

Implicações da Nova Legislação na Certificação Energética de Edifícios Existentes

RICARDO FILIPE LOMAR COELHO

Outubro de 2013



Relatório da Unidade Curricular de Dissertação do 2º ano do Mestrado em Engenharia

Civil – Construções

Implicações da nova legislação na certificação energética de edifícios existentes

Candidato: Ricardo Filipe Lomar Coelho

Orientadora: Engenheira Teresa Isabel Moreira de Carvalho Amorim Neto Silva

Mestrado em Engenharia Civil – Ramo de Construções



4 de Outubro de 2013

Ao meu pai...

Agradecimentos

A realização desta dissertação não teria sido possível sem o apoio de várias pessoas. Como tal, é com muita satisfação que expresso aqui o meu agradecimento a todas elas.

À Eng^o Teresa Neto, orientadora desta dissertação, pelo apoio e disponibilidade sempre demonstrada ao longo deste percurso.

À minha mãe e ao meu irmão, pelo apoio incondicional transmitido durante todo o período académico, pois sem eles, não teria sido possível a conclusão do curso de mestre.

Aos meus amigos, Leandro Oliveira, Hugo Fernandes, Isolete Silva, Carlos Sousa e Leonor Sousa, pelo apoio e incentivo constantes.

Por fim um agradecimento especial à Débora Duarte pelo inestimável apoio, incentivo, paciência e compreensão sempre demonstradas.

A todos o meu sincero muito obrigado.

Resumo

O desenvolvimento deste trabalho teve como principal objetivo obter uma primeira avaliação da nova proposta de revisão do Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios (RCCTE), relativamente à certificação energética de edifícios existentes.

Inicialmente foi feito um estudo da regulamentação térmica de edifícios em Portugal relativamente ao desempenho energético de edifícios.

De seguida abordou-se o caso de estudo, onde para uma fração autónoma existente se compara a aplicação do RCCTE com a nova proposta de revisão. Este estudo comparativo foi realizado através de um método detalhado e um outro simplificado, que no caso do RCCTE está relacionado com a Nota Técnica NT-SCE-01 para a certificação térmica de edifícios existentes.

Após obtidos os resultados das necessidades energéticas para todas as metodologias, referidas no parágrafo anterior, foi elaborada uma proposta de melhoria e a respetiva análise económica, de acordo com o Fundo de Eficiência Energética, FEE. As medidas de melhoria preconizadas, de acordo com este fundo, foram a substituição das janelas existentes por janelas eficientes e a utilização de coletores solares térmicos para preparação de água quente sanitária, AQS.

Por fim, é feita uma análise dos resultados obtidos relativos às necessidades energéticas da fração autónoma, antes e após da proposta de melhoria.

Palavras-Chave

Térmica, RCCTE, NT-SCE-01, Proposta, FEE.

Abstract

This project aimed to obtain a first assessment of the new proposed revision of Portuguese building standard *named by Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios* (RCCTE), related to the energy certification of existent buildings.

Initially was made a study of the thermal regulation of buildings in Portugal regarding the energy performance of buildings.

The case study, where an existing autonomous fraction the current RCCTE and the new proposal of revision regulation was compared. This study was done in two different ways: A detailed and a simplified method (the latter is related with Technical Note NT-SCE-01 for thermal certification of existing buildings).

As soon as the results of the energy needs were obtained for both methodologies and regulations (present and future), an improvement plan and an economic analysis based on the Fundo de Eficiência Energética, FEE was done. Therefore, according to the FEE, the replacement of existing windows by efficient windows and the use of solar thermal collectors for domestic hot water, DHW, were proposed.

All the results for the autonomous fraction related to energy needs before and after the improvement plan were analyzed.

Keywords

Thermal, RCCTE, NT-SCE-01, Proposal, FEE.

Índice Geral

Agradecimentos	V
Resumo	VII
Abstract	IX
Índice Geral	XI
Índice de Figuras	XVII
Índice de Tabelas	XIX
Lista de Abreviaturas	XXIII
Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Metodologia de trabalho.....	4
1.4. Estrutura da dissertação	4
Capítulo 2 - Regulamentação Térmica de Edifícios em Portugal	7
2.1. Diretiva Europeia 2002/91/CE.....	7
2.1.1. Implementação da Diretiva Europeia 2002/91/CE em Portugal.....	9
2.2. Decreto-Lei n.º80/2006 – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)	11
2.3. Despacho n.º11020/2009 - Método de Cálculo Simplificado para a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE (NT-SCE-01)	12
2.4. Diretiva Europeia 2010/31/CE.....	13
2.5. Proposta de revisão do RCCTE	15
2.6. Análise comparativa dos Regulamentos e da Nota Técnica	17
2.6.1. Zonamento climático.....	17
2.6.2. Parâmetros climáticos.....	20
2.6.3. Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento.....	21

2.6.3.1. Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente de edifícios.....	22
2.6.3.2. Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento	26
2.6.3.3. Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento	29
2.6.4. Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento	36
2.6.4.1. Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento	37
2.6.4.2. Fator de utilização dos ganhos térmicos.....	42
2.6.5. Necessidades nominais de energia primária	45
2.6.6. Análise comparativa da proposta de revisão do RCCTE para edifícios existentes com a Nota Técnica NT-SCE-01	48
2.6.6.1. Levantamento dimensional.....	48
2.6.6.2. Coeficiente de redução de perdas	50
2.6.6.3. Coeficientes de transmissão térmica.....	51
2.6.6.4. Classe de inércia térmica interior	54
2.6.6.5. Fator solar do envidraçado	55
2.6.6.6. Ganhos solares brutos	55
2.6.6.7. Ventilação.....	56
2.6.6.8. Eficiência dos sistemas técnicos.....	58
2.6.6.9. Contribuição de sistemas solares térmicos.....	61
2.6.7. Valores máximos de necessidades energéticas.....	62
2.6.7.1 Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento.....	62
2.6.7.2 Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento.....	63
2.6.7.3 Necessidades nominais anuais de energia para preparação de AQS	65
2.6.7.4 Necessidades nominais anuais de energia primária	66
2.6.8. Requisitos mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios	67
2.6.8.1 Zona de envolvente opaca	67
2.6.8.1 Zona de vãos envidraçados.....	68
Capítulo 3 – Caso de Estudo	71
3.1. Descrição da Fração Autónoma.....	71

3.1.1. Levantamento fotográfico	74
3.2. Aplicação do Decreto-Lei nº80/2006 e Nota Técnica NT-SCE-01	77
3.2.1. Levantamento dimensional.....	77
3.2.1.1 Pé direito.....	77
3.2.1.2 Área útil de pavimento	77
3.2.1.3 Área de envidraçados.....	78
3.2.1.4 Área de paredes exteriores e paredes para ENU.....	79
3.2.2 Dados climáticos.....	79
3.2.3 Quantificação dos parâmetros térmicos.....	80
3.2.3.1. Coeficiente de redução de perdas	80
3.2.3.2. Coeficientes de transmissão térmica.....	85
3.2.3.2.1. Pontes térmicas planas.....	86
3.2.3.2.2. Paredes exteriores	86
3.2.3.2.3. Paredes e coberturas para “espaços não úteis”	87
3.2.3.2.4. Envidraçados exteriores.....	89
3.2.3.2.5. Envidraçados para “espaços não úteis”	89
3.2.3.2.6 Pontes térmicas lineares.....	90
3.2.4. Fatores relativos aos vãos envidraçados.....	97
3.2.4.1 Fatores solar dos vãos envidraçados.....	97
3.2.4.2. Fator de obstrução dos vãos envidraçados	98
3.2.5. Inércia térmica.....	102
3.2.6. Taxa de renovação de ar.....	102
3.2.7. Preparação de Águas Quentes Sanitárias	103
3.2.8. Energia Primária	104
3.2.9. Cálculo das Necessidades de Energia.....	105
3.3. Aplicação da proposta de revisão do RCCTE.....	107
3.3.1. Levantamento dimensional.....	107
3.3.2 Dados climáticos.....	108
3.3.3 Quantificação dos parâmetros térmicos.....	109

3.3.3.1. Coeficiente de redução de perdas	109
3.3.3.2. Coeficientes de transmissão térmica.....	112
3.3.3.2.1. Paredes exteriores	113
3.3.3.2.2. Paredes e pavimentos para “espaços não úteis”.....	113
3.3.3.2.3. Envidraçados exteriores.....	113
3.3.3.2.4. Envidraçados para “espaços não úteis”	113
3.3.3.2.5. Pontes térmicas lineares.....	113
3.3.4. Fatores relativos aos vãos envidraçados.....	116
3.3.4.1 Fatores solar dos vãos envidraçados.....	116
3.3.4.2. Fator de obstrução dos vãos envidraçados	119
3.3.4.3. Áreas efetivas coletoras de radiação.....	127
3.3.5. Fatores relativos à envolvente opaca.....	130
3.3.5.1. Fator de obstrução da envolvente opaca	130
3.3.5.2. Área coletora da radiação solar pela envolvente opaca.....	133
3.3.6. Inércia térmica.....	134
3.3.7. Taxa de renovação de ar.....	134
3.3.8. Preparação de Águas Quentes Sanitárias	135
3.3.9. Cálculo das Necessidades de Energia.....	136
Capítulo 4 – Proposta de Melhoria	137
4.1. Solução Adotada.....	137
4.1.1. Janelas Eficientes (SEEP).....	139
4.1.1.1 Poupança para o RCCTE	140
4.1.1.2. Poupança para a proposta de revisão do RCCTE	142
4.1.2. Coletores Solares Térmicos	144
4.2. Análise da proposta de melhoria.....	145
4.2.1. Análise de acordo com o RCCTE	145
4.2.2. Análise de acordo com a proposta de revisão do RCCTE	148
Capítulo 5 – Considerações Finais.....	151
5.1. Conclusões	151

5.2. Desenvolvimentos futuros.....	154
Referências Bibliográficas	155
Anexos	159
Anexo A – Cadernta Predial Urbana	161
Anexo B – Planta da Fração Autónoma	165
Anexo C – Catálogo do Equipamento para Preparação de AQS	169
Anexo D – Folhas de Cálculo do RCCTE (Método Detalhado)	179
Anexo E – Folhas de Cálculo do RCCTE (Método Simplificado).....	195
Anexo F – Cálculos para a Nova Proposta do RCCTE.....	211
Anexo G – Folha de Cálculo Ventilação - Proposta de Revisão do RCCTE.....	247
Anexo H – Orçamento – Janelas SEEP.....	251
Anexo I – Orçamento – Coletores Solares Térmicos.....	259
Anexo J – Folhas de Cálculo do RCCTE – Melhoria (Método Detalhado).....	269
Anexo K – Folhas de Cálculo do RCCTE – Melhoria (Método Simplificado).....	285
Anexo L – Cálculos para Nova Proposta do RCCTE - Melhoria.....	301
Anexo M – Folha de Cálculo Ventilação – Proposta Revisão do RCCTE - Melhoria ...	323

Índice de Figuras

Figura 1 – Elementos do tipo EL3 com isolamento térmico.	36
Figura 2 – Implantação do Edifício	71
Figura 3 – Planta da FA.....	72
Figura 4 – Fachada principal, orientada a Norte.....	73
Figura 5 – Fachado posterior, orientada a Sul.....	73
Figura 6 – Alçado principal, orientado a Norte	74
Figura 7 – Alçado posterior, orientado a Sul.....	74
Figura 8 – Alçado lateral, orientado a Nascente e Sudeste	74
Figura 9 – Alçado lateral, orientado a Poente (não pertence à FA)	74
Figura 10 – Quarto 1, orientado a Norte.....	75
Figura 11 – Envidraçado do Quarto 1.....	75
Figura 12 – Quarto 2, orientado a Norte.....	75
Figura 13 – Envidraçado do Quarto 2.....	75
Figura 14 – Sala de estar	75
Figura 15 – Sala de jantar.....	75
Figura 16 – Envidraçado da sala.....	76
Figura 17 – Cozinha.....	76
Figura 18 – Envidraçado da cozinha	76
Figura 19 – Porta envidraçada da cozinha	76
Figura 20 – Marquise, orientada a Sul.....	76
Figura 21 – Esquentador a gás para AQS	76
Figura 22 – Esquema representativo da marquise	80
Figura 23 – Desvão em cobertura da FA.....	81
Figura 24 – Esquema representativo da caixa de escadas do edifício	81
Figura 25 – Delimitação das envolventes da FA - Método Detalhado	83
Figura 26 – Delimitação das envolventes da FA - Método Simplificado	85
Figura 27 – Ligação da fachada com pavimento intermédio	91
Figura 28 – Ligação da fachada com cobertura inclinada	91
Figura 29 – Ligação da fachada com varanda.....	92
Figura 30 – Ligação de duas paredes verticais.....	92

Figura 31 – Ligação da fachada com caixa de estore	93
Figura 32 – Ligação da fachada com caixilharia	93
Figura 33 – Ligação da parede da marquise com pavimento.....	94
Figura 34 – Ligação da parede da marquise com cobertura inclinada.....	94
Figura 35 – Ligação da parede da marquise com caixa de estore.....	94
Figura 36 – Ligação da parede da marquise com caixilharia.....	94
Figura 37 – Ligação da fachada com pavimento intermédio	95
Figura 38 – Ligação de fachada com cobertura inclinada	95
Figura 39 – Ligação de fachada com varanda.....	96
Figura 40 – Ligação da parede da marquise com pavimento.....	96
Figura 41 – Ligação da parede da marquise com cobertura inclinada	96
Figura 42 – Ligação da parede da caixa de escadas com pavimento	97
Figura 43 – Ligação da parede da caixa de escadas com cobertura inclinada.....	97
Figura 44 – Delimitação das envolventes da FA - Método Detalhado	111
Figura 45 – Esquema da pala horizontal dos envidraçados interiores	121
Figura 46 – Esquema da pala vertical no envidraçado da sala.....	121
Figura 47 – Esquema da pala vertical na porta envidraçada	122
Figura 48 – Esquema da pala vertical no envidraçado da cozinha.....	122
Figura 49 – Esquema da pala horizontal no envidraçado do quarto com varanda	123
Figura 50 – Esquema da pala horizontal no envidraçado do quarto sem varanda.....	124
Figura 51 – Esquema da pala horizontal da envolvente opaca.....	131
Figura 52 – Tarifa para baixa tensão da EDP	141

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Zonamento climático de inverno em Portugal Continental de acordo com o RCCTE.....	18
Tabela 2 - Zonamento climático de inverno em Portugal Continental de acordo com a proposta de revisão	18
Tabela 3 - Zonamento climático inverno nas Regiões Autónomas de acordo com RCCTE	19
Tabela 4 - Zonamento climático de inverno nas Regiões Autónomas de acordo com a proposta de revisão	19
Tabela 5 - Zonamento climático de verão em Portugal Continental de acordo com ambos os regulamentos.....	20
Tabela 6 - Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento.....	21
Tabela 7 - Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente de edifícios.....	22
Tabela 8 - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o exterior	22
Tabela 9 - Transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis.....	23
Tabela 10 - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o solo	24
Tabela 11 - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes.....	26
Tabela 12 - Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento.....	26
Tabela 13 - Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento.....	29
Tabela 14 - Ganhos térmicos brutos na estação de aquecimento	29
Tabela 15 - Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento.....	32
Tabela 16 - Elementos da envolvente exterior ou com ENU's e elementos em contato com outra FA ou com edifício adjacente.....	33
Tabela 17 - Elementos em contato com o solo.....	34
Tabela 18 - Elementos interiores da FA em estudo, como no caso de paredes e pavimentos interiores.....	34
Tabela 19 - Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento	37

Tabela 20 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento.....	37
Tabela 21 - Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento	42
Tabela 22 - Necessidades nominais de energia primária.....	45
Tabela 23 - Energia útil necessária para a produção de AQS durante um ano	46
Tabela 24 - Fatores de conversão entre energia útil e energia primária	47
Tabela 25 - Coeficiente de redução de perdas.....	50
Tabela 26 - Perdas de calor por elementos em contato com o solo	52
Tabela 27 - Coeficientes de transmissão térmica linear.....	53
Tabela 28 - Potência dos ventiladores	57
Tabela 29 - Eficiência dos sistemas técnicos de acordo com a NT-SCE-01	58
Tabela 30 - Eficiência dos sistemas técnicos de acordo com proposta de revisão	60
Tabela 31 - Valores limites das necessidades nominais de energia útil para aquecimento .	62
Tabela 32 - Valores limites das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento	63
Tabela 33 - Número convencional de ocupantes em função da tipologia de cada FA.....	65
Tabela 34 – Área útil de Pavimento (Ap) – Método Detalhado	77
Tabela 35 – Área útil de Pavimento (Ap) – Método Simplificado	78
Tabela 36 - Área dos vãos envidraçados.....	78
Tabela 37 - Área das paredes exteriores e das paredes para ENU	79
Tabela 38 - Valores do coeficiente de redução de perdas, τ - Método Detalhado	82
Tabela 39 - Valores do coeficiente de redução de perdas, τ - Método Simplificado	84
Tabela 40 - Classificação energética de edifícios	105
Tabela 41 - Necessidades nominais de aquecimento.....	106
Tabela 42 - Necessidades nominais de arrefecimento	106
Tabela 43 - Necessidades nominais para preparação de AQS.....	106
Tabela 44 - Necessidades nominais para energia primária	106
Tabela 45 - Levantamento dimensional.....	108
Tabela 46 - Coeficientes de redução de perdas, btr - Método Detalhado	110
Tabela 47 - Coeficientes de redução de perdas, btr - Método Simplificado	112
Tabela 48 - U das paredes exteriores.....	113
Tabela 49 – U das paredes para ENU's	113
Tabela 50 – U dos envidraçados exteriores.....	113
Tabela 51 – U dos envidraçados interiores	113
Tabela 52 - Necessidades nominais para a estação de aquecimento	136

