em três dos quatro casos estudados, sendo esta considerada “sem classificação”. Caso a classe real não seja esta, os valores de Rph abordados na conclusão anterior seriam ainda mais díspares, com diminuição do valor obtido pelo RCCTE em desenvolvimento sem auxílio da porta ventiladora;
- Apesar de serem todos diferentes, os valores de Rph obtidos através do RCCTE em desenvolvimento com e sem o auxílio da porta ventiladora são próximos, o que poderá indicar que a obtenção do valor sem este auxílio está de acordo com os métodos estabelecidos para a obtenção com auxílio.

- A realização do ensaio de porta ventiladora segundo o RCCTE em desenvolvimento obriga o encerramento das aberturas de ar na fachada, o que não permitirá utilizar o parâmetro n50 como valor de comparação em circunstâncias de utilização normal;
- O ensaio de porta ventiladora é muito útil quando usado em conjunto com a análise termográfica na detecção de algumas anomalias na construção, potenciando a localização e comportamento destas.

Quanto ao estágio em si, a realização deste permitiu a primeira experiência de trabalho no sector privado. Através da vertente laboral, foi entendido de que forma as competências adquiridas no decorrer da Licenciatura e Mestrado podem ser aplicadas num ambiente real empresarial. Foram também obtidos novos conhecimentos no âmbito do RCCTE e da certificação energética, bem como das ferramentas e instrumentos de trabalho necessários a estes (CAD e SOLTERM, por exemplo). Quanto à aplicação do caso prático em certificação energética apresentado no capítulo 0, pode ser concluído que como seria de esperar, valores muito variáveis de Rph resultam em diferenças muito reduzidas na obtenção da classe energética, apesar da grande importância que a ventilação tem na climatização de edifícios. Como comprovado na Tabela 18, apesar de a necessidade de climatizar o ar interior diminuir para quase metade (visto que esta se renova por completo em intervalos mais de duas vezes superiores) o valor das necessidades nominais anuais permanece quase inalterável (com uma mudança de apenas 0,5 kWh/m².ano);

Bibliografia

- Dryvit - <http://www.dryvit.pt/confortotermico.htm> (11/06/2013)
- Adene - Agência para a Energia. (s.d.). Coeficientes de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios. *Valores por defeito para aplicação do previsto no n.º 11 de Nota Técnica NT-SCE-01 relativa ao "Método de cálculo para a certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE"*
- Adene - Agência para a Energia. <http://www.adene.pt> (12/08/2013)
- Adene - Agência para a Energia. (2 de Abril de 2009), Nota Técnica NT-SCE-01, *Método de cálculo simplificado para a certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE* .
- Adene - Agência para a Energia (Fevereiro de 2010). Perguntas & Respostas sobre a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE.
- Adene - Agência para a Energia (Maio de 2011). Perguntas & Respostas sobre o RCCTE.
- Adene - Agência para a Energia (Maio de 2011). Perguntas & Respostas sobre o RSECE - Energia.
- Afonso, J. F., 2009. Estudo do Comportamento Térmico de Edifícios Antigos. Universidade Nova de Lisboa (Dissertação de Mestrado).
- Rodrigues, A. M., 2009. *Térmica de Edifícios*. Orion.
- Awbi, H. B., 2003. *Ventilation of Buildings*. Spon Press.
- Awbi, H., 2010. Basic Concepts for Natural Ventilation of Buildings. *CIBSE BSG Seminar: Natural and Mixed-Mode Ventilation Modelling* . University of Reading.
- Barreira, E. S., 2004. Aplicação da termografia ao estudo do comportamento higrotérmico dos edifícios. Universidade do Porto (Dissertação de Mestrado).
- Borges, P. M., 2009. Certificação Energética de Edifícios Existentes - Estudo sobre a Melhoria do Desempenho Térmico das Paredes Exteriores e Respectiva Análise Técnico-Económica. Universidade do Porto (Dissertação de Mestrado).
- Concannon, P., 2002. Residential Ventilation, Technical Note AIVC 57. Bélgica.
- DGEG e INE., 2011. Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico.
- DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia., 2013. Caracterização Energética Nacional.
- European Standard, 2001. EN13829 - Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method
- European Standard, 2007. EN15242 - Ventilation for Buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration
- Faria, L. M., 2011. Aplicação da Termografia ao Diagnóstico de Edifícios. Universidade do Porto (Dissertação de Mestrado).

- Ferreira, M. J. (Janeiro de 2004). Caudais de Ventilação Recomendados para Edifícios Residenciais. *Impacto ao Nível do Conforto Térmico e do Consumo de Energia para Aquecimento*. Universidade do Porto (Dissertação de Mestrado).
- Ferreira, P. A., Dezembro de 2006. Sistemas de Ventilação Híbridos em Edifícios - Análise Energética Resultante da Implementação de Sistemas de Ventilação Inovativos. Universidade do Porto (Dissertação de Mestrado)
- FLIR, 2011. Thermal Imaging Guidebook for Building and Renewable Energy Applications.
- The University of Hong Kong - Faculty of Architecture - <http://www.arch.hku.hk/> (31/05/2013)
- Inspector Tools - <http://www.inspectortools.com/> (25/08/2013)
- Instituto Hidrográfico - <http://www.hidrografico.pt/> (16/08/2013).
- Instituto Português da Qualidade. (2002). NP 1037-1 - Ventilação e evacuação dos produtos de combustão dos locais com aparelhos a gás
- Isolani, P., 2008. A utilização racional de energia em edifícios públicos.
- ITeCons-UC. - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Coimbra, 2011. Ferramenta de Cálculo de Desempenho Energético de Edifícios Existentes no Âmbito do RCCTE.
- Levenson, K., 1 de Agosto de 2013. Building Efficiency and Blower Doors: Essential Responses to Sandy.
- LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2006. Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios. Lisboa.
- Machado, A. M., 2013. Aplicação do Ensaio de Porta Ventiladora à Avaliação da Estanquidade ao Ar de Edifícios de Habitação. Universidade do Porto (Dissertação de Mestrado)
- Martin Kotol, C. R., 2012. Blower door tests of a group of identical flats in a new student accommodation in the Arctic.
- Parlamento Europeu. (17 de 12 de 2008). Pacote Clima-Energia. <http://www.europarl.europa.eu/> (04-09-2013)
- Passive House Institute. (2013). <http://passipedia.passiv.de>. (10/08/2013)
- Pinto, A. (s.d.). Avaliação Experimental do Comportamento Térmico de Edifícios - Aplicação a um Edifício Gaioleiro. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Presidência do Conselho de Ministros. (2001). Resolução do Conselho de Ministros n.º 59/2001.
- RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, 2006. *Decreto-Lei 80/2006, de 4 de Abril, n.º 67*. Diário da República— I SÉRIE-A.
- Retrotec, Inc., Janeiro de 2012. DM-2 Operation Manual.
- Retrotec, Inc., Setembro de 201. FanTestic Guide EN13829.
- Sé, G. Ó., 31 de Agosto de 2012. Passive House Blower Door Testing Guidelines.

- Silva, F. J., Dezembro de 2011. Caracterização Experimental e Numérica da Permeabilidade ao Ar da Envolvente e do Sistema de Ventilação de um Edifício Gaioleiro. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (Dissertação de Mestrado)
- Silva, P. C., 15 de Março de 2006. Análise do Comportamento Térmico de Construções não Convencionais através da Simulação em VisualDOE. Universidade do Minho (Dissertação de Mestrado)
- Straube, J., Novembro de 2012. Air Leaks - How They Waste Energy and Rot Houses.
- Susana Carmelo, et al. (2006). Manual de apoio à aplicação do RCCTE. Lisboa, INET.
- The Air Tightness Testing & Measurement Association, Outubro de 2010. Technical Standard L1 - Measuring Air Permeability of Building Envelopes (Dwellings).
- U. S. Department of Energy, Setembro de 2011. Air Leakage Guide. *Building Technologies Program* .
- U.S. Army Corps of Engineers, 11 de Maio de 2012. Air Leakage Test Protocol for Building Envelopes.
- U.S. Green Building Council, Abril de 2013. Recertification Guidance. *LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance* .
- Viegas, J. C. (s.d.). Ventilação Natural em Edifícios de Habitação. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- Washington State University, 2012. Washington State Energy Code.
- Washington State, 2012. Washington State Energy Code, Residential Provisions.

Anexos

Anexo I - Escala de Beaufort

Número de Beaufort	Força do Vento	Velocidade do Vento (m/s)	Efeitos em terra
0	Calma	0.0 - 0.2	Folhas imóveis. O fumo sobe verticalmente
1	Aragens	0.3 - 1.5	A direção do vento define-se pelo fumo mas não chega a desfraldar as bandeiras. Tremem as folhas das árvores
2	Fraco	1.6 - 3.3	Sente-se o vento na cara. Movem-se as folhas das árvores. Geralmente, movem-se também as bandeiras.
3	Bonançoso	3.4 - 5.4	As folhas das árvores agitam-se constantemente. Desfraldam-se as bandeiras.
4	Moderado	5.5 - 7.9	Levanta-se poeira e pequenos papéis. Movem-se os ramos pequenos das árvores.
5	Fresco	8.0 - 10.7	Movem-se as árvores pequenas. Formam-se pequenas vagas nos lagos.
6	Muito Fresco	10.8 - 13.8	Movem-se os ramos grandes das árvores. Sibilam os fios do telégrafo. Dificuldade em conservar aberto os guarda-chuvas.
7	Forte	13.9 - 17.1	As árvores sacodem-se. Dificuldade em andar contra o vento.
8	Muito Forte	17.2 - 20.7	Partem-se os pequenos ramos das árvores. Geralmente não se pode andar contra o vento.
9	Tempestuoso	20.8 - 24.4	Ligeiras avarias nos edifícios. Caem as chaminés e levantam-se as telhas
10	Temporal	24.5 - 28.4	Arranca as árvores e produz grandes estragos nos edifícios.
11	Temporal Desfeito	28.5 - 32.6	É muito raro. Produz grandes estragos em toda a parte.
12	Furacão	>32.7	

Escala de Beaufort (Instituto Hidrográfico, 2013)

Anexo II - Folhas de Cálculo

Introdução de dados

Concelho

Altitude:

	Zona Climática de Inverno	GD (°C.dias)	Duração da Estação de Aquecimento (meses)	Zona Climática de Verão	Norte ou Sul
Dados Climáticos	2	1640	6.70	1	N

Região Sul – toda a área a Sul do rio Tejo e os seguintes concelhos dos distritos de Lisboa e Santarém: Lisboa, Oeiras, Cascais, Amadora, Loures, Odivelas, Vila Franca de Xira, Azambuja, Cartaxo e Santarém

Folha de Cálculo FC IV.1d

Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de pavimento (Ap)	<input type="text" value="138.62"/>	(m ²)
	x	
Pé-direito médio	<input type="text" value="2.67"/>	(m)
	=	
Volume interior (V)	<input type="text" value="369.46"/>	(m ³)
Ventilação Natural ou Mecânica	<input type="text" value="Natural"/>	
VENTILAÇÃO NATURAL		
Cumprir NP 1037-1?	<input type="text" value="Não"/>	<input type="text" value="-"/>
Classe da caixilharia?	<input type="text" value="S/C"/>	Taxa de Renovação nominal:
Caixas de estore	<input type="text" value="Não"/>	RPH= <input type="text" value="0.90"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Classe de exposição	<input type="text" value="1"/>	
Disp. de admissão de ar na Fachada?	<input type="text" value="Não"/>	
Aberturas auto-reguladas?	<input type="text" value="-"/>	
Área de Envidraçados > 15% Ap ?	<input type="text" value="Não"/>	
Portas exteriores bem vedadas?	<input type="text" value="Não"/>	
	<input type="text"/>	
	x	
	<input type="text"/>	
	=	
	<input type="text"/>	
	/	
	<input type="text"/>	
	=	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
Volume	<input type="text" value="369.46"/>	
	x	
Taxa de Renovação Para Efeito de Cálculo	<input type="text" value="0.90"/>	
	x	
	<input type="text" value="0.34"/>	
	=	
TOTAL	<input type="text" value="113.05"/>	(W/ec)



no	Continente	
na Zona I	2	(kWh/m ² .mês) - <i>do Quadro 8 (Anexo III)</i>
		93.00
		x
Duração da Estação de Aquecimento	(meses)	6.70
		=
Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)		1718.77

Ganhos Internos:

	Tipo de Edifício	
Ganhos internos médios (<i>Quadro IV.3</i>)	Residencial	4 (W/m ²)
		x
Duração da Estação de Aquecimento		6.70 (meses)
		x
Área Útil de pavimento		138.62 (m ²)
		x
		0.72
		=
Ganhos Internos Brutos		2674.81 (kWh/ano)

Ganhos Totais Úteis:

$\gamma =$	$\frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Nec. Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	4393.59
		31230.55
Inércia do edifício:	Forte	$\gamma = 0.141$
Factor de Utilização dos Ganhos Solares	(η)	1.00
		x
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos		4393.59
		=
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano)		4392.59



Folha de Cálculo FC IV.1f

Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

FACTOR DE FORMA

<i>Das FC IV.1a e 1c: (Áreas)</i>	<i>m²</i>
Paredes Exteriores	122.83
Coberturas Exteriores	61.70
Pavimentos Exteriores	0.00
Envidraçados Exteriores	19.08
<i>Da FC IV.1b: (Áreas equivalentes A.t)</i>	
Paredes Interiores	36.57
Coberturas Interiores	8.84
Pavimentos Interiores	0.00
Envidraçados Interiores	1.79
<i>Área Total:</i>	250.79
<i>Volume (da FC IV.1d):</i>	/
	369.46
	=
FF	0.68
Graus-Dia no Local (°C.dia)	1640.00
Ni = 4,5 + 0,0395 GD	para FF ≤ 0,5
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037 FF) GD	para 0,5 < FF ≤ 1
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037 FF) GD] (1,2 - 0,2 FF)	para 1 < FF ≤ 1,5
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	para FF > 1,5
Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m ² .ano)	80.13



Folha de Cálculo FC IV.2

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (da FC IV.1a)	495.07
Envolvente Interior (da FC IV.1b)	115.00
Vãos Envidraçados (da FC IV.1c)	70.34
Renovação de Ar (da FC IV.1d)	113.05
	=
Coeficiente Global de Perdas (W/°C)	793.46
	x
Graus-Dia no Local (°C.dia)	1 640.00
	x
	0.024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	31 230.55
	+
Consumo dos ventiladores (kWh/ano)	
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (da FC IV.1e)	4 392.59
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	26 837.96
	/
Área Útil de pavimento (m ²)	138.62
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m ² .ano)	193.61
	<
Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m ² .ano)	80.13



Folha de Cálculo FCV.1a

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	<input type="text" value="159.67"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos pavimentos exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	<input type="text" value="0.00"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas às coberturas exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	<input type="text" value="209.78"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCIV.1c)	<input type="text" value="70.34"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação de ar	(FCIV.1d)	<input type="text" value="113.05"/>	(W/°C)
		=	
Perdas específicas totais		(Q1a) <input type="text" value="552.84"/>	(W/°C)

Zona climática

V	1	N
---	---	---

Temperatura interior de referência		<input type="text" value="25.00"/>	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		<input type="text" value="19.00"/>	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		<input type="text" value="6.00"/>	(°C)
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="552.84"/>	(W/°C)
		x	
		2.928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	<input type="text" value="9712.38"/>	(kWh)



Folha de Cálculo FCV.1d
Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação Tipo de Vidro	E		S		W		E		E		S		W		S	
	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex
Área, A (m ²)	1.21	2.24	1.39	1.47	0.74	1.69	0.87	1.00	1.25	0.57	0.88	1.42	0.46	2.53		
Factor solar do vão envidracado ⁽¹⁾	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Fracção envidracada, Fg	0.32	0.32	0.32	0.75	0.32	0.32	0.75	0.32	0.32	0.32	0.75	0.32	0.32	0.32		
Factor de obstrução, F _S ⁽²⁾	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Factor de selectividade do vidro, Fw	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70		
Área efectiva, Ae	0.714	0.714	0.714	0.714	0.714	0.714	0.714	0.714	0.794	0.794	0.794	0.794	0.794	0.794		
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ganhos solares pelos vãos envidraçados exteriores	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90		
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=		
	0.17	0.32	0.20	0.49	0.11	0.24	0.29	0.16	0.20	0.09	0.33	0.23	0.07	0.40		
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	420.00	420.00	380.00	380.00	420.00	420.00	420.00	420.00	420.00	380.00	380.00	420.00	380.00	420.00		
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=		
	72.67	134.57	75.49	187.40	44.36	101.52	122.23	66.74	83.81	34.45	124.42	94.87	27.54	168.75		

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação Tipo de Vidro	S		W		E		E		S		W		S	
	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex
Área, A (m ²)	1.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Factor solar do vão envidracado ⁽¹⁾	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fracção envidracada, Fg	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Factor de obstrução, F _S ⁽²⁾	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Factor de selectividade do vidro, Fw	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Área efectiva, Ae	0.794	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ganhos solares pelos vãos envidraçados exteriores	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	380.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
	82.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
	TOTAL													
	1421.51													

⁽¹⁾ Para dispositivos de sombreamento móveis, considera-se a soma de 30% do factor solar do vidro (Tabela IV.4) e 70% do factor solar do envidraçado com a protecção solar móvel actuada (Quadro V.4)

⁽²⁾ Para a estação de arrefecimento o factor de obstrução, F_S, é obtido pelo produto F0.Ff dos Quadros V.1 e V.2 [Fh=1]

Folha de Cálculo FCV.1e

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (W/m^2) (<i>Quadro IV.3</i>)	4
	x
Área útil de pavimento (m^2)	138.62
	x
	2.928
	=
Ganhos Internos totais	1623.52 (kWh)



Folha de Cálculo FCV.1f

Ganhos Totais na estação de Arrefecimento (Verão)

Ganhos solares pelos vãos envidraçados exteriores	(FCV.1d)	1421.51	(kWh)
		+	
Ganhos solares pela envolvente opaca exterior	(FCV.1c)	3986.09	(kWh)
		+	
Ganhos internos	(FCV.1e)	1623.52	(kWh)
		=	
Ganhos térmicos totais		7031.12	(kWh)



Folha de Cálculo FCV.1g

Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (N_{vc})

Ganhos térmicos totais ($FCV.1f$)	7031.12	(kWh)
	/	
Perdas térmicas totais ($FCV.1a$)	9712.38	(kWh)
	=	
γ	0.72	
Inércia do edifício	Forte	
<hr/>		
	1.00	
	-	
Factor de utilização dos ganhos solares, η	0.91	
	=	
	0.09	
	x	
Ganhos térmicos totais ($FCV.1f$)	7031.12	(kWh)
	=	
Necessidades brutas de arrefecimento	614.27	(kWh/ano)
	+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)	0.00	($E_v = P_v * 24 * 122 / 1000$ (kWh))
	=	
TOTAL	614.27	(kWh/ano)
	/	
Área útil de pavimento (m^2)	138.62	
	=	
Necessidades nominais de arrefecimento - N_{vc}	4.43	(kWh/ m^2 .ano)
	\leq	
Necessidades nominais de arref. máximas - N_v	16.00	(kWh/ m^2 .ano)



Cálculo das Necessidades de Energia para Preparação da Água Quente Sanitária (Nac)