Tabela 53 - Necessidades nominais para a estação de arrefecimento.....	136
Tabela 54 - Necessidades nominais para energia primária	136
Tabela 55 - Características das janelas SEEP fornecidas pelas empresas contactadas	140
Tabela 56 - Análise económica para as janelas SEEP (RCCTE)	142
Tabela 57 - Análise económica para as janelas SEEP (Proposta de Revisão)	143
Tabela 58 - Caraterísticas dos coletores solares térmicos	144
Tabela 59 - Necessidades nominais para a estação de aquecimento	146
Tabela 60 - Necessidades nominais para a estação de arrefecimento.....	146
Tabela 61 - Necessidades nominais para preparação de AQS	146
Tabela 62 - Necessidades nominais para energia primária	147
Tabela 63 - Perdas térmicas associadas à FA (RCCTE)	147
Tabela 64 - Perdas associadas à envolvente interior da FA (RCCTE)	148
Tabela 65 - Necessidades nominais para a estação de aquecimento	148
Tabela 66 - Necessidades nominais para a estação de arrefecimento.....	149
Tabela 67 - Necessidades nominais para energia primária	149
Tabela 68 - Perdas térmicas associadas à FA (Proposta de Revisão)	149
Tabela 69 - Perdas associadas à envolvente interior da FA (Proposta de Revisão)	150

Lista de Abreviaturas

ADENE - Agência para a energia

AQS - Águas quentes sanitárias

CO₂ - Dióxido de carbono

DCR - Declaração de Conformidade Regulamentar

EM - Estados Membros

ENU - Espaço não útil

FA - Fração autónoma

FEE - Fundo de Eficiência Energética

FF - Fator de forma

GD - Graus-dias de aquecimento

GEE - Gases de efeito de estufa

INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NZEB - Net Zero-Energy Buildings

PQ - Peritos qualificados

PTL - Ponte térmica linear

PTP - Ponte térmicas plana

RCCTE - Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios

RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios

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

U - Coeficiente de transmissão térmica superficial [W/(m².°C)]

UE - União Europeia

X - Fator de orientação para as diferentes exposições

A_p - Área útil de pavimento [m^2]

E_{solar} - Contribuição de sistemas de coletores solares na produção de AQS [kWh.ano]

H_{adj} - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes [$W/^\circ C$]

N_a - Valor limite das necessidades nominais de energia para preparação de AQS [kWh/ m^2 .ano]

N_{ac} - Necessidades nominais anuais de energia para preparação de AQS [kWh/ m^2 .ano]

N_i - Valor limite das necessidades nominais de energia útil para aquecimento [kWh/ m^2 .ano]

N_{ic} - Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento [kWh/ m^2 .ano]

N_t - Valor limite das necessidades nominais de energia primária [Kgep/ m^2 .ano ou kWh_{ep}/ m^2 .ano]

N_{tc} - Necessidades nominais de energia primária [Kgep/ m^2 .ano ou kWh_{ep}/ m^2 .ano]

N_v - Valor limite das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento [kWh/ m^2 .ano]

N_{vc} - Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento [kWh/ m^2 .ano]

P_d - Pé direito [m]

Q_V ou $Q_{ve,i}$ - Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento [kWh]

Q_a - Energia útil despendida com sistemas convencionais de preparação de AQS [kWh.ano]

Q_{ext} ou H_{ext} - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o exterior [$W/^\circ C$]

Q_{gu} ou $Q_{gu,i}$ - Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento [kWh]

Q_{tna} e H_{enu} - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com espaços não úteis [$W/^\circ C$]

Q_{pe} ou H_{ecs} - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o solo [$W/^\circ C$]

Q_t ou $Q_{tr,i}$ - Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente de edifícios [kWh]

R_{ph} - Taxa de renovação horária nominal [h^{-1}]

R_{se} - Resistência térmica superficial exterior [$m^2 \cdot ^\circ C$] /W]

R_{si} - Resistência térmica superficial interior [$m^2 \cdot ^\circ C$] /W]

γ - Relação entre os ganhos totais brutos e as perdas térmicas totais do edifício

η - Fator de utilização de ganhos térmicos

τ ou btr - Coeficiente de redução de perdas térmicas para espaços não aquecidos

ψ - Coeficiente de transmissão térmica linear [W/($m \cdot ^\circ C$)]

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Enquadramento

Numa era pautada pela aceleração do aquecimento global e pelo declínio económico, social e ambiental, a eficiência energética apresenta-se como um vetor estratégico para a sustentabilidade. De facto, a sua implementação depende muito do lado da procura e como tal é necessário uma mudança de paradigma e de visão política e estratégica [1].

Esta realidade tem vindo, cada vez mais, a ser alterada com a introdução/integração de soluções e sistemas com recurso a fontes de energia renováveis, reduzindo a nossa dependência na utilização de combustíveis fósseis. No entanto, Portugal ainda possui uma elevada dependência externa em combustíveis fósseis, sendo a energia elétrica responsável por cerca de 25% do consumo final de energia [1].

Na Europa, os edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo total de energia e 36% das emissões de CO₂ e as previsões apontam para um aumento do consumo de energia neste sector. Pelo que, a racionalização do seu consumo e utilização de energia proveniente de fontes renováveis constituem importantes medidas que são necessárias implementar para reduzir a dependência energética e as emissões de CO₂. O potencial na mitigação das emissões de CO₂ nos edifícios pode ser significativamente reduzido através de uma análise integrada das diversas especialidades intervenientes no projeto, muitas vezes com reduzidos, ou mesmo, nenhuns custos adicionais, quando efetuada uma análise da vida útil das medidas aplicadas [1].

Sendo assim, dada a necessidade de reduzir os consumos energéticos dos edifícios, a União Europeia, através da Diretiva Europeia 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, também designada por EPBD - *Energy Performance of Buildings Directive*, impôs aos seus Estados Membros, EM, a aplicação de regulamentações térmicas relativas ao desempenho energético de edifícios. Em Portugal, encontra-se em vigor, até 1 de Dezembro de 2013, o Decreto-Lei nº80/2006 - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) que estabelece requisitos de qualidade para: novos edifícios de habitação e grandes reabilitações, para pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização, sendo que posteriormente à sua publicação surgiu o método de cálculo simplificado no âmbito do RCCTE para edifícios existentes, de acordo o Despacho nº11020/2009, formalizando assim a Nota Técnica NT-SCE-01.

No entanto, apesar de todas as exigências impostas pela da Diretiva Europeia 2002/91/CE, alguns EM, foram pouco ambiciosos na definição dos seus requisitos e alguns não chegaram sequer a completar o processo de transposição da diretiva. Assim, em Maio de 2010 os EM assinaram uma reformulação desta diretiva, a Diretiva 2010/31/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação), que impõe medidas ainda mais rígidas do que o anterior documento.

Os EM deviam transpor a Diretiva 2010/31/CE até ao final de 2012, sendo que em Portugal a sua implementação se encontra atrasada. O eventual incumprimento da Diretiva para os edifícios, espelhado na revisão da regulamentação térmica, está a criar controvérsia. À medida que o tempo passa, a indignação e o desconforto aumentam, sobre o Decreto-Lei que ainda não é oficial mas que já é conhecido no meio. Começam a tomar-se posições e a extremar pontos de vista. Em causa estão algum facilitismo, mudanças de competências, eliminação de processos e muitas dúvidas. A confirmarem-se algumas irregularidades,

Portugal compromete o acesso a fundos para a reabilitação energética e põe em causa a eficiência energética no nosso país [2].

1.2. Objetivos

O objetivo principal passa pelo estudo da nova proposta de revisão do RCCTE, que ainda não se encontra em vigor, mas que foi disponibilizada pela ADENE aos Peritos Qualificados, PQ. Este estudo teve como âmbito de aplicação edifícios existentes, analisando uma série de parâmetros considerados importantes na eficiência energética dos edifícios, de forma a detetar em que medida influenciam o desempenho energético e qual a sua importância na classificação energética final dos edifícios ou frações.

Efetuiu-se um estudo comparativo entre o RCCTE (2006) com a nova proposta de revisão (2013), bem como a influência das simplificações inerentes ao método simplificado de certificação energética para edifícios existentes (2009).

Por fim elaborou-se uma análise comparativa entre as várias metodologias existentes, realizou-se uma proposta de melhoria e uma análise económica de forma a determinar o desempenho energético-económico das várias soluções analisadas

Assim, através do presente estudo, será possível compreender, em termos do cálculo das diferentes necessidades de energia e da classificação energética, quais as implicações que resultam da alteração de abordagem e métodos de cálculo associados à legislação e se a mesma será alterada de acordo com as novas metodologias propostas.

1.3. Metodologia de trabalho

Foi analisada uma fração autónoma, FA, de um edifício de habitação multifamiliar existente no concelho de Gondomar, freguesia de Valbom, para ser avaliada termicamente. Foram realizados todos os cálculos e o levantamento de dados necessários para a determinação da sua classe energética.

Foi utilizada uma cópia existente da planta da habitação e foi elaborado um levantamento dimensional no local. Ainda foi efetuado um levantamento fotográfico das fachadas do edifício de habitação, bem como da FA.

A recolha referida teve o objetivo de compilar e estruturar a informação necessária para o cálculo das necessidades de energia, aplicando diferentes metodologias.

Posteriormente, procedeu-se à quantificação das necessidades energéticas da habitação, no sentido de determinar a classificação energética e realizou-se ainda uma análise de soluções de melhoria a adotar de forma a otimizar a classe energética da FA, para a legislação em vigor e para a proposta de revisão.

1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação é composta por cinco capítulos.

No capítulo 1 são abordados o enquadramento do trabalho desenvolvido, os objetivos, a metodologia bem como a forma de organização adotada.

No capítulo 2 é apresentado o tema da regulamentação térmica de edifícios em Portugal, em que são abordadas as diretivas europeias relativas ao desempenho energético de edifícios, bem como o RCCTE, a Nota Técnica para a certificação de edifícios existentes, NT-SCE-

01, e a nova proposta de revisão do RCCTE que ainda não é oficial, mas que já se encontra disponível na página da ADENE para os PQ. É ainda feita uma abordagem comparativa entre o RCCTE e a NT-SCE-01 com a nova proposta.

No Capítulo 3 é apresentado o caso de estudo. Inicialmente é feita uma descrição da FA em estudo e de seguida é aplicado o RCCTE, a Nota Técnica NT-SCE-01 e ainda a nova proposta de revisão.

No capítulo 4 é proposto um conjunto de medidas de melhoria de desempenho térmico e uma análise económica das mesmas, para as várias metodologias aplicadas à FA.

No Capítulo 5, o último desta dissertação, são apresentadas as conclusões gerais desta dissertação, sendo também apresentada uma proposta de desenvolvimento futuro.

Capítulo 2 - Regulamentação Térmica de Edifícios em Portugal

2.1. Diretiva Europeia 2002/91/CE [3,4,5,6]

A Diretiva Europeia 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, usualmente designada por Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), relativa ao desempenho energético de edifícios, foi aprovada a 16 de Dezembro de 2002 e entrou em vigor a 4 de Janeiro de 2003, com a sua publicação no Jornal Oficial das Comunidades Europeias tendo como destinatários os EM da União Europeia, UE.

A EPBD era o principal instrumento para uma abordagem global dos edifícios tendo em conta a utilização eficiente da energia neste setor, uma vez que estes são responsáveis pelo consumo de cerca de 40% da energia total consumida na UE. Apresentava como principal objetivo promover o aumento da eficiência energética nos edifícios, tendo em atenção as condições climatéricas externas e as condições locais, bem como as exigências em matéria orgânica e rentabilidade económica. Com o aumento da eficiência energética dos edifícios, o consumo de energia e a emissão de gases de efeito de estufa, GEE, serão mais baixos, constituindo assim uma parcela importante para o cumprimento do Protocolo de Quioto.

Esta diretiva não definia níveis à escala da UE mas exigia que os EM aplicassem, com base no enquadramento geral estabelecido no anexo da mesma, uma metodologia a nível nacional ou regional, para o cálculo do desempenho energético dos edifícios, desempenho esse que deverá ser expresso de forma clara e devendo incluir um indicador de emissão de CO₂. Os EM deviam ainda garantir que fossem estabelecidos um conjunto de requisitos mínimos em relação ao desempenho energético dos edifícios, quer para os novos edifícios quer para os

edifícios existentes que fossem sujeitos a importantes obras de renovação, sendo que cada um podia ir além dos requisitos mínimos estabelecidos na diretiva e fixar metas mais ambiciosas.

Estabelecia ainda que os EM deviam assegurar que, aquando da construção, da venda e do arrendamento de um edifício, fosse fornecido um certificado de desempenho energético ao proprietário, ou por este ao potencial comprador ou arrendatário, conforme fosse o caso. A validade do certificado não devia ser superior a 10 anos. Além disso, o certificado de desempenho energético, devia incluir valores de referência para que os consumidores pudessem comparar e avaliar o desempenho energético do edifício, bem como também deveria ser acompanhado de um conjunto de recomendações relativas à melhoria do desempenho energético, sob condições de rentabilidade económica. Os certificados deviam ser claros e seguir um padrão, uma vez que deviam ser perceptíveis até para um proprietário ou comprador menos experiente. Deviam assim, ser facilmente decifráveis, havendo no entanto a necessidade de conterem informação significativa e de terem uma boa apresentação dos resultados da certificação.

Surgia também com esta diretiva, a figura dos PQ, que teriam qualificação adicional para técnicos responsáveis pela certificação.

No que dizia respeito à redução do consumo de energia e à limitação das emissões de dióxido de carbono, deviam os EM estabelecer as medidas necessárias para inspeção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e avaliação da instalação de aquecimento, quando as caldeiras tivessem mais de 15 anos.

2.1.1. Implementação da Diretiva Europeia 2002/91/CE em Portugal

[6,7,23,24]

A 4 de Abril de 2006, Portugal formalizou a transposição da EPDB para a legislação nacional com a publicação de três Decretos-Lei no Diário da República Portuguesa, que no seu conjunto fazem a transposição completa da Diretiva:

- Decreto-Lei n.º 78/2006 – Cria o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) e as respetivas regras de funcionamento – artigos 7 e 10 da Diretiva;
- Decreto-Lei n.º 79/2006 – Versão revista do RSECE (Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios), que inclui disposições para a inspeção regular de caldeiras e equipamentos de ar condicionado – artigos 8 e 9 da Diretiva;
- Decreto-Lei n.º 80/2006 – Versão revista do RCCTE (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) – artigos 3 a 6 da Diretiva.

O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) entrou em vigor a 1 de Julho 2007, data que marcou uma nova fase na legislação de eficiência energética nos edifícios em Portugal publicada em 2006. O SCE funciona em conjunto com os outros dois documentos, RCCTE e RSECE, e apresenta como principais objetivos economizar energia e garantir o conforto térmico e a qualidade do ar interior nos edifícios, sendo a ADENE a entidade gestora deste processo, existindo ainda mais duas entidades gestoras: a Direção Geral de Energia e Geologia e a Agência Portuguesa para o Ambiente.

Até estar totalmente implementado em Janeiro de 2009, data em que todos os edifícios devem estar abrangidos pelo sistema, como edifícios novos, grandes remodelações de edifícios

existentes, grandes edifícios não residenciais existentes e todos os edifícios que sejam vendidos ou alugados (incluindo arrendamento), o faseamento de implementação do SCE foi dividido em 3 fases:

- Na primeira fase só estavam abrangidos pelo SCE os novos edifícios residenciais e os não residenciais com uma área superior a 1000m² e cujos pedidos de licenciamento ou autorização de edificação fossem apresentados à entidade competente a partir de 1 de Julho de 2007;
- A segunda fase entrou em vigor a 1 de Julho de 2008 e abrangia todos os edifícios novos, independentemente da área;
- A terceira fase entra em vigor a 1 de Janeiro de 2009 e abrangia todos os edifícios, de habitação ou comércio, que fossem vendidos ou arrendados depois de Janeiro de 2009 e que deviam ter um Certificado de Eficiência Energética, que incluía informação sobre o nível de eficiência energética edifício.

O certificado energético é o aspeto mais visível do SCE. Este documento permitiu atribuir uma classe de desempenho energético a edifícios residenciais e não residenciais, identificando também medidas de melhoria do desempenho energético destes.

A classificação energética dos edifícios residenciais e não residenciais é efetuada atribuindo uma classe numa escala de eficiência que varia de A+ (alta eficiência) a G (baixa eficiência). Esta escala é semelhante à usada atualmente em alguns eletrodomésticos e equipamentos, tendo-se optado por uma subdivisão das classes A e B nas classes A+, A, B, B-, de modo a melhorar a diferenciação entre os edifícios novos, permitindo uma fácil leitura e interpretação pelo consumidor.

2.2. Decreto-Lei n.º80/2006 – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [8,9,10]

O Decreto-lei n.º80/2006, de 4 de Abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), estabelece requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação, pequenos edifícios de serviços, cuja área seja inferior a 1000m² com exceção de centros comerciais, hipermercados supermercados e piscinas cobertas, em que a área seja menor do que 500m², edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados ou cuja potência seja inferior a 25kW e para as grandes intervenções de remodelação ou de alteração da envolvente ou das instalações de preparação de AQS, independentemente de serem ou não, nos termos da legislação específica, sujeitos a licenciamento ou autorização no território nacional. Este regulamento não se aplica a:

- Edifícios ou frações autónomas destinados a serviços que pelas suas características se destinam a estar frequentemente abertos ao exterior;
- Edifícios utilizados como locais de culto bem como edifícios para fins industriais;
- Intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios em zonas históricas ou em edifícios classificados, sempre que se verifiquem incompatibilidades com as exigências deste regulamento;
- Infraestruturas militares e os imóveis afetos ao sistema de informações ou a forças de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade.

O processo de certificação energética no âmbito do SCE, de qualquer edifício ou fração autónoma de edifício existente, passou a ser obrigatório a partir do dia 1 de Janeiro de 2009, aquando da celebração de contratos de venda e de locação, incluindo o arrendamento.

Nesse processo de certificação energética para edifícios existentes, poderá ser aplicada a

metodologia simplificada preconizada na Nota Técnica “Método de Cálculo para a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE”, publicada pela ADENE na sua página (de acordo com o estabelecido no Despacho n.º 10250/2008).

É ainda de salientar de que no processo de licenciamento previsto neste Decreto-Lei é necessária a introdução dos PQ em dois momentos distintos:

- Na fase de licenciamento, juntamente com o projeto de verificação do RCCTE é entregue na respetiva Câmara Municipal uma Declaração de Conformidade Regulamentar, DCR, elaborada pelo PQ através da sua própria página disponibilizada no site da ADENE;
- Na fase de licença de utilização, o PQ emitirá o respetivo certificado energético.

Assim, este faseamento das verificações é mais exigente do que o preconizado na diretiva europeia, em que estava prevista uma intervenção do PQ aquando da licença de utilização, ou seja, na fase em que o edifício já se encontra concluído.