	40		(litros)
	x		
nº de ocupantes (Quadro VI.1)	5		
	=		
Consumo médio diário de referência de AQS, M_{AQS}	200		(litros)
	x		
	4187		
	x		
Aumento de temperatura necessário para preparar as AQS, DT	45		(°C)
	x		
Número anual de dias de consumo de AQS, n_d (Quadro VI.2)	365		
	/		
	3600000		
	=		
Energia útil dispendida com sistemas convencionais de preparação de AQS, Q_a	3820.64		
	x		
	(
% das necessidades satisfeita pelo 1.º sistema de preparação de ASQ	1.00		
	/		
Eficiência de conversão do 1.º sistema convencional de preparação de AQS, $ha1$	0.70		
)		
	=		
	5458.05		(kWh/ano)
	-		
Contribuição de sistemas de colectores solares para o aquecimento de AQS, Esolar	1215.00		
	-		
Contribuição de quaisquer outras formas de energias renováveis, Eren			
	=		
	4243.05		
	/		
Área útil de pavimento, A_p	138.62		(m ²)
	=		
Necessidades de Energia para Preparação da Água Quente Sanitária, Nac	30.61		(kWh/m ² .ano)
	≤		
Limite máximo das nec. de Energia para Preparação da AQS, Na	42.66		(kWh/m ² .ano)



Cálculo das Necessidades Nominais Anuais Globais de Energia Primária (Ntc)

	0.10	
	x	
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic	193.61	(kWh/m ² .ano)
	x	
Fracção de Nic coberta pelo 1.º sistema de aquecimento	100.00%	(%)
	/	
Eficiência de conversão do sistema de aquecimento, h_i	100.00%	(%)
	x	
Factor de conversão F_{pu} entre energia útil e energia primária	0.290	(kgep/kWh)
	+	
		(%)
	/	
		(%)
	x	
		(kgep/kWh)
	+	
	0.10	
	x	
Nec. Nominais de Arrefecimento - Nvc	4.43	(kWh/m ² .ano)
	x	
Fracção de Nvc coberta pelo 1.º sistema de arrefecimento	100.00%	(%)
	/	
Eficiência de conversão do sistema de arrefecimento, h_v	300.00%	(%)
	x	
Factor de conversão F_{pu} entre energia útil e energia primária	0.290	(kgep/kWh)



	+		(%)
	/		(%)
	x		(kgep/kWh)
	+	30.61	(kWh/m ² .ano)
Necessidades de Energia para Preparação da Água Quente Sanitária, Nac	x		
% das necessidades satisfeita pelo 1.º sistema de preparação de AQS	(100.00%	
Factor de conversão Fpu entre energia útil e energia primária para o 1.º sistema	x	0.290	(kgep/kWh)
)		
	=	14.53	(kgep/m ² .ano)
Cálculo das Nec. Nominais Anuais Globais de Energia Primária, Ntc	≤	6.62	(kgep/m ² .ano)
Limite máximo das nec. Anuais Globais de Energia Primária, Nt			
sabendo que:			
Necessidades nominais de aquec. máximas - Ni (kWh/m ² .ano)		80.13	
Necessidades nominais de arref. máximas - Nv (kWh/m ² .ano)		16.00	
Limite máximo das necesides para preparação da AQS, Na (kWh/m ² .ano)		42.66	
CLASSE ENERGÉTICA DA FRACÇÃO		E	(Ntc/Nt = 2.19)



Anexo III - Relatório Síntese

RELATÓRIO DE PERITAGEM

Avaliação do desempenho energético e identificação de medidas correctivas e de melhoria em edifícios existentes para habitação ou pequenos serviços realizada no âmbito do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios (SCE), Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril.

Elaborado por	António Cardoso Morais dos Santos Lessa
Perito Qualificado n.º	PQ01356
Data	1 de Outubro de 2013

DADOS DO IMÓVEL

Morada/Localização:
Praça Augusto Lino dos Santos, 238

Código Postal:
4400-029 Vila Nova de Gaia

Concelho:
VILA NOVA DE GAIA



CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO
2	IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL
3	DOCUMENTAÇÃO
4	VISTORIA
5	LEVANTAMENTO DIMENSIONAL
6	PONTES TÉRMICAS
7	COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL
8	RENOVAÇÃO DO AR INTERIOR
9	FACTOR SOLAR DO ENVIDRAÇADO
10	CLASSE DE INÉRCIA TÉRMICA
11	CONTRIBUIÇÃO DE SISTEMAS DE COLECTORES SOLARES (Esolar)
12	CONTRIBUIÇÃO DE OUTRAS ENERGIAS RENOVÁVEIS (Eren)
13	SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E PREPARAÇÃO DE AQS
14	MEDIDAS DE MELHORIA
15	ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO DO IMÓVEL OBTIDA E ANALISADA PELO PQ
16	ANEXO II - DECLARAÇÃO ASSINADA PELO PROPRIETÁRIO
17	ANEXO III - REGISTO FOTOGRÁFICO
18	ANEXO IV - PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS
19	ANEXO V - Diversos



1. INTRODUÇÃO

O presente relatório visa sintetizar o trabalho de peritagem realizado, no âmbito do Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE), Decreto-Lei nº 78/2006 de 4 de Abril, para avaliação do desempenho energético e da qualidade do ar interior de um edifício.

A avaliação realizada teve por base a metodologia definida pelo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril, complementada com a Nota Técnica NT-SCE-01, Despacho nº 11020/2009 de 30 de Abril, relativa aos edifícios existentes.

De acordo com o previsto no n.º 23 da NT-SCE-01, é dever do Perito Qualificado (PQ) “elaborar um relatório síntese do trabalho desenvolvido, o qual deve ser sempre acompanhado das evidências que suportem a análise efectuada”. Este relatório é assim parte integrante do processo de certificação do imóvel em análise e a sua existência constitui uma condição necessária à emissão e registo de respectivo certificado energético. São também parte integrante do processo de certificação os seguintes elementos: certificado energético, estudo de oportunidades de melhoria (quando aplicável) e restante documentação de suporte.

2. IDENTIFICAÇÃO DO IMÓVEL

O imóvel objecto da presente peritagem corresponde ao edifício ou fracção autónoma do edifício identificada detalhadamente no **Anexo V**.

3. DOCUMENTAÇÃO

Com o objectivo de obter a melhor informação disponível sobre o imóvel e assim assegurar o maior rigor possível da análise efectuada, foi formalmente solicitado ao proprietário (ou seu representante) o fornecimento de um conjunto de documentos úteis para efeitos da peritagem realizada.

Toda a informação recolhida foi utilizada exclusivamente para efeitos da certificação do presente imóvel e será mantida em registo confidencial, por um período máximo de 5 anos, para efeitos de eventual verificação em contexto de fiscalização do trabalho do perito qualificado pela entidade responsável no SCE.

A documentação facultada está listada no **Anexo I** do presente relatório.

4. VISTORIA

A visita obrigatória ao imóvel teve lugar em 2013-06-13.

No **Anexo II** consta a declaração comprovativa, assinada pelo proprietário ou seu representante, da visita realizada à fracção em estudo.

A fracção encontra-se ocupada.

Para além da recolha de informação essencial ao processo de certificação, a vistoria realizada permitiu também confirmar a autenticidade e actualidade da informação constante na documentação recolhida.

Na vistoria acedeu-se a todos os espaços úteis e não úteis da fracção, sempre que tal se mostrou exequível.

Verificou-se na vistoria que não existem evidências do imóvel ter sido objecto de qualquer reabilitação térmica ou reforço de isolamento.

Foi igualmente possível confirmar a inexistência de qualquer indício de patologias construtivas que afectem o desempenho térmico, o conforto e a salubridade dos espaços.

Equipamentos e componentes com influência na eficiência térmica ou na qualidade do ar interior - encontram-se instalados e não foram identificados defeitos de funcionamento.

Toda a vistoria realizada foi documentada através de um relatório fotográfico do interior e do exterior do imóvel, do qual constam no **Anexo III** alguns dos registos que ilustram as principais soluções construtivas e equipamentos instalados.



5. LEVANTAMENTO DIMENSIONAL	
Durante a vistoria foi efectuado o levantamento dimensional das áreas do imóvel pela medição directa das principais dimensões do interior.	
Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional, de acordo com o Despachon.º11020/2009:	
Foram introduzidas regras de simplificação na medição da fracção.	
Parâmetro	Regras de Simplificação
Área útil de pavimento	Não foram adoptadas simplificações na determinação da área útil de pavimento.
Pé-direito médio	Não foram adoptadas simplificações na determinação do pé-direito.
Área de parede da envolvente exterior	Não foram adoptadas simplificações na determinação da área de parede da envolvente exterior.
Área de cobertura (interior e exterior)	Não foram adoptadas simplificações na determinação da área de cobertura (interior e exterior).
Área de pavimento (interior e exterior)	Não foram adoptadas simplificações na determinação das áreas de pavimento (interior e/ou exterior).
Áreas de portas (interiores e exteriores)	Não foram adoptadas simplificações na determinação das áreas de portas (interiores e exteriores).
Os espaços não úteis em contacto com a fracção encontram-se descritos no Anexo IV , conjuntamente com as folhas de cálculo regulamentares.	
No ANEXO IV consta uma planta ilustrativa do levantamento dimensional realizado durante a visita.	
No mesmo anexo incluem-se alguns elementos e dimensões características do imóvel em estudo.	



6. PONTES TÉRMICAS

Não existem elementos que permitam identificar e medir as pontes térmicas planas na envolvente, pelo que se optou pela majoração em 35% das perdas associadas à envolvente corrente.

Na identificação e quantificação das perdas associadas às pontes térmicas lineares, foram adoptadas as simplificações previstas na NT-SCE-01 (Despacho n.º 11020/2009 de 30 de Abril), tendo sido determinados os valores para os respectivos desenvolvimentos lineares que constam nas folhas ou programa de cálculo regulamentar que complementam o presente relatório.

7. COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL

O valor de coeficiente de transmissão térmica superficial (U) que caracteriza cada uma das diferentes soluções construtivas que compõem a envolvente do imóvel está descrito no **Anexo V**, juntamente com a indicação da(s) evidência(s) disponível(eis) ou da(s) fonte(s) de informação que suporta(m) os valores considerados. No **Anexo III** encontram-se igualmente imagens que evidenciam algumas características das soluções existentes.