2.3. Despacho nº11020/2009 - Método de Cálculo Simplificado para a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE (NT-SCE-01) [11]

A Nota Técnica NT-SCE-01, denominada de “Método de Cálculo Simplificado para a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE”, publicada em Diário da República a 30 de Abril de 2009, veio introduzir a metodologia a aplicar pelos PQ no âmbito da sua análise a edifícios existentes, estando integrada na terceira e última fase do SCE, tendo entrado em vigor a 1 de Janeiro de 2009.

Esta metodologia apresenta-se como um método de aplicação simplificado em alternativa ao método preconizado no Decreto-lei nº80/2006, sendo entendido como uma forma de

representar de um modo aligeirado o desempenho energético do imóvel tendo em vista a emissão do correspondente certificado energético e resultou do fato de muitas vezes não existir informação suficiente para a aplicação de uma metodologia tao detalhada como a preconizada no Decreto-Lei nº80/2006.

2.4. Diretiva Europeia 2010/31/CE [12,13,14,15]

A Diretiva Europeia 2010/31/CE do Parlamento Europeu e do Conselho substitui, altera e reformula a Diretiva 2002/91/CE, de 16 de Dezembro, usualmente designada por EPBD, relativa ao desempenho energético de edifícios. A nova Diretiva foi aprovada a 19 de Maio de 2010 e entrou em vigor no vigésimo dia seguinte ao da sua publicação no Jornal Oficial das Comunidades Europeias, a 18 de Junho de 2010, tendo como destinatários os EM da UE, que deveriam transpor a nova Diretiva até ao final de 2012.

A reformulação desta Diretiva Europeia estabelece regras que são mais exigentes do que as presentes na anterior diretiva. Uma das principais imposições da nova diretiva refere-se a requisitos mínimos de desempenho energético dos edifícios ou das FA, mais exigentes, a fim de alcançar níveis ótimos de rentabilidade, requisitos esses que têm que ser estabelecidos numa ótica de custo mínimo ao longo de um ciclo de vida longo, perdendo os EM alguma liberdade para fixar os requisitos regulamentares, sendo obrigados a adotar níveis mais ambiciosos.

A reformulação de 2010 da Diretiva Europeia, estabelece objetivos ambiciosos, nomeadamente a obrigação de os edifícios novos serem “nearly-zero Energy” (NZEB), ou seja, edifícios com necessidades quase nulas de energia. Estes edifícios apresentam um desempenho energético muito elevado, sendo que as necessidades de energia quase nula

deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades. Os EM devem assegurar que até 31 de Dezembro de 2020 todos os edifícios sejam NZEB sendo que para todos os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas devem ser NZEB até 31 de Dezembro de 2018. A Comissão incentiva o aumento do número de edifícios deste tipo através da aplicação de planos nacionais que incluam: a descrição da forma como a definição de edifícios com necessidades quase nulas de energia é aplicada pelo EM, os objetivos intermédios para melhorar o desempenho energético dos edifícios novos, até 2015, as informações sobre as políticas e as medidas financeiras adotadas para incentivar a melhoria do desempenho energético dos edifícios.

Em Março de 2007 o Conselho Europeu sublinhou a necessidade de aumentar a eficiência energética na União a fim de alcançar o objetivo de redução de 20 % do consumo de energia até 2020 e apelou a uma aplicação rápida e completa das prioridades estabelecidas na Comunicação da Comissão intitulada “Plano de Ação para a Eficiência Energética: Concretizar o Potencial”. Este objetivo (EU-20-20-20) em 2020 consiste na redução de 20% nas emissões de GEE, utilização de 20% de energia proveniente de fontes renováveis e o aumento de 20% na eficiência energética.

A Diretiva 2002/91/CE exigia requisitos mínimos para os novos edifícios, para grandes renovações (com mais de 1000m² de área útil) e para ampliações. Na nova Diretiva 2010/31/CE, todas as renovações passam a estar abrangidas, sendo que o limite de 1000m² terá de desaparecer depois de 2012. Assim sendo, o conceito de “grande renovação” desaparece e há que aproveitar todas as oportunidades de poupança de energia, por mais pequenas que sejam, quer em intervenções na envolvente, quer nos sistemas de aquecimento, arrefecimento, ventilação, preparação de AQS, etc.

Os certificados energéticos, obrigatórios para novos edifícios, venda e aluguer de edifícios existentes, e com afixação nos grandes edifícios frequentemente visitados pelo público, só têm valor quando incluírem boas recomendações de melhoria, sendo que só há poupança se as medidas de melhoria forem implementadas. Os EM são encorajados a fazer campanhas e oferecer incentivos para que as medidas de melhoria sejam implementadas regularmente. A afixação dos certificados nos edifícios públicos deve ser visível e em cada vez maior número de edifícios, sendo que o limite de 1000m² da Diretiva de 2002/91/CE reduz-se nesta nova diretiva para 500m² em 2012 e para 250m², em Julho de 2015.

Os EM têm que estabelecer e implementar um plano “ambicioso” para reabilitar o parque de edifícios existentes, sendo que esta é uma grande questão em aberto da nova Diretiva, porque os níveis de exigência irão certamente variar entre os EM e a tipologia de edifícios. Este aspeto exigirá grandes investimentos e sistemas de financiamento para os setores público e privado, mas também será necessária inovação para fazer reabilitação em grande escala.

2.5. Proposta de revisão do RCCTE [16]

Com a entrada em vigor da Diretiva Europeia 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, surgiu a necessidade de transpor para direito nacional as imposições da referida Diretiva, criando as condições necessárias e favoráveis a uma revisão da legislação nacional de 2006.

Para elaborar este trabalho foi consultado o documento disponibilizado pela ADENE aos PQ. A orientadora desta dissertação, em virtude de ser PQ e formadora de PQ, forneceu os conhecimentos necessários para o desenvolvimento deste estudo. Entretanto, foi

disponibilizado a 20 de agosto o Decreto-Lei n.º 118/2013, aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e a Lei n.º 58/2013 que aprova os requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito qualificado para a certificação energética e de técnico de instalação e manutenção de edifícios e sistemas, mas, no entanto, ainda não se encontram oficializadas em Diária da República as restantes portarias e despachos, necessários à aplicação da nova proposta, pelo que se optou por redigir este texto de acordo com o documento disponibilizado pela ADENE.

A proposta de revisão da legislação nacional de 2006 envolve alterações a vários níveis, entre os quais se destaca a modificação da sua estrutura, sendo que esta irá integrar o SCE, RCCTE e RSECE num único diploma, promovendo assim uma harmonização de conceitos e terminologias e facilitando a sua interpretação.

A definição de requisitos e a avaliação de desempenho de edifícios de habitação tem o comportamento térmico e eficiência dos sistemas como aspetos fundamentais, definindo princípios gerais para cada um, concretizados em requisitos específicos para as situações de edifícios novos, edifícios sujeitos a intervenção e edifícios existentes. Estes requisitos irão sendo mais exigentes ao longo do tempo, estabelecendo-se metas a atingir na data de entrada em vigor, a partir de 1 de junho de 2016 e a partir de 1 de janeiro de 2021.

A proposta de revisão estabelece os requisitos para os edifícios de habitação, novos e intervenções, bem como os parâmetros e as metodologias com vista à caracterização do desempenho energético em condições nominais, de todos os edifícios de habitação e dos seus sistemas técnicos, no sentido de promover a melhoria do respetivo comportamento térmico, da eficiência dos seus sistemas técnico e minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente.

Apresenta como âmbito de aplicação todos os edifícios destinados a habitação nas seguintes condições:

- Projeto e construção de novos edifícios;
- Intervenção na envolvente e/ou sistemas técnicos de edifícios existentes;
- Avaliação de desempenho energético dos edifícios novos, sujeitos a grande intervenção e existentes, no âmbito do SCE.

A aplicação deste método de cálculo deve, no caso de edifícios de habitação multifamiliar, ser verificada para cada FA, ou para cada FA prevista no caso de se tratar de um edifício em projeto ou em construção. No caso de edifícios de habitação constituídos por corpos, deve verificar-se a sua aplicação para cada corpo. Se se tratar de edifícios mistos, a deve ser feita a verificação para as frações destinadas a habitação, independentemente da aplicação do RSECE às restantes frações ou partes do edifício.

Estão excluídos da aplicação da proposta de revisão do RCCTE, os edifícios de habitação não destinados a habitação, bem como edifícios oficialmente protegidos como parte de um ambiente classificado ou devido ao seu valor arquitetónico ou histórico especial, na medida em que o cumprimento de certos requisitos mínimos de desempenho energético poderia alterar de forma inaceitável o seu carácter ou o seu aspeto.

2.6. Análise comparativa dos Regulamentos e da Nota Técnica [8,11,16]

2.6.1. Zonamento climático

Na proposta de revisão, o zonamento climático é baseado na nomenclatura das unidades territoriais estatísticas de nível 3 (NUTS III), em que a composição por municípios tem por

base o Decreto-Lei n.º68/2008, que já foi alterado entretanto pelo Decreto-Lei n.º85/2009 e pela Lei n.º24/1010.

Em ambos os regulamentos, o país encontra-se dividido em três zonas climáticas de inverno (I1, I2 e I3) e em três zonas climáticas de verão (V1, V2 e V3), sendo que existe uma pequena alteração relativamente às zonas de verão, uma vez que na proposta de revisão estas não se encontram divididas em região Norte e região Sul, ao contrário do que acontece no RCCTE.

De acordo com ambos os regulamentos, o zonamento climático de inverno é ajustado, embora de forma diferente, para altitudes elevadas, da seguinte forma:

- No RCCTE, em Portugal Continental:

Tabela 1 – Zonamento climático de inverno em Portugal Continental de acordo com o RCCTE

Zona climática	Altitude do local (m)	Zona climática a considerar
I1	$z > 400$ e $z < 600$	I2
	$z > 600$	I3
I2	$z > 600$	I3

- Na proposta de revisão, em Portugal Continental

Tabela 2 - Zonamento climático de inverno em Portugal Continental de acordo com a proposta de revisão

Zona climática	Altitude do local (m)	Zona climática a considerar
I1, I2 ou I3	$z > 600$	I3

- No RCCTE, o quadro do zonamento climático não engloba as Regiões Autónomas, sendo que as zonas climáticas de Inverno são determinadas da seguinte forma:

Tabela 3 - Zonamento climático de inverno nas Regiões Autónomas de acordo com o RCCTE

	Altitude do local (m)	Zona climática a considerar
Região Autónoma dos Açores	$z < 600$	I1
	$z > 600$ e $z < 1000$	I2
	$z > 1000$	I3
Região Autónoma dos Madeira	$z < 800$	I1
	$z > 800$ e $z < 1100$	I2
	$z > 1100$	I3

- Na proposta de revisão, o quadro do zonamento climático engloba as Regiões Autónomas, sendo essas zonas ajustadas mediante a altitude do local da seguinte forma, para ambas as Regiões Autónomas:

Tabela 4 - Zonamento climático de inverno nas Regiões Autónomas de acordo com a proposta de revisão

Zona climática	Altitude do local (m)	Zona climática a considerar
I1 ou I2	$z > 600$ e $z < 1000$	I2
I1, I2 ou I3	$z > 1000$	I3

Como acontece no zonamento climático de inverno, também o zonamento climático de verão é ajustado para elevadas altitudes da seguinte forma:

- Para Portugal Continental, em ambos os regulamentos o zonamento é ajustado da seguinte forma:

Tabela 5 - Zonamento climático de verão em Portugal Continental de acordo com ambos os regulamentos

Zona climática	Altitude do local (m)	Zona climática a considerar
V2 ou V3	$z > 600$ e $z < 800$	V2
	$z > 800$	V1

- No RCCTE, nas Regiões Autónomas é considerado zonamento climático V1, independentemente da altitude e da Região Autónoma em causa;
- Na proposta de revisão, aplica-se o mesmo ajuste do zonamento climático de verão que se aplica para Portugal Continental;

2.6.2. Parâmetros climáticos

Na proposta de revisão, os parâmetros climáticos são apresentados num novo subcapítulo, sendo divididos para a estação de aquecimento e arrefecimento em tabelas distintas, enquanto no RCCTE são apresentados num quadro, que apresenta a zona climática e os parâmetros climáticos discriminado por concelhos, para ambas as estações, sendo depois complementado com dois quadros adicionais onde constam os ganhos a sul, G_{sul} , para a estação de aquecimento, e a temperatura média, $\theta_{médio}$, e intensidade de radiação solar, I_R , para a estação de arrefecimento.

Outra diferença nos regulamentos, no que respeita aos parâmetros climáticos, está nas correções em função da altitude. No RCCTE, as correções de altitude apenas são feitas para locais com altitudes acima dos 600m. Na proposta de revisão, os valores dos parâmetros climáticos são obtidos a partir de valores de referência definidos para cada NUTS III sendo alguns corrigidos de acordo com a altitude do local. Estas correções de altitude são do tipo

linear com declive, proporcionais entre a altitude do local e uma altitude de referência de acordo com a seguinte expressão:

$$X = X_{REF} + a \times (z - z_{REF}) \quad (1)$$

em que:

X_{REF} é o valor de referencia do parâmetro climático em causa;

a é o declive do local;

z é a altitude do local;

z_{REF} é a altura de referencia para cada NUTS III

2.6.3. Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

As necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento, N_{ic} , correspondem à energia útil que é necessário fornecer para manter $1m^2$ de uma habitação a uma temperatura de referência ao longo de toda a estação convencional de aquecimento. Em ambos os regulamentos, estas necessidades são determinadas de acordo com as disposições da norma europeia EN ISO 13790.

O valor de N_{ic} é determinado através da expressão da Tabela 6, sendo semelhante para ambos os regulamentos, diferindo apenas a nomenclatura atribuída a cada parâmetro.

Tabela 6 - Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
$N_{ic} = \frac{Q_t + Q_V - Q_{gu}}{A_p}$	$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p}$

Para se obter o valor relativo às necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento, N_{ic} , é necessário efetuar os cálculos explicados nos pontos seguintes.

2.6.3.1. Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente de edifícios

A transferência de calor por transmissão pela envolvente é contabilizada por quatro parcelas distintas como se pode constatar na Tabela 7.

Tabela 7 - Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente de edifícios

RCCTE	Proposta de Revisão
$Q_t = Q_{ext} + Q_{tna} + Q_{pe} + Q_{pt}$	$Q_{tr,i} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i}$ <p>em que:</p> $H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs}$

Assim, é necessária a determinação dos seguintes fatores:

- Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o exterior, Q_{ext} e H_{ext} ;

Tabela 8 - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o exterior

RCCTE	Proposta de Revisão
$Q_{ext} = 0,024 \times U \times A \times GD$	$H_{ext} = \sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j]$

Existe uma pequena diferença, uma vez que, na proposta de revisão, as pontes térmicas lineares, PTL, dos elementos em contato com o exterior são englobados na expressão

anterior, ao contrário do que acontece no RCCTE, em que as PTL são calculadas individualmente através do parâmetro, Q_{pt} , como se poderá verificar mais à frente. No entanto, a metodologia de cálculo das PTL é igual em ambos os regulamentos, embora com diferentes valores para os coeficientes de transmissão térmica lineares, ψ , sendo que no RCCTE, para além do tipo de ligação e do posicionamento do isolamento térmico, interferem em alguns casos a profundidade da fachada, a espessura de parede ou de laje e também a espessura de isolamento térmico, enquanto a proposta de revisão enquadra apenas o tipo de ligação e o posicionamento do isolamento térmico, tornando assim mais simples a determinação do coeficiente ψ .

De referir ainda que, no RCCTE, no caso de PTL não consideradas nos respetivos quadros presentes no regulamento, como por exemplo na inexistência de isolamento térmico, pode utilizar-se um valor convencional de $\psi = 0,5 \text{ W/m} \times \text{°C}$. Na proposta de revisão não é feita nenhuma referência relativamente a este aspeto, uma vez que este regulamento, provavelmente, parte do princípio que os novos edifícios possuem sempre isolamento térmico.

- Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com espaços não úteis, Q_{tna} e H_{enu} ;

Tabela 9 - Transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis

RCCTE	Proposta de Revisão
$Q_{tna} = 0,024 \times U \times A \times GD \times \tau$	$H_{enu} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$

Tal como acontece na transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o exterior, no cálculo da transferência de calor através dos elementos da envolvente em

contato com espaços não úteis, ENU, na proposta de revisão, as PTL também estão englobadas na expressão anterior.

O coeficiente de redução de perdas, τ ou b_{tr} , caso não exista a possibilidade de conhecer a temperatura do espaço não útil, é determinado, em ambos os regulamentos, em função da área do elemento que separa a espaço útil do espaço não útil, A_i , e a área do elemento que separa o espaço não útil do ambiente exterior, A_u . No entanto, existem algumas diferenças na proposta de revisão, sendo que para além do A_i e do A_u é tido em conta o volume do espaço não útil, V_{enu} , bem como se o espaço não útil possui todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas, f , ou se o espaço não útil é permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas, F . Na nova proposta também não são definidos os tipos de ENU, como acontece no RCCTE. De referir ainda que a relação A_i/A_u , na nova proposta, apresenta um maior número de intervalos de variação para a determinação do coeficiente de redução de perdas térmicas.

A nomenclatura do coeficiente de redução de perdas é distinta, passando de τ , no RCCTE, para b_{tr} , na proposta de revisão.

- Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o solo, Q_{pe} e H_{ecs} ;

Tabela 10 - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com o solo

RCCTE	Proposta de Revisão
$Q_{pe} = 0,024 \times L_{pe} \times GD$ <p>em que:</p> $L_{pe} = \sum \Psi_j \times B_j$	$H_{ecs} = \sum_i [U_{bfi} \times A_i] + \sum_j [z_j \times P_j \times U_{bwj}]$

Como se pode verificar na Tabela 10, atualmente, para o cálculo da transferência de calor através de elementos em contato com o solo, Q_{pe} , é utilizado o valor das perdas unitárias de calor através dos elementos em contato com o terreno, L_{pe} , dependendo este parâmetro do coeficiente de transmissão térmica linear, ψ_j , e do perímetro do pavimento ou o desenvolvimento da parede, medida pelo interior, B_j . Na proposta de revisão, o cálculo do coeficiente de transferência de calor através de elementos em contato com o solo deve ser feito de acordo com a metodologia definida na EN ISO 13370, ou através da expressão da Tabela 10 em que, U_{bfi} é o coeficiente de transmissão térmica superficial do pavimento enterrado, A_i é a área, medida pelo interior, do pavimento em contato com o solo, z_j é a profundidade média enterrada da parede em contato com o solo, P_j o desenvolvimento total da parede em contato com o solo, medido pelo interior e por fim U_{bwj} que representa o coeficiente de transmissão térmica da parede em contato com o solo.