De notar que, para determinação do valor de U das diferentes soluções construtivas, foi prioritariamente considerada toda a informação disponível sobre as características técnicas dos elementos que as constituem. Apenas na ausência de informação específica, se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.

8. RENOVAÇÃO DE AR INTERIOR

A renovação do ar interior no imóvel processa-se com base em ventilação Natural

No campo respectivo do certificado energético, bem como no **Anexo V**, são indicados os pressupostos de base ao cálculo das renovações por hora da fracção em estudo.

9. FACTOR SOLAR DO ENVIDRAÇADO

O valor de factor solar do envidraçado que caracteriza cada um dos diferentes vãos envidraçados está descrito no **Anexo V**, juntamente com a indicação da(s) evidência(s) disponível(eis) ou da(s) fonte(s) de informação que suporta(m) os valores considerados. No **Anexo III** encontram-se igualmente imagens que evidenciam algumas características dos vãos existentes.

10. CLASSE DE INÉRCIA TÉRMICA

A classe da inércia considerada para o imóvel foi Forte

Para determinação da classe de inércia foram utilizadas as simplificações previstas na NT-SCE-01 (Despacho nº 11020/2009 de 30 de Abril).

As evidências recolhidas, que permitem suportar as considerações relativamente à inércia térmica considerada, constam do **Anexo III**.

11. CONTRIBUIÇÃO DE SISTEMAS DE COLECTORES SOLARES (Esolar)

O imóvel em estudo dispõe de sistemas de colectores solares.

Data de instalação:

A contribuição solar (Esolar) estimada foi de 1215kWh/ano tendo sido determinada utilizando

12. CONTRIBUIÇÃO DE OUTRAS ENERGIAS RENOVÁVEIS (Eren)

O imóvel em estudo não dispõe de outros sistemas de energia renovável.



13. SISTEMAS DE AQUECIMENTO, ARREFECIMENTO E PREPARAÇÃO DE AQS	
Sistemas de Aquecimento	Não existe sistema de aquecimento instalado.
Sistemas de Arrefecimento	Não existe sistema de arrefecimento instalado.
Sistemas de Preparação de AQS	Termoacumulador eléctrico.
	Equipamento sem carácter provisório.
	Os sistemas instalados encontram-se em normal funcionamento.
<p>Quando existentes, os sistemas e os respectivos valores de eficiência identificados para as funções que desempenham, encontram-se descritos no Anexo V, juntamente com a indicação da(s) evidência(s) disponível(eis) ou da(s) fonte(s) de informação que suporta(m) os valores considerados. No Anexo III encontram-se igualmente imagens que evidenciam esses sistemas e suas características.</p> <p>De notar que, para caracterização dos equipamentos ou sistemas instalados (em particular dos respectivos valores de eficiência), foram prioritariamente consideradas todas as especificações ou catálogos técnicos disponíveis. Nos casos em que tal informação não estava disponível nos elementos fornecidos pelo proprietário, foi consultado o respectivo fornecedor ou fabricante do equipamento, com vista à obtenção dos dados necessários. Apenas na ausência de informação específica, se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.</p>	

14. MEDIDAS DE MELHORIA
<p>Quando aplicável, a fracção será objecto de um estudo de medidas de melhoria que visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços. O estudo de soluções segue a hierarquia de prioridades definida para o efeito, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Correcção de patologias construtivas; Redução das necessidades de energia útil por intervenção na envolvente; Utilização de energias renováveis; Melhoria da eficiência dos sistemas. <p>As medidas de melhoria são descritas detalhadamente no campo respectivo do certificado energético, bem como no Anexo V.</p>



15. ANEXO I - DOCUMENTAÇÃO SOBRE O IMÓVEL OBTIDA E ANALISADA PELO PQ

Documentação entregue:

Cademeta predial urbana	Sim
Certidão de registo na conservatória	Sim
Projecto de arquitectura	Não
Projecto de estruturas	Não
Projecto de comportamento térmico	Não
Projecto de especialidades de águas e esgotos	Não
Ficha técnica da habitação	Não
Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para a preparação de águas quentes sanitárias.	Não
Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para climatização (aquecimento e/ou arrefecimento)	Não
Especificações técnicas dos materiais e/ou sistemas construtivos utilizados	Não
Contrato de manutenção do sistema solar	Não
Declarações de técnicos credenciados	Não
Fichas de inspecção de sistemas de ar condicionado e/ou caldeiras	Não
Outra documentação:	Sim
Planta da fracção	



16. ANEXO II - DECLARAÇÃO ASSINADA PELO PROPRIETÁRIO OU REPRESENTANTE



17. ANEXO III - REGISTO FOTOGRÁFICO



REGISTO FOTOGRÁFICO (continuação)

		
VE8	VE9 e VE9.1	VE10

		
VE11	VE12	VE13

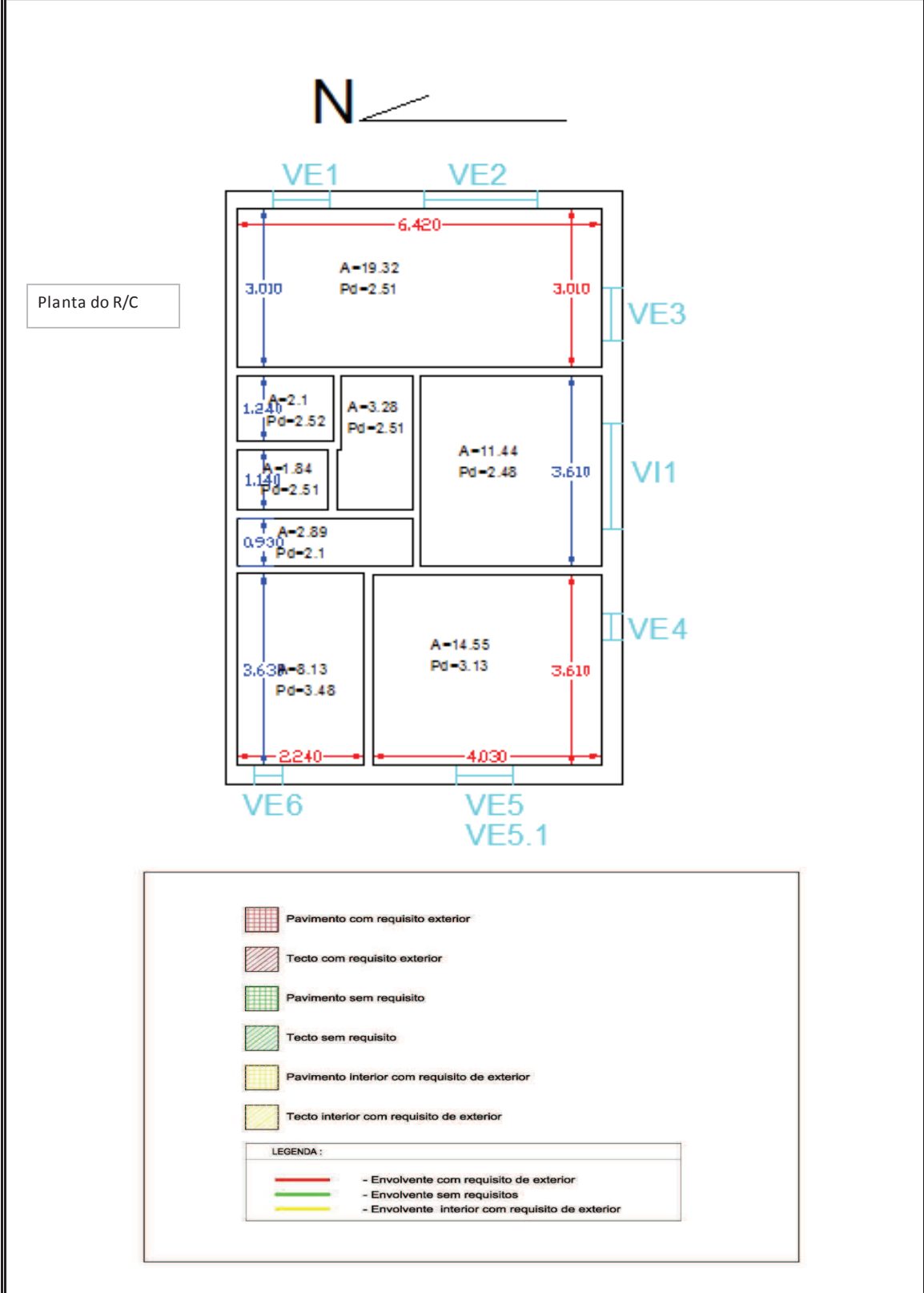
		
PI3	Sistema de Painéis Solares	



REGISTO FOTOGRÁFICO (continuação)		