O coeficiente de transmissão térmica superficial do pavimento enterrado, U_{bfi} , é determinado através das tabelas presentes na proposta de revisão, em função da dimensão característica do pavimento, B' , da resistência térmica de todas as camadas do pavimento, excluindo as resistências térmicas superficiais, R_f e também da largura ou da profundidade do isolamento, D .

Relativamente ao coeficiente de transmissão térmica superficial de paredes em contato com o solo, U_{bw} , determina-se também a partir de tabela presente na proposta de revisão, em função da resistência térmica da parede, sem resistências térmicas superficiais, R_w , e depende da profundidade média enterrada da parede em contacto com o solo, z .

A quantificação destas perdas é feita de forma totalmente diferente nas duas metodologias de cálculo.

- Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes, H_{adj} .

Tabela 11 - Transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes

RCCTE	Proposta de Revisão
Este parâmetro está englobado no cálculo da transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis.	$H_{adj} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$

Este parâmetro aparece na proposta de revisão, sendo a metodologia de cálculo a mesma do que a transferência de calor através dos elementos da envolvente em contato com espaços não úteis.

2.6.3.2. Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento

As perdas de calor por ventilação correspondentes à renovação do ar interior durante a estação de aquecimento são calculadas de acordo com as expressões da Tabela 12, sendo idêntica para ambos os regulamentos como se pode contactar.

Tabela 12 - Transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
$Q_V = 0,024 \times (0,34 \times R_{ph} \times A_p \times P_d) \times GD$	$Q_{ve,i} = 0,024 \times GD \times H_{ve,i}$ <p>em que:</p> $H_{ve,i} = 0,34 \times R_{ph,i} \times A_p \times P_d$

Estas metodologias de cálculo diferem apenas na forma de determinação da taxa nominal de renovação de ar interior, R_{ph} .

Para a ventilação natural, a taxa de renovação de ar, R_{ph} , caso o edifício se encontre em conformidade com as disposições da norma NP 1037-1 o valor a adotar é de $0,6 \text{ h}^{-1}$, no caso do RCCTE, e de $0,65 \text{ h}^{-1}$ para a proposta de revisão, conforme faz referência a folha de cálculo disponibilizada pelo LNEC, apresentada no Anexo G.

No RCCTE, quer seja para ventilação natural ou para ventilação mecânica, a taxa de renovação de ar mínima necessária é de $0,6 \text{ h}^{-1}$, enquanto na proposta de revisão é de $0,4 \text{ h}^{-1}$ para a estação de aquecimento e de $0,6 \text{ h}^{-1}$ para a estação de arrefecimento.

De acordo com o RCCTE, no caso dos dispositivos de ventilação mecânica serem de funcionamento pontual, nomeadamente o exaustor da cozinha, considera-se que a ventilação é feita naturalmente uma vez que o exaustor só funciona durante períodos curtos de tempo, sendo que neste caso e nos restantes casos de edifícios ventilados naturalmente, o valor da R_{ph} é determinado em função da tipologia do edifício, da classe de exposição ao vento e da permeabilidade ao ar da sua envolvente, conforme o quadro IV.1 do regulamento. No caso de o edifício recorrer a sistemas de ventilação mecânica, de acordo com o RCCTE, a taxa da R_{ph} é calculada com base em, \dot{V}_f , sendo este o maior valor de caudal correspondente ao caudal insuflado \dot{V}_{ins} ou do caudal extraído, \dot{V}_{ev} .

$$\dot{V}_f = \text{Maior valor} \{ \dot{V}_{ins} ; \dot{V}_{ev} \} \quad (2)$$

Apesar da ventilação mecânica de um edifício, a ventilação natural contínua a estar presente, em maior ou menor grau, em função do grau de desequilíbrio entre os caudais insuflados e extraído mecanicamente. É necessário que a diferença entre estes valores seja superior $0,1 \text{ h}^{-1}$ no caso de edifícios de com exposição ao vento de $1, 0,25 \text{ h}^{-1}$ no caso de edifícios de com

exposição ao vento de 2 e de 0,50 h⁻¹ no caso de edifícios de com exposição ao vento de 3, para que o efeito da ventilação natural possa ser desprezado, sendo que, caso esta condição na seja cumprida, o valor de R_{ph} é determinado de acordo com a seguinte expressão:

$$R_{ph} = \frac{\dot{V}_f}{V} + \dot{V}_x \quad (3)$$

em que:

\dot{V}_x corresponde as infiltrações de ar pela envolvente em h⁻¹

V é o volume do edifício ou da FA em estudo.

Na proposta de revisão, caso o edifício não se encontre em conformidade com a norma NP 1037-1, no caso de edifícios com ventilação natural, ou da norma NP 1037-2, no caso de o edifícios com ventilação mecânica, a taxa da R_{ph} pode ser determinada da seguinte formas:

- De acordo com o método previsto na norma EN 15242, considerando o efeito da permeabilidade ao ar da envolvente, da existência de dispositivos de admissão de ar nas fachadas, das condutas de ventilação, dos sistemas mecânicos ou híbridos, do efeito de chaminé e do efeito da ação do vento;
- De acordo como com outros dados, em alternativa ao previsto no paragrafo anterior, desde que tecnicamente adequados e justificados num projeto de ventilação.

Importa ainda referir que, na proposta de revisão, se a ventilação utilizar recuperadores de calor, é determinada a sua influência para a estação de aquecimento e arrefecimento enquanto no RCCTE este tipo de equipamento só está implícito para a estação de aquecimento.

2.6.3.3. Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento

Uma vez que nem todos os ganhos térmicos brutos se traduzem num aquecimento útil do ambiente interior, é feita uma conversão da parte dos ganhos brutos que se traduzem em ganhos térmicos úteis que serão determinados através das expressões da Tabela 13:

Tabela 13 - Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
$Q_{gu} = \eta \times Q_g$	$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i}$

Em ambos os regulamentos, considera-se que os ganhos térmicos brutos a considerar no cálculo das necessidades nominais de aquecimento do edifício tem duas origens distintas: os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor, como é o caso dos dispositivos de iluminação, do calor dissipado pelos equipamentos e do metabolismo dos ocupantes, e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados. Assim sendo, os ganhos térmicos brutos na estação de aquecimento são calculados de acordo com as expressões da Tabela 14.

Tabela 14 - Ganhos térmicos brutos na estação de aquecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
$Q_g = Q_i + Q_s$	$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i}$
Ganhos térmicos associados a fontes internas de calor	
$Q_i = q_i \times M \times A_p \times 0,72$	$Q_{int,i} = 0,72 \times q_{int} \times M \times A_p$
Ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados	
$Q_s = G_{sul} \times \sum_j \left[X_j \times \sum_n A_{snj} \right] \times M$	$Q_{sol,i} = G_{sul} \times \sum_j \left[X_j \times \sum_n A_{s,inj} \right] \times M$
em que:	

<u>Área efetiva coletora de radiação solar para vãos envidraçados exteriores</u>	
$A_s = A \times F_s \times F_g \times F_w \times g_{\perp}$	$A_{s,i} = A_w \times F_{s,i} \times F_g \times g_i$
<u>Área efetiva coletora de radiação solar para envidraçados interiores</u> (Vãos incluídos na envolvente interior adjacentes a um espaço não útil)	
Não faz referência	$A_{s,i} = (A_w)_{int} \times (F_{s,i})_{int} \times (F_g)_{int} \times (F_g)_{enu}$ $\times (g_i)_{int} \times (g_i)_{enu}$

A metodologia de cálculo para os ganhos térmicos associados a fontes internas, Q_i ou $Q_{int,i}$, é a mesma para ambos os regulamentos. No entanto, o valor relativo aos ganhos internos médios por unidade de superfície, q_i ou q_{int} , no RCCTE depende do tipo de edifício, como se verifica no quadro IV.3 do regulamento, enquanto na proposta de revisão o valor é sempre de 4 W/m^2 , pois o seu âmbito de aplicação é unicamente os edifícios de habitação.

Relativamente aos ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados, Q_s ou $Q_{sol,i}$, a metodologia de cálculo é semelhante. Existem algumas diferenças associadas com a quantificação da área coletora de radiação solar dos envidraçados exteriores e sobretudo com a inclusão de envidraçados para ENU. Essas diferenças estão relacionadas com:

- Fator de correção de seletividade angular do vão envidraçado

Pode verificar-se através das expressões presentes Tabela 14 que, no cálculo da área coletora de radiação solar através de vãos envidraçados exteriores, o fator de correção da seletividade angular dos envidraçados, F_w , não está englobado na expressão da proposta de revisão, uma vez que este fator só é considerado quando não existem dispositivos de proteção solar fixos nos envidraçados. Já no RCCTE, este fator está sempre presente na expressão de cálculo da área coletora de radiação solar através dos envidraçados exteriores e toma o valor de 0,9.

- Fator solar do vão envidraçado

De acordo com o RCCTE, para o fator solar do vão envidraçado, g_{\perp} , é considerada a existência de uma cortina interior muito transparente de cor clara, sendo o valor de $g_{\perp} = 0,70$, no caso de vidros simples correntes, e $g_{\perp} = 0,63$, no caso de vidros duplos correntes. Na proposta de revisão, assume-se que para maximizar o aproveitamento da radiação solar os dispositivos de proteção solar móveis estão totalmente abertos, sendo que se considera o fator solar g_i igual ao fator solar do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes, ou seja $g_i = g_{Tp}$, e no caso de ausência desses dispositivos será igual ao fator solar do vidro para uma incidência normal afetado do valor de seletividade angular, de acordo com a expressão $g_i = F_{w,i} \times g_{\perp,vi}$.

- Área efetiva coletora de radiação solar para envidraçados interiores

No RCCTE apenas são considerados os vãos envidraçados exteriores enquanto na proposta de revisão existe um novo parâmetro a considerar, uma vez que são consideradas as situações de vãos envidraçados interiores, ou seja, vãos incluídos na envolvente interior adjacente a um ENU que possuam envidraçados, como são o caso de marquises, estufas, átrios ou similares. Importa ainda referir que, no fator solar de ambos os vãos, interior e espaço não útil, não deverão ser considerados os dispositivos de proteção solar móveis, devendo apenas considera-se apenas dispositivos de proteção solar quando os mesmos forem permanentes, e no caso de ausência de dispositivos de sombreamento, o fator solar será igual ao fator solar do vidro para uma incidência normal afetado do valor de seletividade angular.

No que respeita ao fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento, η , é determinado, para ambos os regulamentos, em função da inércia térmica do edifício e da

relação entre os ganhos totais brutos e as perdas térmicas totais do edifício, conforme se verifica nas seguintes expressões:

Tabela 15 - Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
Se $\gamma \neq 1$ então $\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$	Se $\gamma \neq 1$ e $\gamma > 0$ então $\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$
Se $\gamma = 1$ então $\eta = \frac{a}{a + 1}$	Se $\gamma = 1$ então $\eta = \frac{a}{a + 1}$
	Se $\gamma < 0$ então $\eta = \frac{1}{\gamma}$
Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)	
$\gamma = \frac{Q_g}{Q_t + Q_v}$	$\gamma = \frac{Q_{g,i}}{Q_{tr,i} + Q_{ve,i}}$
Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício	
$a = 1,8 \rightarrow$ <i>Inércia térmica fraca</i> $a = 2,6 \rightarrow$ <i>Inércia térmica média</i> $a = 4,2 \rightarrow$ <i>Inércia térmica forte</i>	$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,i} + H_{ve,i}}$ <p style="text-align: center;">em que:</p> $C_m = 1,018 \times A_p \rightarrow$ <i>Inércia térmica fraca</i> $C_m = 1,528 \times A_p \rightarrow$ <i>Inércia térmica média</i> $C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow$ <i>Inércia térmica forte</i>

A inércia térmica interior de uma FA é função da capacidade de armazenamento de calor que os locais apresentam e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos da construção, do seu revestimento superficial interior e da posição do isolamento térmico. O seu cálculo é feito através da mesma expressão para ambas as legislações, sendo:

$$I_t = \frac{\sum_i M_{si} \times r \times S_i}{A_P} \quad (4)$$

em que:

- S_i é a área de superfície interior do elemento, em m^2
- r é o fator de redução das massas
- A_P é a área útil de pavimento, em m^2
- M_{si} é a massa superficial do elemento, em Kg/m^2 , sendo função sua localização no edifício e da sua constituição, nomeadamente do posicionamento e do isolamento térmico e das características das soluções de revestimento superficial.

Podem ser definidos casos genéricos de elementos construtivos das envolventes e interiores à habitação como se pode verificar nas seguintes tabelas:

Tabela 16 - Elementos da envolvente exterior ou com ENU's e elementos em contato com outra FA ou com edifício adjacente

RCCTE	Proposta de Revisão
$M_{si} \leq 150 \text{ kg/m}^2$	$M_{si} \leq 150 \text{ kg/m}^2$
Se os elementos não possuem isolamento térmico:	
$M_{si} = \frac{m_t}{2}$ em que: m_t é a massa total do elemento	Se não existir caixa-de-ar
	$M_{si} = \frac{m_t}{2}$ em que: m_t é a massa total do elemento
	Se existir caixa-de-ar
	$M_{si} = m_{pi}$ em que: m_{pi} é a massa do elemento desde a caixa-de-ar até à face interior
Se os elementos possuem isolamento térmico:	

<p>$M_{si} = m_i$</p> <p>em que:</p> <p>m_i é a massa do elemento desde o isolamento térmico até à face interior</p>	<p>$M_{si} = m_i$</p> <p>em que:</p> <p>m_i é a massa do elemento desde o isolamento térmico até à face interior. No caso de existir caixa-de-ar entre o isolamento térmico e a face interior, corresponde à massa do elemento desde a caixa-de-ar até à face interior</p>
--	--

Tabela 17 - Elementos em contato com o solo

RCCTE	Proposta de Revisão
$M_{si} \leq 150 \text{ kg/m}^2$	$M_{si} \leq 150 \text{ kg/m}^2$
Se os elementos não possuem isolamento térmico:	
$M_{si} = 150 \text{ kg/m}^2$	$M_{si} = 150 \text{ kg/m}^2$
Se os elementos possuem isolamento térmico:	
<p>$M_{si} = m_i$</p> <p>em que:</p> <p>m_i é a massa do elemento desde o isolamento térmico até à face interior</p>	<p>$M_{si} = m_i$</p> <p>em que:</p> <p>m_i é a massa do elemento desde o isolamento térmico até à face interior</p>

Tabela 18 - Elementos interiores da FA em estudo, como no caso de paredes e pavimentos interiores

RCCTE	Proposta de Revisão
$M_{si} \leq 300 \text{ kg/m}^2$	$M_{si} \leq 300 \text{ kg/m}^2$
Se os elementos não possuem isolamento térmico:	
<p>$M_{si} = m_p$</p> <p>em que:</p> <p>m_p é a massa total do elemento</p>	<p>$M_{si} = m_t$</p> <p>em que:</p> <p>m_t é a massa total do elemento</p>
Se os elementos possuem isolamento térmico:	

$M_{si} = m_p$ <p>em que:</p> <p>m_p é a massa total do elemento</p>	<p>O valor de M_{si} tem de ser avaliado de forma isolada para cada um dos lados da camada de isolamento térmico, sendo que os parciais de M_{si} nunca podem ser superiores a 150 kg/m^2</p> $M_{si} = m_i$ <p>em que:</p> <p>m_i é a massa do elemento desde o isolamento térmico até à face em análise</p>
---	---

O fator de redução da massa superficial, r , depende da resistência térmica do revestimento superficial interior. A metodologia para a determinação deste fator apresenta algumas diferenças mediante o regulamento a aplicar, sendo mais detalhada na proposta de revisão.

Ambos os regulamentos admitem para os elementos do tipo EL1 e EL2, em que \mathbf{R} é a resistência térmica do revestimento superficial, as seguintes condições:

- Se $\mathbf{R} > 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} \rightarrow \mathbf{r} = \mathbf{0}$
- Se $0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} < \mathbf{R} < 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} \rightarrow \mathbf{r} = \mathbf{0,5}$
- Se $\mathbf{R} < 0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} \rightarrow \mathbf{r} = \mathbf{1}$

Relativamente a elementos do tipo EL3, M_{si} , para o RCCTE deve ser aplicada a seguinte metodologia:

- Se $0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} < \mathbf{R} < 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ em ambas as faces $\rightarrow \mathbf{r} = \mathbf{0,5}$
- Se $0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} < \mathbf{R} < 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ numa das faces $\rightarrow \mathbf{r} = \mathbf{0,75}$
- Se $\mathbf{R} < 0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ em ambas as faces $\rightarrow \mathbf{r} = \mathbf{1}$

Na proposta de revisão, o fator de redução da massa superficial, r , depende da resistência térmica do revestimento superficial interior, com inclusão da resistência térmica de uma eventual caixa-de-ar, \mathbf{R} , considerando-se o seguinte para elementos do tipo EL3:

- Se $R > 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ em ambas as faces $\rightarrow r = 0$
- Se $R > 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ numa das faces e $0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} < R < 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ na outra face $\rightarrow r = 0,25$
- Se $R > 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ numa das faces e $R < 0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ na outra face $\rightarrow r = 0,5$
- Se $0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} < R < 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ em ambas as faces $\rightarrow r = 0,5$
- Se $0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W} < R < 0,3 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ numa das faces e $R < 0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ na outra face $\rightarrow r = 0,75$
- Se $R < 0,14 \text{ (m}^2\cdot\text{C)/W}$ em ambas as faces $\rightarrow r = 1$

Para os elementos do tipo EL3 com isolamento térmico no seu interior, a nova proposta refere que o fator de redução deve ser avaliado em ambas as faces de forma independente e de acordo com as regras para os elementos do tipo EL1 e EL2, sendo o valor da massa superficial útil, M_{si} , determinada da seguinte forma:

$$M_{si} = M_{si_1} \times r_1 + M_{si_2} \times r_2 \quad (5)$$

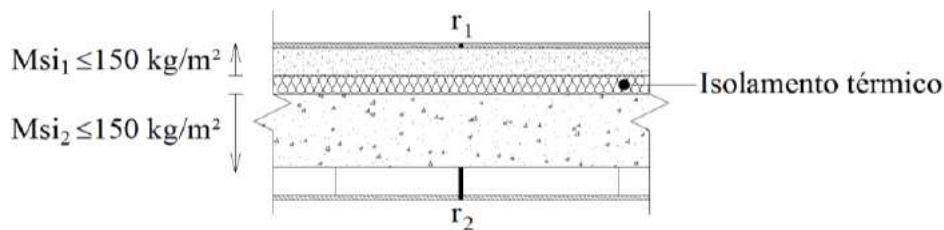


Figura 1 . Elementos do tipo EL3 com isolamento térmico.