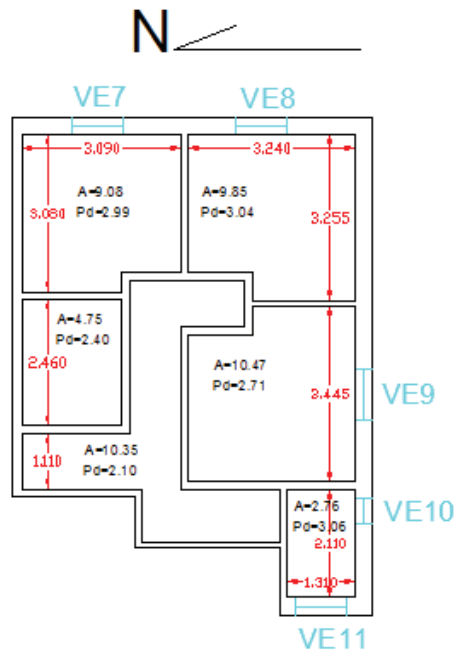


18. ANEXO IV - PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS

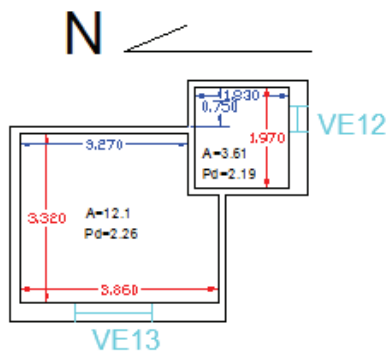


PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS

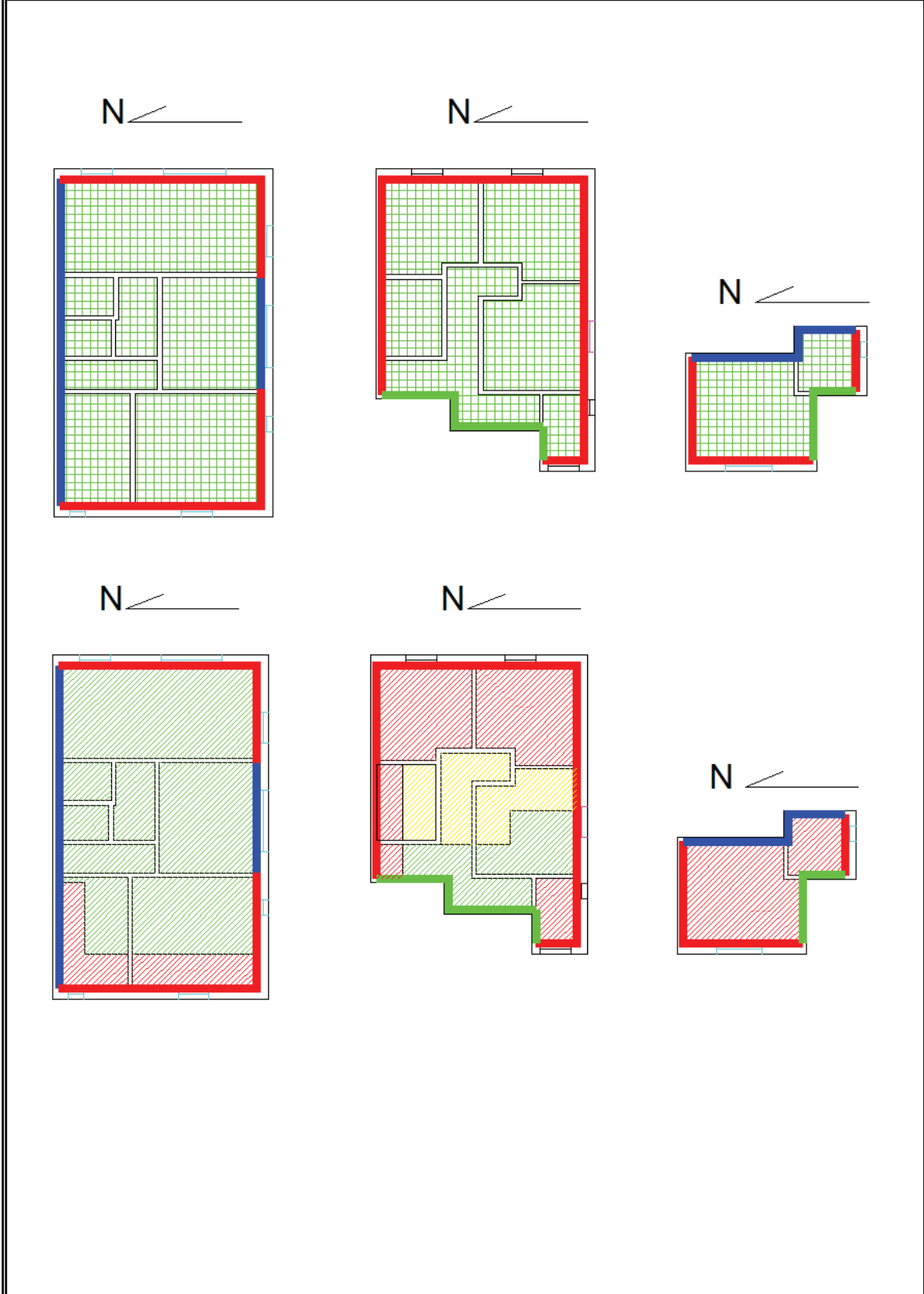
Planta do 1º Piso



Planta do 2º Piso



PLANTA(S) DA FRACÇÃO, COTADA(S), COM MARCAÇÃO DE ENVOLVENTES E IDENTIFICAÇÃO/CARACTERIZAÇÃO DE ESPAÇOS NÃO ÚTEIS



19. ANEXO V - DIVERSOS

--



DIVERSOS (Continuação)

--



DIVERSOS (Continuação)

--



INFORMAÇÕES ADICIONAIS	
Tipo do Edifício / Tipo de Certificado	Existente - 1º Certificado Energético e da QAI

VISTORIA			
Data da visita (AAAA-MM-DD)	2013-06-13	Hora de início (HH:MM)	10:00
		Hora de fim (HH:MM)	11:00

DADOS RELATIVOS À FRACÇÃO / EDIFÍCIO			
Tipo de Fração	Privado	Tipo de Imóvel	Edifício
Nome do Empreendimento / Designação Comercial			
Morada / Localização			
Praça Augusto Lino dos Santos, 238			
Código Postal	4400 - 029	Localidade	Vila Nova de Gaia
Código de Freguesia	131716	Concelho	VILA NOVA DE GAIA
Freguesia Fiscal	VILA NOVA DE GAIA (SANTA MARINHA)	Região	Portugal Continental
Inscrito na	Conservatória do Registo Predial de	Vila Nova de Gaia	Sob. o n.º 000
Artigo Matricial n.º	0000	Fotografia do Imóvel (colocar fotografia do exterior, assinalando a fracção em análise) 	
Coordenadas GPS	41.126824,-8.632503		
Distrito	PORTO		
N.º de Identificação do Prédio (NIP)			

DADOS RELATIVOS AO PROPRIETÁRIO / PROMOTOR			
O Perito Qualificado participou como projectista de alguma especialidade de projecto?			Não
Nome / Designação			
Instituto Superior de Engenharia do Porto			
Estrangeiro?	Não	NIF	501 753 202
		N.º de Registo Profissional	
Morada / Localização		Rua de S. Tomé	
Contacto Telefónico	915 555 555	E-mail	1070019@isep.ipp.pt
Pessoa/entidade de contacto (caso não seja o proprietário/promotor acima identificado)		Hugo Matos	



INFORMAÇÕES ADICIONAIS
CARACTERIZAÇÃO / DESCRIÇÃO DA FRACÇÃO / EDIFÍCIO

Tipologia	T4	Ano de Construção	1980	Área Útil de Pavimento (m ²)	138.62
Pé-direito Médio Ponderado (m)	2.67	Inércia Térmica	Forte		
<p>Descrição Sucinta do Edifício / Fração Autónoma</p> <p>Edifício unifamiliar composto por rés-do-chão e dois pisos de habitação, localizado na Praça Augusto Lino dos Santos, 238, Vila Nova de Gaia, numa zona não abastecida por gás natural. Está inserido interior de uma zona urbana, implantado a uma altitude de 88m, com uma distância à costa inferior a 5 km, em zona climática de inverno I2 e de Verão V1-N. O edifício é de tipologia T4, tem fachada principal orientada a Oeste, é constituído(a) por hall de entrada, duas salas, cozinha, arrumo, despensa, quatro quartos, três instalações sanitárias e circulação interior. O edifício confronta abaixo com solo, acima com exterior e lateralmente com edifício adjacente e exterior. O edifício apresenta inércia térmica Forte e ventilação Natural. Não existe sistema de aquecimento instalado. Não existe sistema de arrefecimento instalado. A preparação de águas quentes sanitárias é efectuada no depósito do kit solar. Uma vez que não foi possível determinar com rigor as especificações técnicas do equipamento, considerou-se as eficiências definidas no Anexo VIII da NT-SCE-01 para equipamentos com idade entre 0 e 9 anos, ou seja, rendimento de 70%. Não existem evidências que as redes de distribuição de águas quentes sanitárias sejam revestidas com isolamento com mais de 10 mm, logo o valor do rendimento foi diminuído em 10%. O equipamento encontra-se em razoável estado, sendo recomendada a sua manutenção periódica.</p>					
Zona Climática de Inverno	I2	Zona Climática de Verão	V1-N	Altitude (m)	88

CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE OPACA

Tipo de Elemento da Envoltente	Fachada exterior.	Descrição do Elemento da Envoltente	PE1: Parede exterior orientada a Norte, Sul, Este e Oeste em alvenaria tijolo furado ou bloco, com uma espessura total de 0,35 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e exterior em reboco de cor clara, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s) (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)	0.96		
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)	1.60		
Tipo de Elemento da Envoltente	Paredes interiores.	Descrição do Elemento da Envoltente	PI1: Parede interior, em alvenaria tijolo furado ou bloco, em contacto com edifício adjacente, com uma espessura total de 0,2 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s) (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)	1.47		
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)	1.60		
Tipo de Elemento da Envoltente	Paredes interiores.	Descrição do Elemento da Envoltente	PI2: Parede interior, em alvenaria tijolo furado ou bloco, em contacto com marquise, com uma espessura total de 0,38 m, com revestimento interior em reboco, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e pelo espaço não útil em reboco, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)	0.88		
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)	1.60		
Tipo de Elemento da Envoltente	Paredes interiores.	Descrição do Elemento da Envoltente	PI3: Parede interior, em alvenaria tijolo furado ou bloco, em contacto com arrumos, com uma espessura total de 0,11 m, com revestimento interior em reboco e cerâmico, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e pelo espaço não útil em reboco, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s), (parede posterior a 1960). Foi utilizado no cálculo efectuado, o coeficiente de transmissão térmica superficial corrigido, segundo a metodologia de cálculo para certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE. Esta correcção baseia-se na majoração de U em 35% para colmatar as pontes térmicas planas. Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico.
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)	1.47		
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)	1.60		
Tipo de Elemento da Envoltente	Coberturas exteriores.	Descrição do Elemento da Envoltente	COBE1: Cobertura exterior do tipo pesada inclinada, constituída por laje aligeirada de abobadilha cerâmica e vigotas pré-esforçadas, revestida pelo interior através de madeira e reboco, espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e revestida pelo exterior através de telha, de cor média, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s). Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico e a espessura da laje é desconhecida.
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)	3.4		
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)	1.00		