Fonte: Adaptado da nova proposta de revisão do RCCTE

2.6.4. Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

As necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento, N_{vc} , correspondem à energia útil que é necessário retirar para manter 1m^2 de uma habitação a uma temperatura de referência ao longo de toda a estação convencional de arrefecimento. Em ambos os

regulamentos, estas necessidades são determinadas de acordo com as disposições da norma europeia EN ISO 13790.

O valor N_{vc} é determinado através da mesma expressão numérica e difere apenas na nomenclatura atribuída a cada parâmetro, como se pode verificar na Tabela 19:

Tabela 19 - Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
$N_{vc} = \frac{Qg \times (1 - \eta)}{A_p}$	$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p}$

Enquanto no Inverno, os ganhos uteis contabilizados são aqueles que não provocam o sobreaquecimento do espaço interior, os ganhos não úteis são os que provocam necessidades de arrefecimento durante o Verão.

2.6.4.1. Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento

Em ambos os regulamentos, considera-se que os ganhos térmicos brutos a considerar no cálculo das necessidades nominais de arrefecimento do edifício têm duas origens distintas: os associados a fontes internas de calor e os associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados e pela envolvente opaca. Assim sendo, o cálculo dos ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento é calculado de acordo com as expressões da Tabela 20:

Tabela 20 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
$Qg = Q_i + Q_s$	$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v}$
Ganhos térmicos associados a fontes internas de calor	

$Q_i = q_i \times A_p \times 2,928$	$Q_{int,v} = q_{int} \times A_p \times 2,928$
Ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar	
$Q_s = \sum_j \left[I_{r_j} \times \sum_n A_{snj} \right]$	$Q_{sol,v} = \sum_j \left[I_{sol_j} \times \sum_n F_{s,vnj} \times A_{s,ijn} \right]$
em que:	
<u>Área efetiva coletora de radiação solar para vãos envidraçados exteriores</u>	
$A_s = A \times F_s \times F_g \times F_w \times g_{\perp}$	$A_{s,vnj} = A_w \times F_g \times g_v$
<u>Área efetiva coletora de radiação solar para a envolvente opaca exterior</u>	
$A_s = \alpha \times U \times A \times R_{se}$	$A_{s,v} = \alpha \times U \times A_{op} \times R_{se}$
<u>Área efetiva coletora de radiação solar para envidraçados interiores (Vãos incluídos na envolvente interior adjacentes a um espaço não útil)</u>	
Não faz referência	$A_{s,v} = (A_w)_{int} \times (F_g)_{int} \times (g_v)_{int} \times (g_v)_{enu}$

Como se pode verificar através da Tabela 20 e apesar de algumas diferenças aparentes nas expressões, a metodologia de cálculo para os ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento é idêntica.

No cálculo dos ganhos térmicos associados a fontes internas de calor, as expressões são as mesmas em ambos os regulamentos, apenas apresentando algumas diferenças na nomenclatura atribuída. Tal como acontece na estação de aquecimento, na proposta de revisão o valor dos ganhos térmicos médios por unidade de superfície, q_i ou q_{int} , é fixo e vale 4W/m^2 .

No que respeita aos ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, a metodologia de cálculo aparentemente é idêntica para ambos os regulamentos, apresentando, no entanto, algumas diferenças relacionadas com:

- Fator de obstrução da radiação solar

Analisando as expressões de cálculo dos ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar de ambos os regulamentos, verifica-se que são aparentemente distintas devido ao fator de obstrução da radiação solar, F_s , que está implícito na expressão da proposta de revisão, ao contrário do que acontece no RCCTE. No entanto, a metodologia de cálculo é semelhante uma vez que, no RCCTE, o fator de obstrução da radiação solar está englobado na expressão de cálculo da área efetiva coletora de radiação solar para vãos envidraçados exteriores. Assim sendo, a expressão de cálculo da área efetiva de radiação solar para vãos envidraçados exteriores também será diferente em ambos os regulamentos devido ao fator de obstrução da radiação solar.

- Fator de correção de seletividade angular do vão envidraçado

Tal como acontece na estação de aquecimento e como se pode verificar nas expressões presentes na Tabela 20, no cálculo da área coletora de radiação solar através de vãos envidraçados exteriores, o fator de correção da seletividade angular dos envidraçados não está englobado na expressão numérica da proposta de revisão, uma vez que este fator só é tido em conta quando não existem dispositivos de proteção solar fixos nos envidraçados. Já no RCCTE, este fator está sempre presente na expressão de cálculo da área coletora de radiação solar através dos envidraçados exteriores.

- Fator solar do vão envidraçado

No cálculo da área coletora de radiação solar para vãos envidraçados exteriores, de acordo com o RCCTE, para o fator solar do vão envidraçado, g_{\perp} , é determinado através da seguintes expressão:

$$g_{\perp} = 30\% g_{\perp} (\text{Vidro}) + 70\% g_{\perp} (\text{Vidro} + \text{Proteção}) \quad (6)$$

Considera-se que os dispositivos de sombreamento móveis se encontram ativados a 70%, ou seja, o fator solar do vão envidraçado é igual à soma de 30% do fator solar do vidro mais 70% do fator do envidraçado com a proteção solar móvel ativa, com os valores que se encontram indicados no quadro IV.4 do regulamento.

Na proposta de revisão assume-se que, de forma a minimizar a incidência da radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis se encontram ativos durante uma fração de tempo, que depende do octante no qual o vão se encontra orientado. O fator solar do vão envidraçado é determinado de acordo com a seguinte expressão:

$$g_v = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{Tp} \quad (7)$$

em que:

- F_{mv} é a fração de tempo em que os dispositivos de proteção solar se encontram totalmente ativos, sendo determinado através da tabela RCCTE.02.13 da proposta de revisão, dependendo da orientação do vão envidraçado. Caso não existam dispositivos de proteção solar móveis, deve considera-se que F_{mv} é igual a zero;

- g_T é o fator solar do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes, ou moveis totalmente ativos, sendo determinado através das seguintes expressões:

$$\text{Vidros simples: } g_T = g_{\perp,vi} \times \prod_i \frac{g_{T,vc}}{0,85} \quad (8)$$

$$\text{Vidros duplos: } g_T = g_{\perp,vi} \times \prod_i \frac{g_{T,vc}}{0,75} \quad (9)$$

Onde:

- $g_{\perp,vi}$ é o fator solar do vidro para uma incidência normal à superfície do vidro, conforme informações fornecidas pelo fabricante. Caso não seja possível saber esta informação por parte do fabricante, a proposta de revisão, apresenta na tabela RCCTE.02.11, os valores de várias composições típicas de vidros correntes para o fator solar do vidros correntes, simples ou duplos, incolores, coloridos, reflectantes e foscos. Poderá também utilizar-se a norma EN 410 para se efetuar o cálculo de outras composições de vidro para a determinação do fator solar.

- $g_{T,vc}$ é o fator solar do envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar, permanente, ou móvel, totalmente ativado para uma incidência normal a superfície do vidro, conforme a tabela RCCTE.02.12 da proposta de revisão.

- g_{Tp} é o fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes. Na ausência de dispositivos de proteção solar fixos, g_{Tp} corresponde a $F_{w,v} \times g_{\perp,vi}$.

- Área efetiva coletora de radiação solar para envidraçados interiores

No RCCTE não são consideradas as situações de vãos envidraçados interiores, ou seja, vãos incluídos na envolvente interior adjacente a um ENU que possua envidraçados. Já a proposta de revisão entra com este fator na estação de arrefecimento, tal como se verifica também para a estação de aquecimento. Na estação de arrefecimento, a determinação do fator de obstrução, da superfície, $F_{s,v_{nj}}$, para vão envidraçados interiores, é realizada admitindo

sempre que os elementos opacos do espaço não útil não causem sombreamento no vão envidraçado interior, ou seja, como se não existisse espaço não útil, pelo que, na ausência de outros sombreamentos, este parâmetro é igual a 1. No caso do fator solar do vão envidraçado do espaço não útil, dispor de dispositivos de proteção solar permanentes, este toma o valor de g_{Tp} e pode ser determinado de acordo com o disposto no Despacho RCCTE.02 da nova proposta, sendo que nos restantes casos é igual a 1.

2.6.4.2. Fator de utilização dos ganhos térmicos

No que respeita ao fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento, este é calculado, para ambos os regulamentos, em função da inércia térmica do edifício e da relação entre os ganhos totais brutos e as perdas térmicas totais do edifício, conforme se verifica nas expressões da Tabela 21 que utiliza o mesmo processo de cálculo da estação de aquecimento.

Tabela 21 - Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento

RCCTE	Proposta de Revisão
$Se \gamma \neq 1 \quad \text{então} \quad \eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$	$Se \gamma \neq 1 \text{ e } \gamma > 0 \quad \text{então} \quad \eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$
	$Se \gamma = 1 \quad \text{então} \quad \eta = \frac{a}{a + 1}$
$Se \gamma = 1 \quad \text{então} \quad \eta = \frac{a}{a + 1}$	$Se \gamma < 0 \quad \text{então} \quad \eta = \frac{1}{\gamma}$
Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)	
$\gamma = \frac{Q_g}{Q_t + Q_v}$	$\gamma = \frac{Q_{g,v}}{Q_{tr,v} + Q_{ve,v}}$
Transferência de calor por transmissão	

$Q_t = 2,928 \times U \times A \times (\theta_m - \theta_i)$	$Q_{tr,v} = H_{tr,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times 2,928$ <p>em que:</p> $H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs}$
Transferência de calor por renovação de ar	
$Q_V = 2,928 \times (0,34 \times R_{ph} \times A_p \times P_d) \times (\theta_m - \theta_i)$	$Q_{ve,v} = H_{ve,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times 2,928$ <p>em que:</p> $H_{ve,v} = 0,34 \times R_{ph,v} \times A_p \times P_d$
Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício	
<p>$a = 1,8 \rightarrow$ <i>Inércia térmica fraca</i></p> <p>$a = 2,6 \rightarrow$ <i>Inércia térmica média</i></p> <p>$a = 4,2 \rightarrow$ <i>Inércia térmica forte</i></p>	$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,v} + H_{ve,v}}$ <p>em que:</p> <p>$C_m = 1,018 \times A_p \rightarrow$ <i>Inércia térmica fraca</i></p> <p>$C_m = 1,528 \times A_p \rightarrow$ <i>Inércia térmica média</i></p> <p>$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow$ <i>Inércia térmica forte</i></p>

Através da Tabela 21, pode verificar-se que a expressão de cálculo para a determinação da relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício, γ , é igual para ambos os regulamentos. No entanto, os parâmetros da expressão são determinados de forma ligeiramente diferente como se pode verificar pela análise detalhada da tabela. No RCCTE o cálculo da transferência de calor por transmissão, Q_t , tem em conta o produto do coeficiente de transmissão térmica superficial e a área do elemento da envolvente, $(U \times A)$, de paredes, pavimentos e coberturas exteriores, da diferença entre a temperatura do ar exterior e do ambiente interior, $(\theta_m - \theta_i)$, e da duração da estação de arrefecimento (2928 horas). Na proposta de revisão, existem algumas diferenças uma vez que o cálculo do coeficiente global transferência de calor por transmissão, $H_{tr,v}$, resulta da soma de três

parcelas: o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente com o exterior, H_{ext} , tal como acontece no RCCTE (com a exceção que na proposta de revisão são contabilizadas as pontes térmicas lineares), o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis, H_{enu} (considerando também as pontes térmicas lineares) e o coeficiente de transferência de calor através de elementos em contato com o solo, H_{ecs} . De referir que estes dois últimos parâmetros não entram na expressão de cálculo da transferência de calor por transmissão no RCCTE, constituindo tal fato uma alteração importante a considerar na proposta de revisão.

Relativamente à transferência de calor por renovação de ar a metodologia de cálculo é a mesma embora com diferenças muito significativas no modelo de cálculo utilizado para a quantificação da taxa nominal de renovação de ar interior, R_{ph} .

Tal como foi referido para a estação de aquecimento, no RCCTE, as R_{ph} , quer seja para ventilação natural ou para ventilação mecânica, a taxa de renovação de ar mínima necessária é de $0,6 \text{ h}^{-1}$, enquanto na proposta de revisão é de $0,4 \text{ h}^{-1}$ para a estação de aquecimento e de $0,6 \text{ h}^{-1}$ para a estação de arrefecimento.

A taxa de renovação de ar, R_{ph} , para ventilação natural, caso o edifício se encontre em conformidade com as disposições da norma NP 1037-1 o valor a adotar é de $0,6 \text{ h}^{-1}$, no caso, e de $0,65 \text{ h}^{-1}$ no caso da proposta de revisão, conforme faz referência a folha de cálculo disponibilizada pelo LNEC.

A metodologia de cálculo das para ambos os regulamentos, quer seja para ventilação natural ou para ventilação mecânica já foi descrita no ponto 2.6.3.2 quando se abordou a transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento.

Relativamente ao cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício, este segue a mesma metodologia descrita no ponto 2.6.3.3.

2.6.5. Necessidades nominais de energia primária

Uma fração autónoma é caracterizada pelo indicador de necessidades globais anuais de energia primária, N_{tc} , não podendo exceder um valor máximo admissível, N_t .

O valor das necessidades nominais anuais de energia primária de um edifício é determinado através das expressões da Tabela 22.

Tabela 22 - Necessidades nominais de energia primária

RCCTE
$N_{tc} = 0,10 \times \frac{N_{ic}}{\eta_i} \times F_{pui} + 0,10 \times \frac{N_{vc}}{\eta_v} \times F_{puv} + N_{ac} \times F_{pua}$
Proposta de Revisão
$N_{tc} = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \times N_{ic}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \times N_{vc}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j}$ $+ \sum_p \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} + \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p}$

Como se pode verificar, as expressões de cálculo para se obter o valor das necessidades nominais de energia primária são distintas.

O RCCTE, faz uma redução de 10% baseada em dados estatísticos que apontam para uma utilização dos equipamentos para aquecimento ou arrefecimento restrito a um período que corresponde a aproximadamente 10% do total necessário. Na proposta de revisão está previsto que as necessidades de energia para aquecimento, arrefecimento e para preparação

de AQS, possam ser conseguidas com recurso a distintos sistemas, pelo que será contabilizada a contribuição de cada um deles através dos parâmetros $f_{i,k}$, $f_{v,k}$ e $f_{a,k}$ respetivamente. Esta metodologia já tinha vindo a ser adotada através das indicações da ADENE no documento de perguntas e respostas publicado na sua página da internet.

Na proposta de revisão não é feita a limitação das necessidades de energia para preparação de AQS, ($N_{ac} \leq N_a$), ao contrário do que acontece no RCCTE. Na proposta de revisão, apenas é calculada a energia útil necessária para a produção de AQS durante um ano, Q_a . Na tabela seguinte pode verificar-se as diferenças relativas à preparação de AQS:

Tabela 23 - Energia útil necessária para a produção de AQS durante um ano

RCCTE	Proposta de Revisão
$N_{ac} = \frac{Q_a - E_{solar} - E_{ren}}{A_p}$ <p>em que:</p> $Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{3600000}$ <p>onde:</p> $M_{AQS} = 40l \times n^{\circ} \text{ de ocupantes}$	$Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{3600000}$ <p>onde:</p> $M_{AQS} = 40l \times n \times f_{eh}$

A expressão de cálculo para a energia necessária para a preparação de AQS durante um ano, Q_a , é igual em ambos os regulamentos. No entanto, alguns dos parâmetros da expressão são obtidos de forma diferente. Na determinação do valor corresponde ao aumento da temperatura necessária a preparação de AQS, ΔT , o RCCTE considera um valor de referência de 45°C enquanto a proposta de revisão considera 35°C.

Em relação ao valor do consumo médio diário de referência, M_{AQS} , em ambos os regulamentos é feito o produto de 40 litros pelo número convencional de ocupante de cada fração, mas, de

acordo com a proposta de revisão é tido em conta também o fator de eficiência hídrica, f_{eh} , aplicável a chuveiros ou sistemas de duche com certificação e rotulagem de eficiência hídrica, sendo que, para chuveiros ou sistemas de duche com rótulo A f_{eh} toma o valor de 0,90, e nos restantes casos toma o valor de 1,0.

Na proposta de revisão, a expressão de cálculo das necessidades nominais de energia primária, faz referência à energia produzida a partir de fontes de origem renovável, $E_{ren,p}$. No RCCTE, este parâmetro corresponde, em parte, à contribuição de sistemas de preparação de AQS, E_{solar} , e à contribuição de outros sistemas com recurso a energia renovável, E_{ren} presentes na expressão de cálculo de N_{ac} .

Ainda de acordo com a proposta de revisão, a expressão de cálculo das necessidades nominais de energia primária, também engloba a energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores, $W_{vm,j}$, o que atualmente RCCTE é contabilizado diretamente no calculo de N_{ic} e de N_{vc} .

Relativamente aos fatores de conversão entre energia útil e energia primaria a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária de edifícios de habitação apresentam diferenças mediante o regulamento em causa, como se pode verificar na tabela seguinte:

Tabela 24 - Fatores de conversão entre energia útil e energia primária

	Eletricidade	Combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos	Energia térmica de origem renovável
RCCTE	$F_{pu} = 0,290 \text{ kgep/kWh}$	$F_{pu} = 0,086 \text{ kgep/kWh}$	Não faz referência
Proposta de Revisão do RCTTE	$F_{pu} = 2,5 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$	$F_{pu} = 1,0 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$	$F_{pu} = 1,0 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$

Pode verificar-se que há uma alteração nas unidades dos fatores de conversão entre energia útil e energia primária, uma vez que no RCCTE utiliza-se a unidade de quilograma equivalente de petróleo, enquanto na proposta de revisão é utilizada a unidade de quilowatt-hora de energia primária.

Pode também verificar-se, que na proposta de revisão existe o fator de conversão entre energia útil e energia primária relativa a energia térmica de origem renovável, ao contrário do RCCTE que não faz referência a este parâmetro.