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Tipo de Elemento da Envolvente	Coberturas interiores.		Descrição do Elemento da Envolvente	COBI1: Cobertura interior do tipo pesada horizontal, em contacto com arrumos, constituída por laje aligeirada de abobadilha cerâmica e vigotas pré-esforçadas, revestida pelo espaço útil através de reboco, espessura(s) espectável(eis) corrente(s), e revestida pelo espaço não útil através de tijoleira, com espessura(s) espectável(eis) corrente(s). Não foi possível aferir a existência de isolamento térmico e a espessura da laje é desconhecida.
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)	2.25			
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)	1.00			
Tipo de Elemento da Envolvente			Descrição do Elemento da Envolvente	
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)				
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)				
Tipo de Elemento da Envolvente			Descrição do Elemento da Envolvente	
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)				
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)				
Tipo de Elemento da Envolvente			Descrição do Elemento da Envolvente	
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)				
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)				
Tipo de Elemento da Envolvente			Descrição do Elemento da Envolvente	
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)				
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)				
Tipo de Elemento da Envolvente			Descrição do Elemento da Envolvente	
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)				
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)				
Tipo de Elemento da Envolvente			Descrição do Elemento da Envolvente	
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)				
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)				
Tipo de Elemento da Envolvente			Descrição do Elemento da Envolvente	
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial, U (W/m ² .°C)				
Coef. de Transmissão Térmica Superficial Máximo, U _{máx} (W/m ² .°C)				



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

CARACTERIZAÇÃO DE VÃOS ENVIDRAÇADOS

Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial (W/m ² .°C)	3.4	Descrição do Vão Envidraçado	Envidraçado VE1-VE3, VE5, VE5,1, VE7-VE9, VE11-VE13: Vão simples inserido na fachada Sul, Este e Oeste com caixilharia de madeira, de abrir, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro simples com protecção solar exterior em portada de madeira de cor escura, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 3,4 W/(m ² .°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto F _s x F _g x F _w , a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes.
Factor Solar do Envidraçado, g _{100%}	0.09		
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado	0.56		

Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial (W/m ² .°C)	5.1	Descrição do Vão Envidraçado	Envidraçado VE4, VE6 e VE10: Vão simples inserido na fachada Sul e Oeste com caixilharia de madeira, fixa, sem classificação de permeabilidade ao ar, constituído por vidro simples sem protecção solar, sendo o coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 5,1 W/(m ² .°C). Foi utilizado na determinação do factor solar do envidraçado e no produto F _s x F _g x F _w , a metodologia simplificada aplicada a edifícios existentes.
Factor Solar do Envidraçado, g _{100%}	0.7		
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado	0.56		

Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial (W/m ² .°C)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, g _{100%}			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			

Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial (W/m ² .°C)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, g _{100%}			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			

Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial (W/m ² .°C)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, g _{100%}			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			

Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial (W/m ² .°C)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, g _{100%}			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			

Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial (W/m ² .°C)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, g _{100%}			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			





asL

& ASSOCIADOS

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

INFORMAÇÕES ADICIONAIS			
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, $g_{100\%}$			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, $g_{100\%}$			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, $g_{100\%}$			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, $g_{100\%}$			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			
Coefficiente de Transmissão Térmica Superficial ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)		Descrição do Vão Envidraçado	
Factor Solar do Envidraçado, $g_{100\%}$			
Factor Solar Máximo Admissível do Vão Envidraçado			



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO

Tipo de Sistema	Não Dispõe.		

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Sistema Solar de Preparação de AQS

Dispõe de Sistema Solar de Preparação de AQS?	Sim
Tipologia de sistema de colectores solares para preparação de AQS	Sistema individual compacto (tipo kit ou monobloco).
Descrição dos sistema de colectores solares para preparação de AQS	Sistema individual compacto com coletor de tubos de vácuo de 58mm e depósito de 250L. O coletor tem 1,79 m ² de área de absorção, está orientado a Sul e tem uma inclinação com o plano horizontal de cerca de 14°. O proprietário detém contracto de manutenção válido por 6 anos e o coletor tem certificação keymark.
Área de colectores solares (m ²)	1.79
Contribuição do sistema solar (Esolar) (kWh/ano)	1215

Sistema de aproveitamento de energias renováveis

Dispõe de Sistema de Aproveitamento de Energias Renováveis?	Não

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO

Tipo de Ventilação	Natural	Descrição dos principais elementos e da forma como se processa a ventilação A renovação do ar interior no imóvel processa-se de forma natural. Para efeitos de determinação da respectiva taxa de ventilação, foi considerado que o imóvel se encontra a uma distância inferior a 5 km da costa e está implantado no Interior de uma zona urbana. Foi determinado o valor de 0,9 renovações de ar por hora (rph) com base apenas na ventilação natural e considerando os seguintes aspectos: caixilharia Sem classificação, inexistência de aberturas auto-reguláveis e com portas não bem vedadas. A fracção possui uma altura média da fachada ao solo Menor que 10 m, Região B, rugosidade I resultando numa classe de exposição 1.
Taxa de renovação horária nominal (Rph)	0.90	
Cumprimento da NP 1037-1	Não	

CARACTERIZAÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIA

Este CE/DCR inclui medidas de melhoria?	Sim								
<p>Pressupostos e explicações sobre as medidas propostas</p> <p>Aplicação de isolamento Térmico pelo interior com revestimento leve em paredes exteriores. Medida de melhoria destinada à redução das necessidades de energia de aquecimento por perdas pela envolvente e prevenção ou correcção de patologias construtivas. O custo de investimento inclui valor dos materiais bem como o valor da mão-de-obra para a sua aplicação. A forma de energia considerada: Electricidade. Custo da Energia considerada: 0,118(€/KWh). A espessura do isolamento considerado é de 4 cm. O coeficiente de condutibilidade térmica do isolante é de 0,04 W/(m.°C). O custo unitário estimado por m² de aplicação de isolamento e respectivo acabamento (inclui mão de obra) é de 35 Euros por m². A área do elemento da envolvente a isolar é de 122,83m².</p> <p>Aplicação de isolamento Térmico pelo interior com revestimento leve em paredes interiores. Medida de melhoria destinada à redução das necessidades de energia de aquecimento por perdas pela envolvente e prevenção ou correcção de patologias construtivas. O custo de investimento inclui valor dos materiais bem como o valor da mão-de-obra para a sua aplicação. A forma de energia considerada: Electricidade. Custo da Energia considerada: 0,118(€/KWh). A espessura do isolamento considerado é de 4 cm. O coeficiente de condutibilidade térmica do isolante é de 0,04 W/(m.°C). O custo unitário estimado por m² de aplicação de isolamento e respectivo acabamento (inclui mão de obra) é de 35 Euros por m². A área do elemento da envolvente a isolar é de 48,75m².</p> <p>Aplicação de isolamento térmico sob a cobertura exterior. Medida de melhoria destinada à redução das necessidades de energia de aquecimento por perdas pela envolvente e prevenção ou correcção de patologias construtivas. O custo de investimento inclui valor dos materiais bem como o valor da mão-de-obra para a sua aplicação. A forma de energia considerada: Electricidade. Custo da Energia considerada: 0,118(€/KWh). A espessura do isolamento considerado é de 4 cm. O coeficiente de condutibilidade térmica do isolante é de 0,04 W/(m.°C). O custo unitário estimado por m² de aplicação de isolamento e respectivo acabamento (inclui mão de obra) é de 35 Euros por m². A área do elemento da envolvente a isolar é de 49,36m².</p> <p>Substituição de caixilharia existente por uma nova caixilharia, melhoria das características solares dos vidros e introdução de protecção solar exterior nos vãos envidraçados que não possuem. Medida de melhoria destinada à redução das necessidades de energia de aquecimento e arrefecimento por perdas pela envolvente, à redução de perdas associadas à renovação do ar interior e prevenção ou correcção de patologias construtivas. O custo de investimento inclui valor dos materiais bem como o valor da mão-de-obra para a sua aplicação. A forma de energia considerada para aquecimento: Electricidade. Custo da Energia considerada para aquecimento: 0,118 (€/KWh). A forma de</p>									
Classe energética que pode ser atingida por implementação das medidas abaixo assinaladas para recálculo (e só essas) :	C								
<p>NECESSIDADES ENERGÉTICAS FINAIS - Após Implementação das Medidas Abaixo Assinaladas para Recálculo:</p> <table border="1"> <tr> <td>Aquecimento - Nic Final (kwh/m².ano)</td> <td>95.91 kwh/m².ano</td> <td>Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m².ano)</td> <td>4.31 kwh/m².ano</td> </tr> <tr> <td>Preparação AQS - Nac Final (kwh/m².ano)</td> <td>30.61 kwh/m².ano</td> <td>Energia Primária - Ntc Final (kgep/m².ano)</td> <td>9.51 kgep/m².ano</td> </tr> </table>		Aquecimento - Nic Final (kwh/m ² .ano)	95.91 kwh/m ² .ano	Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m ² .ano)	4.31 kwh/m ² .ano	Preparação AQS - Nac Final (kwh/m ² .ano)	30.61 kwh/m ² .ano	Energia Primária - Ntc Final (kgep/m ² .ano)	9.51 kgep/m ² .ano
Aquecimento - Nic Final (kwh/m ² .ano)	95.91 kwh/m ² .ano	Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m ² .ano)	4.31 kwh/m ² .ano						
Preparação AQS - Nac Final (kwh/m ² .ano)	30.61 kwh/m ² .ano	Energia Primária - Ntc Final (kgep/m ² .ano)	9.51 kgep/m ² .ano						



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Medida Proposta 1

Medida Associada a:

Designação sucinta da medida proposta:

Descrição detalhada da medida proposta:

Redução anual da Factura Energética	Estimado?	Sim	Redução anual da Factura Energética(euros)	350 €
-------------------------------------	-----------	-----	--	-------

Custo estimado de Investimento	Estimado?	Sim	Custo estimado de Investimento(euros)	4299 €
--------------------------------	-----------	-----	---------------------------------------	--------

Período de retorno do investimento	Estimado?	Sim	Período de retorno do investimento(anos)	12.3 anos
------------------------------------	-----------	-----	--	-----------

INCLUIDO NOS VALORES APRESENTADOS:

<input type="text" value="Materiais"/>	<input type="text" value="Sim"/>	<input type="text" value="Mão-de-Obra"/>	<input type="text" value="Sim"/>	<input type="text" value="Manutenção"/>	<input type="text" value="Sim"/>
--	----------------------------------	--	----------------------------------	---	----------------------------------

<input type="text" value="Capitalização"/>	<input type="text" value="Sim"/>	<input type="text" value="Variação do custo de energia"/>	<input type="text" value="Sim"/>
--	----------------------------------	---	----------------------------------

<input type="text" value="Possibilidade de Incentivo?"/>	<input type="text" value="Não"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
--	----------------------------------	----------------------	----------------------

NECESSIDADES ENERGÉTICAS FINAIS - Após Implementação da Medida de Melhoria 1:

<input type="text" value="Aquecimento - Nic Final (kwh/m2.ano)"/>	<input type="text" value="171.99 kwh/m2.ano"/>	<input type="text" value="Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m2.ano)"/>	<input type="text" value="5.20 kwh/m2.ano"/>
---	--	---	--

<input type="text" value="Preparação AQS - Nac Final (kwh/m2.ano)"/>	<input type="text" value="30.61 kwh/m2.ano"/>	<input type="text" value="Energia Primária - Ntc Final (kgep/m2.ano)"/>	<input type="text" value="13.91 kgep/m2.ano"/>
--	---	---	--

PRESSUPOSTOS DA MEDIDA DE MELHORIA 1:

<input type="text" value="Tipo de energia/combustível:"/>	<input type="text" value="Energia Electrica."/>	<input type="text" value="Custo atual de energia:"/>	<input type="text" value="0.118"/>	<input type="text" value="Unidade:"/>	<input type="text" value="€/kWh"/>
---	---	--	------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------

<input type="text" value="Tipo de energia/combustível:"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Custo atual de energia:"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="Unidade:"/>	<input type="text" value="€/kWh"/>
---	----------------------	--	----------------------	---------------------------------------	------------------------------------

Observações:

<input type="text" value="Medida considerada para recálculo de Classe Energética"/>	<input type="text" value="Sim"/>
---	----------------------------------





INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Medida Proposta 2

Medida Associada a:

Designação sucinta da medida proposta:

Descrição detalhada da medida proposta:

Redução anual da Factura Energética	Estimado?	Sim	Redução anual da Factura Energética(euros)	184 €
-------------------------------------	-----------	-----	--	-------

Custo estimado de Investimento	Estimado?	Sim	Custo estimado de Investimento(euros)	1706 €
--------------------------------	-----------	-----	---------------------------------------	--------

Período de retorno do investimento	Estimado?	Sim	Período de retorno do investimento(anos)	9.3 anos
------------------------------------	-----------	-----	--	----------

INCLUIDO NOS VALORES APRESENTADOS:

Materials	Sim	Mão-de-Obra	Sim	Manutenção	Sim
-----------	-----	-------------	-----	------------	-----

Capitalização	Sim	Variação do custo de energia	Sim
---------------	-----	------------------------------	-----

Possibilidade de Incentivo?	Não
-----------------------------	-----

NECESSIDADES ENERGÉTICAS FINAIS - Após Implementação da Medida de Melhoria 2:

Aquecimento - Nic Final (kwh/m2.ano)	182.34 kwh/m2.ano	Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m2.ano)	4.43 kwh/m2.ano
--------------------------------------	-------------------	--	-----------------

Preparação AQS - Nac Final (kwh/m2.ano)	30.61 kwh/m2.ano	Energia Primária - Ntc Final (kgep/m2.ano)	14.21 kgep/m2.ano
---	------------------	--	-------------------

PRESSUPOSTOS DA MEDIDA DE MELHORIA 2:

Tipo de energia/combustível :	Energia Eléctrica.	Custo actual de energia :	0.118	Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--------------------	---------------------------	-------	-----------	-------

Tipo de energia/combustível :		Custo actual de energia :		Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--	---------------------------	--	-----------	-------

Observações:

Medida considerada para recálculo de Classe Energética	Sim
--	-----





INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Medida Proposta 3

Medida Associada a:

Designação sucinta da medida proposta:

Descrição detalhada da medida proposta:

Redução anual da Factura Energética	Estimado?	Sim	Redução anual da Factura Energética(euros)	770 €
-------------------------------------	-----------	-----	--	-------

Custo estimado de Investimento	Estimado?	Sim	Custo estimado de Investimento(euros)	1728 €
--------------------------------	-----------	-----	---------------------------------------	--------

Período de retorno do investimento	Estimado?	Sim	Período de retorno do investimento(anos)	2.2 anos
------------------------------------	-----------	-----	--	----------

INCLUIDO NOS VALORES APRESENTADOS:

Materials	Sim	Mão-de-Obra	Sim	Manutenção	Sim
-----------	-----	-------------	-----	------------	-----

Capitalização	Sim	Variação do custo de energia	Sim
---------------	-----	------------------------------	-----

Possibilidade de Incentivo?	Não		
-----------------------------	-----	--	--

NECESSIDADES ENERGÉTICAS FINAIS - Após Implementação da Medida de Melhoria 3:

Aquecimento - Nic Final (kwh/m2.ano)	147.19 kwh/m2.ano	Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m2.ano)	2.44 kwh/m2.ano
--------------------------------------	-------------------	--	-----------------

Preparação AQS - Nac Final (kwh/m2.ano)	30.61 kwh/m2.ano	Energia Primária - Ntc Final (kgep/m2.ano)	13.17 kgep/m2.ano
---	------------------	--	-------------------

PRESSUPOSTOS DA MEDIDA DE MELHORIA 3:

Tipo de energia/combustível :	Energia Eléctrica.	Custo actual de energia :	0.118	Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--------------------	---------------------------	-------	-----------	-------

Tipo de energia/combustível :		Custo actual de energia :		Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--	---------------------------	--	-----------	-------

Observações:

Medida considerada para recálculo de Classe Energética	Sim
--	-----



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Medida Proposta 4

Medida Associada a: Vãos Envidraçados

Designação sucinta da medida proposta: Substituição de caixilharia existente por uma nova caixilharia e melhoria das características solares dos vidros

Descrição detalhada da medida proposta: Substituição de caixilhari­as existentes dos vão envidraçados exteriores e dos vão envidraçados em contacto com locais não aquecidos (se existirem). As novas caixilhari­as deverão ter uma classe de permeabilidade ao ar do tipo classe 3, constituídas por aros, travessas e montantes em alumínio com corte térmico, sistema de abertura e configuração idêntica aos originais, vidros duplos incolores 6mm + 4mm de baixa emissividade, com caixa de ar de 16 mm em que 90% do espaço de ar deve ser preenchido por gás argon, resultando um coeficiente de transmissão térmica (U) de 1.10 W/(m2.°C) e factor solar do vidro de 0,53. O custo estimado do trabalho é de 265 €/m2, e inclui material e mão-de-obra e a remoção das caixilhari­as existentes. Durante a operação de montagem, que deverá decorrer em apenas um dia, deverá ser tida em especial atenção a junta entre os caixilhos e as paredes, de forma a garantir o seu correcto isolamento e estanquidade sem micro-fissuras que originem pontes térmicas ou infiltrações. Deverá ser isolado, em todo o seu perímetro, os restantes vãos exteriores opacos (portas de acesso ao imóvel). O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 5056€, para uma redução anual da factura energética de 240€ e período de retorno simples do investimento de 21,1 anos. Medida de melhoria proposta com período de retorno de investimento elevado e viabilidade económica limitada, esta deve ser adoptada numa perspectiva de melhoria das condições de conforto térmico. Esta medida reduz as perdas térmicas e elimina as condensações verificadas no interior da habitação, melhorando as condições de conforto dos espaços e deve ser considerada em contexto de uma intervenção de reabilitação ou remodelação do imóvel. A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética E para o seu imóvel.

Redução anual da Factura Energética	Estimado?	Sim	Redução anual da Factura Energética(euros)	240 €
-------------------------------------	-----------	-----	--	-------

Custo estimado de Investimento	Estimado?	Sim	Custo estimado de Investimento(euros)	5056 €
--------------------------------	-----------	-----	---------------------------------------	--------

Período de retorno do investimento	Estimado?	Sim	Período de retorno do investimento(anos)	21.1 anos
------------------------------------	-----------	-----	--	-----------

INCLUIDO NOS VALORES APRESENTADOS:

Materials	Sim	Mão-de-Obra	Sim	Manutenção	Sim
-----------	-----	-------------	-----	------------	-----

Capitalização	Sim	Variação do custo de energia	Sim
---------------	-----	------------------------------	-----

Possibilidade de Incentivo?			
-----------------------------	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

NECESSIDADES ENERGÉTICAS FINAIS - Após Implementação da Medida de Melhoria 4:

Aquecimento - Nic Final (kwh/m2.ano)	178.76 kwh/m2.ano	Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m2.ano)	4.94 kwh/m2.ano
--------------------------------------	-------------------	--	-----------------

Preparação AQS - Nac Final (kwh/m2.ano)	30.61 kwh/m2.ano	Energia Primária - Ntc Final (kgep/m2.ano)	14.11 kgep/m2.ano
---	------------------	--	-------------------

PRESSUPOSTOS DA MEDIDA DE MELHORIA 4:

Tipo de energia/combustível :	Energia Eléctrica.	Custo actual de energia :	0.118	Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--------------------	---------------------------	-------	-----------	-------

Tipo de energia/combustível :		Custo actual de energia :		Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--	---------------------------	--	-----------	-------

Observações:	
--------------	--

Medida considerada para recálculo de Classe Energética	Sim
--	-----

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Medida Proposta 5

Medida Associada a:

Designação sucinta da medida proposta:

Descrição detalhada da medida proposta:

Redução anual da Factura Energética	Estimado?	Sim	Redução anual da Factura Energética(euros)	56 €
-------------------------------------	-----------	-----	--	------

Custo estimado de Investimento	Estimado?	Sim	Custo estimado de Investimento(euros)	450 €
--------------------------------	-----------	-----	---------------------------------------	-------

Período de retorno do investimento	Estimado?	Sim	Período de retorno do investimento(anos)	8.0 anos
------------------------------------	-----------	-----	--	----------

INCLUIDO NOS VALORES APRESENTADOS:

Materials	Sim	Mão-de-Obra	Sim	Manutenção	Sim
-----------	-----	-------------	-----	------------	-----

Capitalização	Sim	Variação do custo de energia	Sim
---------------	-----	------------------------------	-----

Possibilidade de Incentivo?