2.6.6. Análise comparativa da proposta de revisão do RCCTE para edifícios existentes com a Nota Técnica NT-SCE-01

O RCCTE é omissivo relativamente à certificação energética de edifícios existentes, daí a ter sido publicada em Diário da República, a 30 de Abril de 2009 a NT-SCE-01 que define o método simplificado para a certificação energética de edifícios existentes. A proposta de revisão já apresenta englobada num Despacho, a certificação energética de edifícios existentes.

Seguidamente, apresenta-se uma análise comparativa entre as simplificações permitidas em ambos os regulamentos.

2.6.6.1. Levantamento dimensional

O levantamento dimensional deve corresponder à realidade construída no momento da visita do PQ ao edifício, devendo sempre recorrer à melhor informação disponível. As medições necessárias devem ser efetuadas pelo interior da FA, podendo ser aplicadas, de forma isolada ou em simultâneo, as seguintes regras de simplificação, válidas para ambos os regulamentos.

Área útil de pavimento

Permite que sejam ignoradas as áreas de paredes, pavimento, e coberturas associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0m.

Admite ainda, que se possa diminuir o valor da área total em 10% se a medição da área de pavimento for efetuada contabilizando área de contato das paredes divisórias com os pavimentos, ou seja sem compartimentação dos espaços interiores.

Área de parede (interior e exterior)

Permite que sejam ignoradas as áreas de paredes, pavimento, e coberturas associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1,0m.

No caso da área de parede da envolvente exterior, a NT-SCE-01, permite contabilizar, na sua totalidade, as paredes em contato com o solo, considerando para efeitos de cálculo o coeficiente de transmissão térmica da parede da envolvente exterior adjacente, sendo que nesta situação, deverá assumir-se que a respetiva perda linear é nula.

Área de cobertura (Interior e Exterior)

Esta simplificação admite que, no caso de se tratar de uma cobertura inclinada (inclinação superior a 10°) a medição pode ser efetuada na horizontal, sendo que neste caso se deve majorar o valor da área em 25%.

Pé-direito médio

Em caso de pé direito variável, existe a possibilidade de se adotar um valor médio aproximado, estimado em função das áreas de pavimento associadas, evitando assim a medição exaustiva de áreas associadas a cada pé direito e permitindo que se estime um valor com base numa ponderação expedita.

Área de portas (interiores e exteriores)

Permite ignorar as áreas de portas exteriores cuja área envidraçada seja inferior a 25% da área da porta, sendo que estas áreas serão incluídas na restante envolvente vertical. No caso de portas exteriores em que a área envidraçada seja superior a 25%, estas deverão ser tratados como vãos envidraçados.

2.6.6.2. Coeficiente de redução de perdas

Para o cálculo das perdas de calor através de elementos em contato com locais não aquecidos, também designados por espaços não úteis, ENU, o coeficiente de redução de perdas apresenta diferenças nos dois regulamentos, como se pode verificar na Tabela 25.

Tabela 25 - Coeficiente de redução de perdas

NT-SCE-01	Proposta de Revisão
$\tau = 0,75$	$btr = 0,80 \rightarrow$ Para todos os ENU's $btr = 0,60 \rightarrow$ Para edifícios adjacentes

A NT-SCE-01 admite que o coeficiente de redução de perdas, τ , possa tomar o valor convencional de 0,75 para todos os ENU, enquanto a proposta de revisão admite que o coeficiente de redução de perdas, btr , possa tomar um valor convencional de 0,80 para todos os ENU e de 0,60 para os edifícios adjacentes.

Ambos os métodos admitem ainda que, caso o PQ opte por determinar o valor do coeficiente de redução de perdas para um dos ENU de acordo com a metodologia do respetivo regulamento, não poderá aplicar esta regra de simplificação aos restantes ENU.

É de salientar que a utilização deste regra de simplificação, em ambos os regulamentos, implica a quantificação das PTL através de paredes em contato como os ENU, pois o valor do coeficiente de redução de perdas, τ ou btr , é superior a 0,7.

2.6.6.3. Coeficientes de transmissão térmica

Zonas correntes da envolvente:

A NT-SCE-01 a definição de valores de coeficientes de transmissão térmica superficial, U, dos elementos da envolvente da FA, podem os PQ, à falta de outra informação recorrer às publicações ITE 50 [20] e ITE 54 [21] do LNEC.

No caso da proposta de revisão, a determinação dos coeficientes de transmissão térmica superficial deve realizar-se preferencialmente através de peças escritas e desenhadas do projeto e/ou ficha técnica, desde que a sua autenticidade e coerência com a realidade construída sejam verificadas pelo PQ, ou, em alternativa pode recorrer, como o mencionado relativamente à NT-SCE-01, às publicações ITE 50 e ITE 54 do LNEC.

Zonas não correntes da envolvente:

A medição e localização das pontes térmicas planas, *PTP*, é um trabalho moroso e por vezes impossível de realizar em tempo útil, sobretudo se os projetos de diferentes especialidades não forem conhecidos. Assim, ambos os regulamentos permitem que a determinação das áreas das pontes térmicas planas sejam ignoradas e caso a solução construtiva não garanta a ausência de pontes térmicas planas (como por exemplo, no caso de isolamento térmico contínuo pelo exterior ou devido às paredes exteriores serem em alvenaria de pedra) deverá majorar-se o valor do coeficiente de transmissão térmica superficial da zona corrente, U, em 35%.

Elementos em contato com o solo:

Como a metodologia de cálculo para elementos em contato com o solo do RCCTE e da proposta de revisão é distinta, conforme mencionado no ponto 2.6.3.1 da presente dissertação, então as regras de simplificação também serão distintas.

De acordo com a NT-SCE-01, no caso de paredes em contato com o solo, caso a sua área tenha sido contabilizada na área de parede exterior, deve considerar-se um valor do coeficiente de transmissão térmica linear, ψ , igual a zero ($\psi = 0 \text{ W/m}^2\text{C}$), devendo ignorar-se a parcela da perda linear correspondente à parede em contato com o solo e quantificar a perda de calor pela parede enterrada como sendo por um fluxo perpendicular ao elemento construtivo e com um valor de U igual ao da parede exterior adjacente. No caso de pavimentos em contato com o solo, nas situações em que a cota do pavimento for inferior à cota do terreno exterior, deve considerar-se um valor de $\psi = 1,5 \text{ W/m}^2\text{C}$. Caso se verifique o contrário deve considerar-se um valor de $\psi = 2,5 \text{ W/m}^2\text{C}$.

Na proposta de revisão, para o cálculo das perdas de calor por elementos em contato com o solo poderá utilizar-se a Tabela 26.

Tabela 26 - Perdas de calor por elementos em contato com o solo

z (m)	Pavimento enterrado, U_{bf} [W/(m ² .°C)]		Parede enterrada, U_{bw} [W/(m ² .°C)]	
	$R_f < 0,75$	$R_f \geq 0,75$	$R_w < 0,75$	$R_w \geq 0,75$
< 1	1,0	0,6	2,0	0,8
$1 \leq z < 3$	0,8	0,6	1,5	0,7
≥ 3	0,6	0,4	0,8	0,5

Para determinar o valor do coeficiente de transmissão térmica superficial por pavimentos em contato com o solo, U_{bf} , e o valor o coeficiente de transmissão térmica superficial por

paredes em contato com o solo, U_{bw} , em função da profundidade enterrada do pavimento e da resistência térmica dos elementos que contactam o solo, R_f e R_w .

Em alternativa o valor do coeficiente de transmissão térmica superficial por paredes em contato com o solo, U_{bw} , pode ser considerado igual ao da parede da envolvente exterior adjacente.

Pontes térmicas lineares

A NT-SCE-01 apresenta como regra de simplificação considerar apenas o desenvolvimento linear das ligações de fachadas com pavimentos, cobertura ou varanda, devendo considerar-se um valor convencional de $\psi = 0,75 \text{ W/m}^2\text{C}$ e devem ser desprezadas as ligações de fachada com caixa de estore, padieira, ombreira ou peitoril e as ligações entre duas paredes verticais.

Na proposta de revisão, os valores que se poderão utilizar para o cálculo das perdas de calor através de zonas de ponte térmica linear, são os referidos na Tabela 27:

Tabela 27 - Coeficientes de transmissão térmica linear

Tipo de ligação	ψ_{ref} [W/(m.°C)]
Fachada com pavimentos térreos	0,70
Fachada com pavimento sobre o exterior ou ENU	
Fachada com cobertura	
Fachada com pavimento de nível intermédio	
Fachada com varanda	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	0,50
Fachada com caixilharia	0,30
Zona da caixa de estore	

2.6.6.4. Classe de inércia térmica interior

Em ambos os regulamentos, no caso de não existirem cálculos devidamente justificados da classe de inércia térmica interior da FA em estudo, podem-se considerar, em geral as três seguintes situações:

a) Inercia térmica fraca:

Sempre que se verifique **cumulativamente** as seguintes características na FA:

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

b) Inercia térmica média:

Caso não se verificarem os requisitos necessários para se classificar a inércia térmica em Forte ou Fraca, a inércia térmica da fração em estudo deve considerar-se média.

c) Inercia térmica forte:

Sempre que se verifique **cumulativamente** as seguintes características na FA, sendo que nenhuma das soluções inclui isolamento térmico pelo interior:

- Pavimento e teto de betão armado ou pré-esforçado, incluindo pavimentos aligeirados;
- Revestimento de teto 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;
- Parede da envolvente interior (caixa de escadas, garagem, ...) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco.

Em caso de dúvida entre inércia térmica forte ou média, devem os PQ optar pela inércia média. Caso a dúvida surja entre inércia térmica média ou fraca deve considerar-se inércia fraca, ou seja, fazer a opção sempre pela alternativa mais desfavorável.

2.6.6.5. Fator solar do envidraçado

Segundo as regras de simplificação da NT-SCE-01, nos casos em que não seja possível determinar o tipo de vidro e/ou as espessuras reais dos vidros observados, poderão os PQ considerar vidro simples ou duplo corrente, conforme a situação em concreto. Sendo assim, os PQ poderão considerar um valor do fator solar do envidraçado, $g_{\perp v}$, de 0,75 para as situações em que se verifiquem vidros simples incolores (6mm) e um valor 0,85 para as situações em que se verifiquem vidro duplos incolores (4 a 8 mm) + incolores (5 mm).

A proposta de revisão não faz referência a nenhuma simplificação para edifícios existentes relativamente ao fator solar do vão envidraçado.

2.6.6.6. Ganhos solares brutos

Em ambas as metodologias, para o cálculo das necessidades nominais de energia, os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados podem ser calculados assumindo que o produto $F_s \times F_g \times F_w$ toma os seguintes valores:

- Para envidraçados a Norte e restantes orientações, sem sombreamento o valor é de 0,57, quer para as necessidades de aquecimento quer para as necessidades de arrefecimento;

- Para envidraçados não orientados a Norte, com sombreamento normal, isto é, com um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45° , o valor é de 0,28 para as necessidades de aquecimento e de 0,50 para as necessidades de arrefecimento;

- Para de envidraçados não orientados a Norte, fortemente sombreados, isto é, com um ângulo de obstrução claramente superior a 45° , o valor é de 0,17 para as necessidades de aquecimento e 0,45 para as necessidades de arrefecimento.

De referir ainda que, para a estação de aquecimento, em nenhum caso o produto do fator de orientação, X , pelo fator de obstrução, F_s , deve ser menor do que 0,27.

2.6.6.7. Ventilação

De acordo com o RCCTE, o valor das R_{ph} não pode ser inferior a $0,6 \text{ h}^{-1}$ para a estação de aquecimento e de arrefecimento enquanto na nova proposta não podem ser inferiores a $0,4 \text{ h}^{-1}$ para a estação de aquecimento e $0,6 \text{ h}^{-1}$ para a estação de arrefecimento.

Ventilação natural:

Em ambos os regulamentos não são apresentadas regras de simplificação para os casos de edifícios com ventilação natural, pelo que deve ser aplicada a metodologia referida no respetivo regulamento.

Ventilação mecânica:

De acordo com as regras de simplificação de ambos os regulamentos, os PQ deverão verificar o bom funcionamento e o estado de conservação e manutenção dos ventiladores. No caso de ser evidente o não funcionamento dos ventiladores, os PQ não poderão considerar que o edifício possui ventilação mecânica.

A taxa de renovação horaria poderá ser determinada através das seguintes expressão

$$R_{ph} = \frac{\text{Caudal total de ar extraído}}{\text{Volume da Fração Autónoma}} \quad (10)$$

Na ausência de informação, a NT-SCE-01 admite que se pode considerar um valor de caudal extraído de 100 m³/h por cada instalação sanitária ou arrumo enquanto a proposta de revisão admite que pode ser considerado um valor de caudal extraído de 45 m³/h em cada instalação sanitária e de 100 m³/h na cozinha.

O valor da potência dos ventiladores é obtido diretamente do Quadro V, presente na NT-SCE-01, sendo que poderão ser obtidos através de interpolação ou extrapolação para valores que não se encontrem no referido quadro.

Potência dos ventiladores:

Para efeito de cálculo do consumo de energia dos ventiladores e na ausência de outra informação, a potência elétrica varia mediante o regulamento a utilizar.

De acordo com a NT-SCE-01, valor da potência dos ventiladores é obtido diretamente através da Tabela 28 sendo que poderão ser obtidos através de interpolação ou extrapolação para valores que não se encontrem na tabela.

Tabela 28 - Potência dos ventiladores

Caudal [m ³ /h]	Potência, P_v [W]
100	16
200	31
300	47
400	63

A proposta de revisão admite que poderá ser considerada uma potência elétrica de 16W por cada 50 m³/h de ar extraído.

2.6.6.8. Eficiência dos sistemas técnicos

A NT-SCE-01 indica que, sempre que existam sistemas de climatização, têm os PQ de verificar se os mesmos se encontram em normal funcionamento e que o seu carácter é não provisório. Se tal não se verificar, ou caso existam dúvidas relativamente às mesmas, estes sistemas não poderão ser considerados, sendo que, na falta de dados mais precisos, deverão ser utilizados os valores da Tabela 29:

Tabela 29 - Eficiência dos sistemas técnicos de acordo com a NT-SCE-01

Tipo de Sistema	Idade do equipamento (Anos)		
	0 – 9	10 – 19	> 20
<i>Climatização</i>			
Resistencia elétrica	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
<i>Sistemas de AQS</i>			
Termoacumulador elétrico	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

No entanto, poderão ser considerados outros valores que não os apresentados na Tabela, desde que devidamente justificados, e pode o PQ aumentar a eficiência dos equipamentos de produção de águas quentes sanitárias em 0,1 desde que comprove a existência de isolamento na tubagem que cumpra o definido no regulamento.

Caso não seja possível determinar o ano de fabrico do equipamento, deverá ser considerado o ano de construção da FA e se tiverem sido considerados sistemas por defeito, esses sistemas, bem como os valores das suas eficiências, serão os indicados no regulamento.

No caso de edifícios existentes nos quais não se encontrem instalados sistemas técnicos para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente ou preparação de AQS, devem ser consideradas as seguintes soluções:

- Em aquecimento ambiente é obtido através de resistência elétrica;
- Em arrefecimento ambiente uma máquina frigorífica com eficiência (COP) de 3;
- Para preparação de AQS um termoacumulador elétrico com 50mm de isolamento térmico em edifícios sem alimentação a gás ou um esquentador a gás natural ou GPL quando estiver previsto o respetivo abastecimento

A proposta de revisão determina que a eficiência dos equipamentos de produção sistemas técnicos de climatização e de produção de AQS, deverá ser obtida preferencialmente por resultados de inspeção ou medição realizada no último ano, por uma entidade habilitada para o efeito ou, em alternativa, pode recorrer a resultados de medições. Será permitida a informação técnica fornecida pelos fabricantes, com base em ensaios normalizados sempre que existirem evidência de manutenção dos equipamentos.

Na ausência da informação referida anteriormente, pode ser considerado o valor base de eficiência conforme a Tabela 30, sendo que o valor da eficiência deve considerar a idade do equipamento de produção do sistema técnico, mediante multiplicação pelo respetivo fator de correção, com exceção nas situações em que tenha sido realizada uma manutenção do equipamento no último ano, devidamente documentada por evidência e neste caso não se aplica o fator de correção.

Tabela 30 - Eficiência dos sistemas técnicos de acordo com proposta de revisão

Tipo de Sistema	Classe / Eficiência	Idade do sistema	Fator
Resistência elétrica para aquecimento ambiente, termoacumulador elétrico para preparação de AQS e similares	0,90	>10 Anos	0,90
		>20 Anos	0,80
Esquentador ou caldeira a combustível gasoso ou líquido para aquecimento ambiente e/ou preparação de AQS	0,75	Depois de 1995	0,95
		Até 1995	0,80
Caldeira a combustível sólido, recuperadores de calor ou salamandras para aquecimento ambiente e /ou preparação de AQS	0,75	Entre 1 e 10 anos	0,95
		>10 Anos	0,90
		>20 Anos	0,80
Sistemas de ar condicionado para aquecimento ambiente e/ou arrefecimento ambiente	2,5	Entre 1 e 10 anos	0,95
		>10 Anos	0,90
		>20 Anos	0,80

No caso de edifícios existentes nos quais não se encontrem instalados sistemas técnicos para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente ou preparação de AQS, devem ser consideradas as soluções por defeito indicados na Tabela 30, sem fator de correção, nomeadamente:

- Em aquecimento ambiente ou em AQS, um esquentador ou caldeira a combustível gasoso ou líquido nos casos de edifícios que disponham de rede de abastecimento de combustível líquido ou gasoso, ou uma resistência elétrica nos restantes casos;
- Em arrefecimento ambiente, um sistema de ar condicionado.

2.6.6.9. Contribuição de sistemas solares térmicos

Para ambos os regulamentos, no caso de coletores solares térmicos não certificados, instalados até à data de Julho de 2006, o valor da contribuição dos referidos sistemas no cálculo das necessidades nominais de energia primária, deverá ser calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$E_{solar} = E_{solar}^{ref.} \times f_1 \times f_2 \times f_3 \quad (11)$$

em que:

- $E_{solar}^{ref.}$ é a contribuição de sistemas de coletores solares para o aquecimento da AQS por distritos e para diferentes áreas de coletores em função do tipo do sistema, conforme os valores indicados no Quadro VIII presente no Anexo VII da NT-SCE-01.
- f_1 é o fator de redução relativo ao posicionamento ótimo e tem em conta a eventual existência de situações de posicionamento (inclinação/orientação) que se traduzam numa deficiente captação da radiação solar;
- f_2 é o fator de redução relativo ao sombreamento e tem em conta as eventuais situações em que a superfície útil de captação do coletor esteja sombreada;
- f_3 é o fator de redução relativo ao tempo de vida e tem em conta as eventuais situações em que a superfície útil de captação do coletor esteja sombreada;

No caso dos coletores solares térmicos certificados e que possuam contrato de manutenção válida, a sua contribuição deverá ser sempre calculada com recurso ao programa SolTerm do INETI, ou outra ferramenta de cálculo que utilize a mesma metodologia de cálculo ou equivalente, devidamente validada por entidade competente designada para o efeito pelo Ministério responsável pela área da energia.