NECESSIDADES ENERGÉTICAS FINAIS - Após Implementação da Medida de Melhoria 5:

Aquecimento - Nic Final (kwh/m2.ano)	190.04 kwh/m2.ano	Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m2.ano)	4.72 kwh/m2.ano
--------------------------------------	-------------------	--	-----------------

Preparação AQS - Nac Final (kwh/m2.ano)	30.61 kwh/m2.ano	Energia Primária - Ntc Final (kgep/m2.ano)	14.43 kgep/m2.ano
---	------------------	--	-------------------

PRESSUPOSTOS DA MEDIDA DE MELHORIA 5:

Tipo de energia/combustível :	Energia Eléctrica.	Custo actual de energia :	0.118	Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--------------------	---------------------------	-------	-----------	-------

Tipo de energia/combustível :		Custo actual de energia :		Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--	---------------------------	--	-----------	-------

Observações:

Medida considerada para recálculo de Classe Energética	Sim
--	-----



asL

& ASSOCIADOS

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Medida Proposta 6

Medida Associada a:

Designação sucinta da medida proposta:

Designação sucinta da medida proposta:

Descrição detalhada da medida proposta:
Substituição do equipamento actual e/ou instalação de sistema de ar condicionado multisplit reversível com bomba de calor tipo inverter com classe energética A, para climatização, composto por uma unidade exterior com uma potência nominal de Arrefecimento 8,0 Kw, EER de 3,86, potência nominal de Aquecimento 9,4 Kw, COP de 4,65. Distribuição de fluido refrigerante R140A em tubagem cobre isolada 10mm O controlo do equipamento deve ser efectuado através de um display digital LCD para selecção de temperatura ambiente e diagnóstico de anomalia. O controlo remoto e receptor deverão estar incluídos (requer instalação). Deverá ser garantida a manutenção periódica ao equipamento de acordo com a legislação em vigor. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de 10090€, para uma redução anual da factura energética de 2491€ e período de retorno simples do investimento de 4,1 anos. A implementação isolada desta medida de melhoria permite estimar uma Classe Energética D para o seu imóvel.

Redução anual da Factura Energética	Estimado?	Sim	Redução anual da Factura Energética(euros)	2491 €
-------------------------------------	-----------	-----	--	--------

Custo estimado de Investimento	Estimado?	Sim	Custo estimado de Investimento(euros)	10090 €
--------------------------------	-----------	-----	---------------------------------------	---------

Período de retorno do investimento	Estimado?	Sim	Período de retorno do investimento(anos)	4.1 anos
------------------------------------	-----------	-----	--	----------

INCLUIDO NOS VALORES APRESENTADOS:

Materials	Sim	Mão-de-Obra	Sim	Manutenção	Sim
-----------	-----	-------------	-----	------------	-----

Capitalização	Sim	Variação do custo de energia	Sim
---------------	-----	------------------------------	-----

Possibilidade de Incentivo?

NECESSIDADES ENERGÉTICAS FINAIS - Após Implementação da Medida de Melhoria 6:

Aquecimento - Nic Final (kwh/m2.ano)	193.61 kwh/m2.ano	Arrefecimento - Nvc Final (kwh/m2.ano)	4.43 kwh/m2.ano
--------------------------------------	-------------------	--	-----------------

Preparação AQS - Nac Final (kwh/m2.ano)	30.61 kwh/m2.ano	Energia Primária - Ntc Final (kgep/m2.ano)	10.12 kgep/m2.ano
---	------------------	--	-------------------

PRESSUPOSTOS DA MEDIDA DE MELHORIA 6:

Tipo de energia/combustível :	Energia Electrica.	Custo actual de energia :	0.118	Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--------------------	---------------------------	-------	-----------	-------

Tipo de energia/combustível :		Custo actual de energia :		Unidade :	€/kWh
-------------------------------	--	---------------------------	--	-----------	-------

Observações:

Medida considerada para recálculo de Classe Energética	Sim
--	-----



INFORMAÇÕES ADICIONAIS

INSPEÇÕES PERIÓDICAS A CALDEIRAS E EQUIPAMENTO DE AR CONDICIONADO

Existe algum equipamento sujeito às inspeções periódicas previstas no RSECE?	Não
--	-----

--	--	--	--

--	--

--	--	--	--

--	--

--	--	--	--

--	--

NOTAS FINAIS

Notas e observações do perito qualificado sobre o presente certificado

Trata-se de um edifício já construído e melhorável do ponto de vista de desempenho térmico, sendo as medidas de melhoria propostas facilmente exequíveis e permitirão colocar o edifício, do ponto de vista de desempenho térmico, dentro dos padrões actuais. Acresce que estas propostas de melhoria podem ser executadas faseadamente. Ao cliente foram solicitadas fotocópias dos seguintes documentos: certidão da conservatória; caderneta predial; planta do imóvel; projectos de arquitectura; ficha técnica da habitação, dados técnicos de caixilharias e vidros e toda a documentação que possa servir de suporte ao trabalho de certificação energética.

Foi igualmente solicitado acesso a todos os espaços não úteis confinantes com o imóvel.

Para efeitos de cálculo foram seguidas as disposições do DL80/2006, sendo que as pontes térmicas lineares, superficiais e os sombreamentos foram calculadas de acordo com o disposto NT-SCE-01.

Para efeitos de obtenção de valores de coeficientes de transmissão térmica superficiais de soluções construtivas e factores solares, foi usada a NT-SCE-01 e o DL 80/2006.

De notar que os valores máximos apresentados para os coeficientes de transmissão térmica e factor solar admissível são apenas aplicados a novos edifícios, devendo ser apenas tomados como referência para efeitos de identificação de oportunidade de melhoria.

Como medidas de melhoria de carácter comportamental poderão ser apresentadas as seguintes medidas:

Aquecimento

No Inverno, a temperatura no interior da habitação deve situar-se nos 20 °C: por cada grau adicional consumimos entre 7% a 10% da energia total necessária para aquecer toda a casa. Quando o aquecimento está ligado, deve manter sempre as janelas e portas fechadas. Recomendamos que aqueça apenas as áreas da casa que realmente utiliza e que feche as portas das salas e quartos que não estão a ser utilizados. Uma boa forma de prevenir a entrada de ar frio, implicando uma pequena despesa, consiste em instalar um painel isolante nas caixas dos estores de enrolar para reduzir as entradas de ar frio e evitar desperdícios desnecessários de energia. À noite, manter os estores de enrolar fechados sempre que possível.

Nos dias de sol, aproveitar ao máximo a entrada de radiação solar na habitação, para aquecê-la gratuitamente. Se não achar conveniente substituir as janelas com vidros simples por vidros duplos e caixilhos com isolamento, recomenda-se a aplicação de fita de isolamento nos caixilhos das janelas. Ventile regularmente a habitação, abrindo as janelas apenas alguns minutos de cada vez.

Ar Condicionado

Devem ser instalados aparelhos de ar condicionado de Classe A: Estes aparelhos são mais eficientes em termos de desempenho e poupança de energia. Prefira sempre modelos "inverter" que ajustam a potência do sistema de acordo com as variações da temperatura da divisão e verifique o valor EER expresso na etiqueta: quanto maior, melhor. Selecione uma temperatura que seja cerca de 5 graus inferior à temperatura exterior, para evitar variações bruscas que são prejudiciais para a saúde. Em geral, um aparelho regulado para 24 a 26 °C é suficiente para combater os efeitos do calor excessivo. Seguindo algumas sugestões simples pode evitar situações de sobreaquecimento da sua habitação no Verão ao mesmo tempo que reduz a utilização do ar condicionado: ventile a habitação à noite, evite a entrada de ar quente durante a tarde, use os estores para proteger as janelas da habitação, etc.

Água Quente

Com uma simples operação do tipo faça você-mesmo e com um custo razoável, pode instalar redutores do caudal de água nos chuveiros e nas torneiras. Mantendo o mesmo nível de conforto, poderá reduzir o consumo de água e da energia necessária para a aquecer. De qualquer forma, deverá sempre fechar a torneira nos intervalos em que não precisa da água quente. Prefira tomar duche em vez de banho de imersão: para um duche normal são necessários cerca de 30 a 50 litros de água enquanto que para encher uma banheira são necessários cerca de 150 litros. Os esquentadores a gás são mais eficientes que os termoacumuladores eléctricos.

Frigoríficos e Congeladores

Se tiver de substituir o seu frigorífico ou congelador, sugerimos que compre um da Classe A+ ou Classe A++, com baixo consumo que utiliza cerca de metade da energia consumida por um dos antigos modelos. Deve regular sempre o controlo de temperatura do frigorífico para um valor médio para evitar desperdícios inúteis de energia. As temperaturas ideais variam entre os +4 °C no compartimento mais frio e os +10 °C no compartimento mais quente e podem ser obtidas colocando o botão de controlo numa posição intermédia entre as temperaturas mínima e média. As temperaturas inferiores a estas levam a um aumento do consumo de energia de 10 a 15%. Limpe o