2.6.7. Valores máximos de necessidades energéticas

2.6.7.1 Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

Os valores máximos para as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento são determinados de forma distinta em ambos os regulamentos.

No RCCTE, os valores limites das necessidades nominais de energia útil para aquecimento, N_i , de uma FA são determinados em função do fator de forma (FF) da FA e dos graus-dias de aquecimento (GD) do clima local, de acordo com as seguintes condições:

Tabela 31 - Valores limites das necessidades nominais de energia útil para aquecimento

Fator de forma (FF)	Valores máximos para as necessidades nominais de energia útil para aquecimento, N_i
$FF \leq 0,5$	$N_i = 4,5 + 0,0395 \times GD$
$0,5 < FF \leq 1,0$	$N_i = 4,5 + (0,021 + 0,037 \times FF) \times GD$
$1,0 < FF \leq 1,5$	$N_i = [4,5 + (0,021 + 0,037 \times FF) \times GD] \times (1,2 - 0,2 \times FF)$
$FF > 1,5$	$N_i = 4,5 + 0,06885 \times GD$

Importa referir que o FF é o quociente entre o somatório das áreas da envolvente exterior, A_{ext} , e das interiores, A_{int} , multiplicadas pelo respetivo fator τ , do edifício ou da FA com exigências térmicas e o volume interior, V , correspondente, conforme a seguinte expressão:

$$FF = \frac{A_{ext} + \sum(\tau \times A_{int})}{V} \quad (12)$$

Na proposta de revisão, a metodologia de cálculo para determinação dos valores máximos para as necessidades nominais de energia útil para aquecimento é distinta da metodologia do RCCTE, sendo que estes valores já não são determinados em função do FF do edifício e dos GD do clima local.

De acordo com a proposta de revisão, o valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para aquecimento deve ser determinado através da seguinte expressão:

$$N_i = \frac{Q_{tr,i_{ref}} + Q_{ve,i_{ref}} - Q_{gu,i_{ref}}}{A_p} \quad (13)$$

Como se pode verificar, o valor de N_i deve ser determinado de acordo com a metodologia de cálculo para as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício, conforme foi mencionado no ponto 2.6.3 da presente dissertação, mas considerando condições e soluções construtivas de referência.

2.6.7.2 Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

Tal como acontece para a estação de aquecimento, os valores máximos para as necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento são determinados de forma distinta em ambos os regulamentos.

No RCCTE, os valores limites das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento, N_v , de uma FA são determinados em função da zona climática do local, de acordo com a Tabela 32.

Tabela 32 - Valores limites das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento

Zona climática de Verão	Valores máximos para as necessidades nominais de energia útil para arrefecimento, N_v
Zona V_1 Norte	$N_v = 16 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$
Zona V_1 Sul	$N_v = 22 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$
Zona V_2 Norte	$N_v = 18 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$
Zona V_2 Sul	$N_v = 32 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$
Zona V_3 Norte	$N_v = 26 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$
Zona V_3 Sul	$N_v = 32 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$
Açores	$N_v = 21 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$
Madeira	$N_v = 23 \text{ kWh/m}^2. \text{ ano}$

Na proposta de revisão, a metodologia de cálculo para determinação dos valores máximos para as necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento é totalmente distinta, sendo que estes valores já não são determinados em função da zona climática do local.

De acordo com a proposta de revisão, o valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para arrefecimento deve ser determinado através da seguinte expressão:

$$N_v = \frac{Q_{g,vref} \times (1 - \eta_{vref})}{A_p} \quad (14)$$

O fator de utilização de ganhos de referencia, η_{vref} , depende da temperatura interior de referencia na estação de arrefecimento, $\theta_{ref,v}$, contabilizada de 25°C e da temperatura exterior média na estação de arrefecimento no local, $\theta_{ext,v}$, podendo ser determinado através da seguinte expressão:

$$\eta_{vref} = 0,22 \times \ln[3,614 \times (\theta_{ref,v} - \theta_{ext,v})] \quad (15)$$

Os ganhos térmicos de referencia na estação de arrefecimento, $Q_{g,vref}$, são determinados através da seguinte expressão:

$$\frac{Q_{g,vref}}{A_p} = \left[q_{int} \times \frac{L_v}{1000} + g_{vref} \times \left(\frac{A_w}{A_p} \right)_{ref} \times I_{sol,ref} \right] \quad (16)$$

em que:

- q_{int} são os ganhos internos médios, sendo contabilizados em 4W/m²;
- L_v é a duração da estação de arrefecimento, sendo o seu valor de 2968 horas;
- g_{vref} é o fator solar de referência para a estação de arrefecimento, contabilizada em 0,4;

- $\left(\frac{A_w}{A_p}\right)_{ref}$ é a razão entre a área de vãos e a área útil de pavimento, que se assume igual a 20%;

- $I_{sol,ref}$ é a radiação solar média de referência, correspondente à radiação incidente numa superfície orientada a Oeste.

2.6.7.3 Necessidades nominais anuais de energia para preparação de AQS

Como já foi referido no ponto 2.6.5 da presente dissertação, na proposta de revisão não é feita a verificação das necessidades de energia para preparação de AQS, $N_{ac} \leq N_a$, ao contrário do que acontece atualmente. Assim sendo, não é calculado o valor máximo das necessidades de energia para preparação de AQS para a proposta de revisão.

De acordo com o RCCTE o valor máximo das necessidades de energia para preparação de AQS é determinado através da seguinte expressão:

$$N_a = \frac{0,081 \times M_{AQS} \times nd}{A_p} \quad (17)$$

- M_{AQS} é o cosnomo médio diária de referencia de AQS, sendo determinado através da seguinte expressão:

$$M_{AQS} = 40l \times n^o \text{ de ocupantes} \quad (18)$$

O número convencional de ocupantes em função da tipologia de cada FA é definido através da tabela 33:

Tabela 33 - Número convencional de ocupantes em função da tipologia de cada FA

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

- nd representa o número anual de dias de consumo de AQS, sendo o seu valor de 365 dias, no caso de edifícios residenciais

2.6.7.4 Necessidades nominais anuais de energia primária

Tal como acontece para a estação de aquecimento e de arrefecimento, os valores máximos para as necessidades nominais anuais de energia primária são determinados de forma distinta em ambos os regulamentos.

De acordo com RCCTE, os valores limites das necessidades nominais anuais de energia primária, N_t , de uma FA são determinados com base nos valores das necessidades nominais anuais de energia útil de aquecimento, N_i , de arrefecimento, N_v , e de preparação de AQS, N_a , de acordo com a seguinte expressão:

$$N_t = 0,9 \times (0,01 \times N_i + 0,01 \times N_v + 0,15 \times N_a) \quad (19)$$

Os fatores de ponderação da equação pretendem traduzir os padrões típicos de consumo nas habitações obtidos em levantamentos estatísticos. Estabelece 50% dos consumos para AQS, 25% para aquecimento e arrefecimento ambiente e 25% para outros fins específicos. Estão também implícitos na equação valores padrão para as eficiências dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e de produção de AQS descritos no RCCTE, bem como os fatores de conversão para energia primária. O fator 0,9 pretende traduzir o princípio de que um edifício que cumpra apenas o mínimo exigido pelo RCCTE, não cumpre o regulamento, para isso terá que ser 10% melhor do que a soma ponderada dos requisitos mínimos (N_i, N_v, N_a). O fundamento da aplicação do fator referido na ponderação que permite calcular o N_t é discutível, porque depende de uma apreciação quase subjetiva.

Na proposta de revisão, a metodologia de cálculo para determinação dos valores máximos para as necessidades nominais anuais de energia primária é distinta da metodologia do RCCTE.

De acordo com a proposta de revisão, o valor máximo para as necessidades nominais de energia primária, N_t , é determinado através da seguinte expressão:

$$N_t = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \times N_i}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \times N_v}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j}$$

O valor de N_t corresponde ao valor das as necessidades nominais anuais de energia para aquecimento, N_i , e arrefecimento, N_v , e admitindo que não existem consumos de energia associados à ventilação mecânica e de sistemas de aproveitamento de energias renováveis, mas incluindo os sistemas de energia solar para produção de AQS, considerando os valores e condições de referencia indicados em tabela presente no regulamento, em substituição das soluções previstas ou instaladas no edifício.

2.6.8. Requisitos mínimos de qualidade térmica para a envolvente dos edifícios

Os elementos e soluções construtivas de edifícios novos e sujeitos a intervenções, devem estar devidamente caracterizados em termos do seu comportamento térmico ou das características técnicas que possam determinar ou afetar esse comportamento.

2.6.8.1 Zona de envolvente opaca

Para ambos os regulamentos, nenhum elemento da zona corrente da envolvente opaca do edifício, como paredes, pavimentos e coberturas, deverá ter um coeficiente de transmissão térmica, U , superior a um valor máximo estipulado nos regulamentos. Esses valores máximos, que também dependem da zona climática de Inverno do local, são praticamente iguais em ambos os regulamentos, apenas com uma ligeira diferença no valor dos elementos da envolvente em contato com o exterior ou com ENU com coeficiente de redução de perdas

superior a 0,7 para a zona climática II, em que o RCCTE apresenta um valor máximo de U de $1,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ e a nova proposta apresenta um valor de $1,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Todos os outros valores são exatamente iguais.

Todas as zonas de qualquer elemento opaco que constituem zona de PTP, devem ter um valor de U não superior ao dobro dos elementos homólogos adjacentes em zona corrente, e que respeite sempre os valores máximos. Ou seja, todas as zonas em PTP têm que cumprir cumulativamente as seguintes condições, sendo que esta metodologia também é igual em ambos os regulamentos:

$$U_{PTP} \leq U_{zona \text{ corrente}} \quad (21)$$

$$U_{PTP} \leq U_{máximo} \quad (22)$$

No entanto, a proposta de revisão admite que se pode dispensar esta verificação, nos situações em que se verifique que o valor de U_{PTP} seja menor ou igual a $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

2.6.8.1 Zona de vãos envidraçados

Os envidraçados cujo somatório das áreas dos vãos envidraçados seja superior a 5% da área de pavimento do compartimento servido por estes, e desde que não sejam orientados a Noroeste e Nordeste, devem apresentar um fator solar global do vão envidraçados com os dispositivos de proteção 100% ativados, sendo que:

- De acordo com o RCCTE, o fator solar não deve exceder os fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados, presentes em tabela no respetivo regulamento;
- Na proposta de revisão o fator solar tem que obedecer às seguintes condições:

a) Se $A_{\text{envidraçados}} \leq 15\% A_{\text{pavimento}}$

$$g_T \times F_o \times F_f \leq g_{Tmáx} \quad (23)$$

b) Se $A_{\text{envidraçados}} > 15\% A_{\text{pavimento}}$

$$g_T \times F_o \times F_f \leq g_{T\text{máx}} \times \frac{0,15}{\left(\frac{A_{\text{envidraçados}}}{A_{\text{pavimento}}}\right)} \quad (24)$$

Os valores dos fatores solares máximo admissíveis para vãos envidraçados, que dependem da classe de inércia térmica e da zona climática de Verão do local, são exatamente iguais para ambos os regulamentos.

Capítulo 3 – Caso de Estudo

3.1. Descrição da Fração Autónoma

Serão apresentados os procedimentos necessários para a certificação energética de uma habitação de tipologia T2 existente. Esta habitação está implementada num edifício de habitação multifamiliar situado na Rua Pinheiro D'Aquém n° 122, na freguesia de Valbom, em Gondomar. A proprietária é a Sr^a Maria Rosenda Ribeiro Lomar, mãe do autor deste texto, Ricardo Filipe Lomar Coelho.

Em anexo são fornecidos todos os elementos necessários à instrução de um processo de certificação energética de uma FA.



Figura 2 - Implantação do edifício

Fonte: Google Earth – Coordenada GPS: 41° 8'22.79"N; 8°33'15.44"W

O edifício está implantado no interior de uma zona urbana, à cota de 72m, e desenvolve-se em R/C (elevado) e 3 pisos, destinados a habitação. Nas traseiras, ao nível do solo, existe uma garagem individual para cada uma das FA do edifício. Este edifício é constituído por

duas habitações por piso, sendo que no total existem oito FA, das quais apenas para uma irá ser estudado o seu desempenho energético. A FA a analisar situa-se no 3º andar esquerdo, no último piso de habitação deste edifício. Esta FA é constituída por cozinha, dois quartos, sala, quarto de banho, átrio, hall, despensa, uma varanda, e uma marquise, como se verificar na seguinte planta.

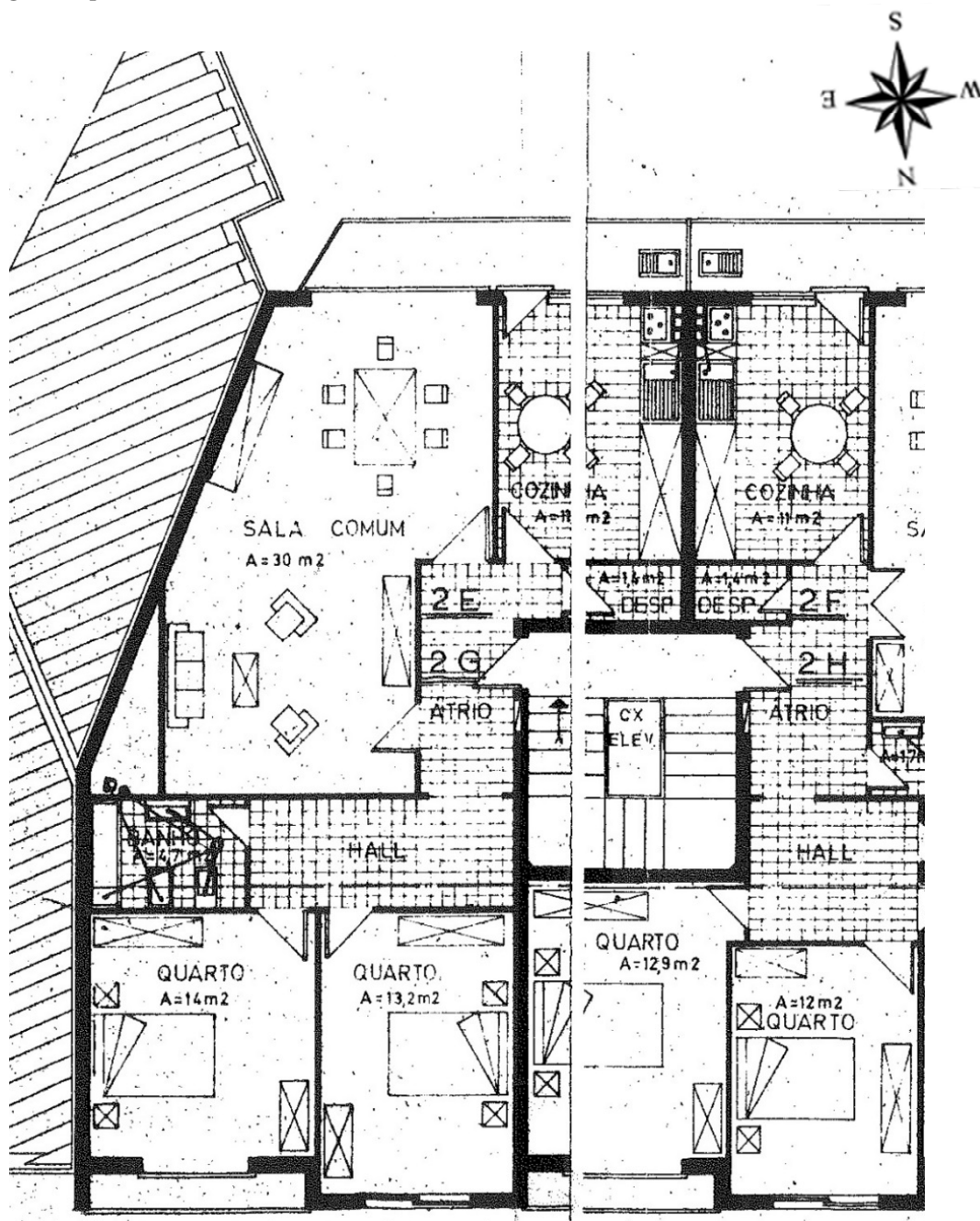


Figura 3 - Planta da FA do projeto de arquitetura sem escala

O edifício foi construído em 1988 e a FA a certificar está descrita na 1ª Conservatória do Registo Predial do Porto, sob o nº 122, artigo matricial nº2374 e com a designação de fração G2.

De acordo com o artigo 2º do Despacho nº 10250/2008, Modelos de Certificados de Desempenhos Energéticos e de Qualidade do Ar Interior, o modelo a aplicar a esta Fração Autónoma será o HsC – habitação sem climatização, correspondente a edifícios de habitação ou frações de edifícios de habitação que não disponham de sistema de climatização ou cujo sistema de climatização tenha uma potência térmica, correspondente à maior das potências de aquecimento ou arrefecimento ambiente, igual ou inferior a 25 kW. Neste caso, a FA não dispõe de qualquer equipamento de aquecimento ou arrefecimento.

O edifício apresenta a fachada principal orientada a Norte e a fachada posterior a Sul que se encontram representadas nas Figuras 4 e 5.



Figura 4 - Fachada principal orientada a Norte

Figura 5 - Fachada posterior orientada a Sul

3.1.1. Levantamento fotográfico

Foi realizado um levantamento fotográfico do edifício e dos elementos interiores da FA com interesse para este estudo.



Figura 6 - Alçado principal, orientado a Norte



Figura 7 - Alçado posterior, orientado a Sul



Figura 8 - Alçado lateral, orientado a Nascente e Sudeste



Figura 9 - Alçado lateral, orientado a Poente (não pertence à FA)



Figura 10 - Quarto 1, orientado a Norte



Figura 11 - Envidraçado do Quarto 1



Figura 12 - Quarto 2, orientado a Norte



Figura 13 - Envidraçado do Quarto 2



Figura 14 - Sala de Estar



Figura 15 - Sala de Jantar



Figura 16 - Envidraçado da Sala



Figura 17 - Cozinha



Figura 18 - Envidraçado da Cozinha



Figura 19 - Porta Envidraçada da Cozinha



Figura 20 - Marquise, orientada a Sul



Figura 21 - Esquentador a Gás para AQS

3.2. Aplicação do Decreto-Lei nº80/2006 e Nota Técnica NT-SCE-01 [8,11]

3.2.1. Levantamento dimensional

3.2.1.1 Pé direito

O pé direito foi determinado medindo a altura pelo interior, entre o pavimento e o teto da FA. Uma vez que é constante, 2,70m em toda a FA, utilizou-se o mesmo valor quer para o método detalhado, quer para o método simplificado.

3.2.1.2 Área útil de pavimento

Método Detalhado

Para a determinação da área útil de pavimento foi utilizada a metodologia preconizada no RCCTE, ou seja, somando todas as áreas, medidas em planta pelo perímetro interior das paredes, de todos os compartimentos da FA, incluindo circulações internas, instalações sanitárias e armários embutidos nas paredes.

As áreas foram medidas pelo autor deste texto na FA, tendo-se obtido os seguintes valores:

Tabela 34 – Área útil de Pavimento (A_p) – Método Detalhado

Compartimento	Área (m ²)
Quarto 1	14,06
Quarto 2	12,90
W/C	4,42
Hall	6,97
Átrio	6,33
Sala	33,02
Cozinha	11,17
Despensa	1,85
Área Útil de Pavimento (A_p)	90,72 m²

Método Simplificado

Para o método simplificado, e de acordo com a NT-SCE-01, o cálculo da área útil de pavimento foi efetuado, medindo a área de pavimento contabilizando a área de contato com paredes divisórias com os pavimentos, sendo neste caso a área útil igual a 90% da área medida. O cálculo da área foi efetuado com recurso à planta da habitação.

Tabela 35 – Área útil de Pavimento (Ap) – Método Simplificado

Área medida na Planta (m ²)	93,91
% de Redução devido às Paredes Divisórias	90%
Área Útil de Pavimento (Ap)	84,52 m²

3.2.1.3 Área de envidraçados

A área de envidraçados foi determinada com recurso a medições efetuadas na FA pelo autor deste texto, sendo que não existe diferença independentemente do método utilizado.

Tabela 36 - Área dos vãos envidraçados

Envidraçados Exteriores					
Elemento	Orientação	Dimensões (m)		Área (m ²)	Constituição
Envidraçado Quarto 1	N	1,60	2,10	3,36	Vidro simples com persiana pelo exterior
Envidraçado Quarto 2	N	1,60	1,15	1,84	Vidro simples com persiana pelo exterior
Total	N			5,20	
Envidraçados para ENU's					
Envidraçado Sala	S	2,30	1,20	2,76	Vidro simples com persiana pelo exterior
Envidraçado Cozinha	S	0,80	1,20	0,96	Vidro simples com persiana pelo exterior
Porta para Marquise	S	0,80	2,05	1,64	Vidro simples
Total	S			5,36	

3.2.1.4 Área de paredes exteriores e paredes para ENU

A área de paredes exteriores e paredes para ENU foi determinada com recurso a medições efetuadas na FA pelo autor deste texto, sendo que não existe diferença em função do método utilizado.

Tabela 37 - Área das paredes exteriores e das paredes para ENU

Elemento	Orientação	Área (m ²)
Parede Exterior	E	14,85
Parede Exterior	N	12,89
Parede Exterior	SE	14,31
Parede Exterior	S	1,35
Total		43,40
Parede para Marquise	----	12,06
Parede das "courettes"	----	10,13
Parede para Caixa de Escadas	----	15,30
Porta para Caixa de Escadas	----	1,85
Total		37,48

3.2.2 Dados climáticos

O edifício situa-se na freguesia de Valbom, concelho de Gondomar e, de acordo com o RCCTE, na Zona Climáticas I2 e V1 N.

Os dados climáticos que necessitamos para efetuar os cálculos, constam no Anexo III do RCCTE e são os seguintes:

- Altitude de 72m < 400m
- Dados para a Estação de Aquecimento:
 - Graus-dias de Aquecimento (GD) – 1620 °C.dias;

- Duração da Estação (M) – 7 meses;
- Energia solar média mensal incidente numa superfície vertical orientada a Sul (G_{sul}) – 93 kWh/m².mês.

- Dados para a Estação de Arrefecimento:

- Temperatura média – 19 °C;
- Intensão de Radiação Solar – N = 200 kWh/m²; SE = 430 kWh/m²; E = 420 kWh/m²; S = 380 kWh/m²;

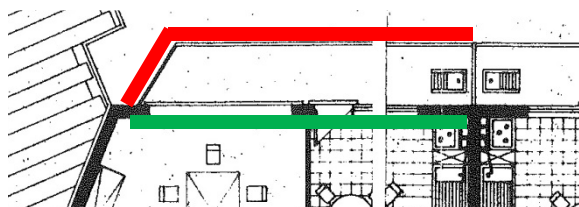
3.2.3 Quantificação dos parâmetros térmicos

3.2.3.1. Coeficiente de redução de perdas - (τ)

Método Detalhado

Para a quantificação do coeficiente de redução de perdas, τ , foi utilizada a metodologia descrita na tabela IV.1 do RCCTE. Foi necessário determinar a relação entre a área do espaço não aquecido em contacto com espaços aquecidos, ou seja, a área que contribui para aquecer o espaço não útil, A_i e a área do espaço não aquecido em contacto com o exterior, ou seja, a área que contribui para o arrefecimento do espaço não aquecido, A_u .

- Determinação do τ da marquise:



— Área em contacto com o exterior, A_u .

— Área em contacto com o interior, A_i .

Figura 22 - Esquema representativo da marquise

$$A_i = 6,25 \times 2,70 \quad \leftrightarrow \quad A_i = 16,88 \text{ m}^2$$

Para a determinação do valor de A_i não foi contabilizada a área de cobertura da marquise em virtude de não ser exterior mas ser para o desvão.

$$A_u = (6,25 + 1,10) \times 2,85 \quad \leftrightarrow \quad A_u = 19,67 \text{ m}^2$$

$$\frac{A_i}{A_u} = \frac{16,88}{19,67} \quad \leftrightarrow \quad \frac{A_i}{A_u} = 0,86 \text{ m}^2 \quad \rightarrow \text{Tabela IV.1 do RCCTE} \quad \rightarrow \quad \tau = 0,8$$

- Determinação do τ do desvão da cobertura:

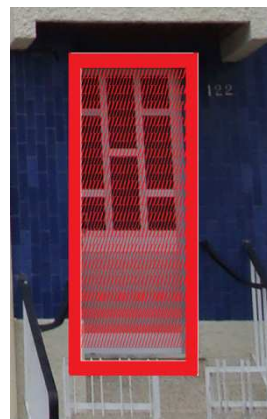
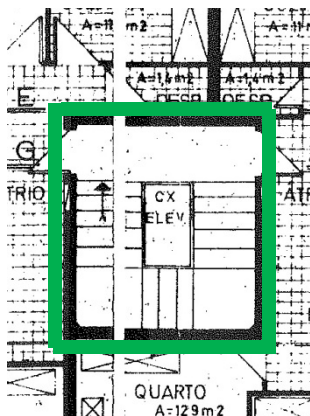
Como a cobertura é de telha cerâmica sem qualquer forro, é considerado um desvão fortemente ventilado, então:



→ Tabela IV.1 do DL nº 80/2006 → $\tau = 1,0$

Figura 23 - Desvão em Cobertura da FA

- Determinação do τ da caixa de escadas:



— Área em contato com o exterior, A_u .

— Área em contato com o interior, A_i .

Figura 24 - Esquema representativo da caixa de escadas do edifício

$$A_i = (4,0 \times 2 + 3,8 \times 2) \times 2,70 \times 4 \text{ pisos} \quad \leftrightarrow \quad A_i = 168,48 \text{ m}^2$$

$$A_u = 1,10 \times 2,75 \quad \leftrightarrow \quad A_u = 3,025 \text{ m}^2$$

$$\frac{A_i}{A_u} = \frac{168,48}{3,025} \leftrightarrow \frac{A_i}{A_u} = 55,70 \text{ m}^2$$

Porta do R/C sem abertura permanente para o exterior → Tabela IV.1 RCCTE → $\tau = 0$

- Determinação do τ da courette:

O RCCTE nada especifica em relação às courettes. Recorrendo ao documento Perguntas & Resposta sobre o RCCTE publicado em Maio de 2011 pela ADENE, considera-se que: “A courette encontra-se localizada na FA, no seu interior encontram-se condutas que fazem ventilação mecânica de uma das instalações sanitárias da fração, no entanto a courette não é ventilada”.

“Neste caso uma vez que a courette é não ventilada poderá ser desprezada a sua existência para efeitos de cálculo de RCCTE, sendo necessário no entanto verificar os requisitos de envolvente exterior (aplicando isolamento, se necessário) na parede que faz a separação da courette com o exterior. Esta situação é aplicável às courettes das lareiras”. [17]

A lareira embora não esteja assinalada na planta existe na FA.

Assim, de acordo com este documento, este espaço não útil irá ser desprezado.

Podemos resumir os diferentes valores obtidos para os coeficientes de redução de temperatura na tabela seguinte.

Tabela 38 - Valores do coeficiente de redução de perdas, τ - Método Detalhado

Espaço não útil	τ
Marquise	0,8
Desvão do Telhado	1
Caixa de Escadas	0
Courette	Desprezado

Sempre que um ENU apresenta um valor de $\tau > 0,7$, a envolvente é considerada com requisitos de exterior sendo necessário calcular as respetivas pontes térmicas lineares.

As envolventes da FA de acordo como o método detalhado são apresentadas na Figura 25, em que:

- Envolvente exterior
- Envolvente interior com requisito de interior ($\tau \leq 0,7$)
- Envolvente interior com requisitos de exterior ($\tau > 0,7$)
- Envolventes sem requisitos

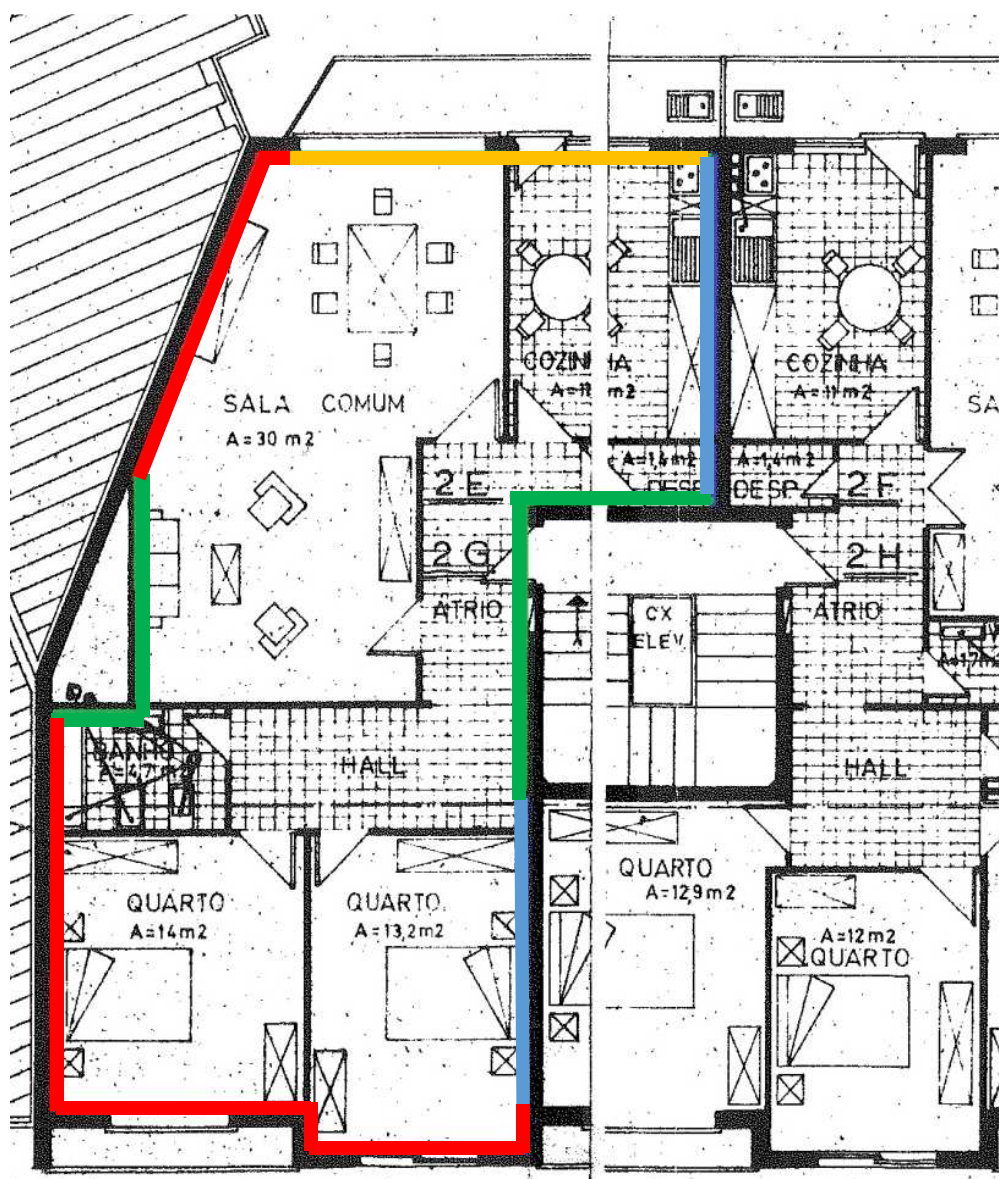


Figura 25 - Delimitação das envolventes da FA - Método Detalhado

Método Simplificado

De acordo com a NT-SCE-01, atribui-se um valor convencional de 0,75 para todos ENU.

Tabela 39 - Valores do coeficiente de redução de perdas, τ - Método Simplificado

Espaço não útil	τ
Marquise	0,75
Desvão do Telhado	
Caixa de Escadas	
Courette	Desprezado

As envolventes da FA de acordo como o método simplificado são apresentadas na Figura 26, em que:

- Envolvente exterior
- Envolvente interior com requisito de interior ($\tau \leq 0,7$)
- Envolvente interior com requisitos de exterior ($\tau > 0,7$)
- Envolventes sem requisitos

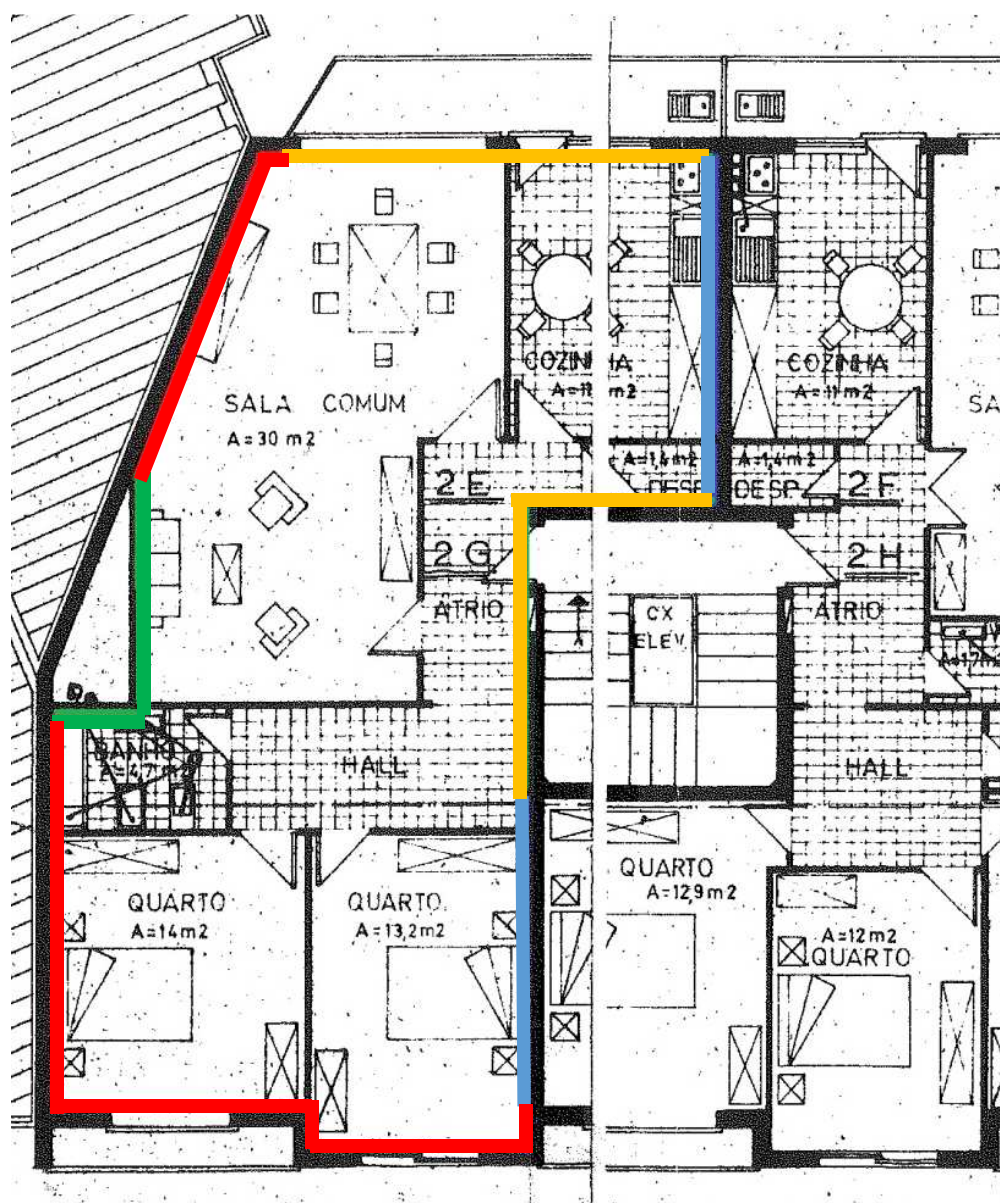


Figura 26 - Delimitação das envolventes da FA - Método Simplificado

3.2.3.2. Coeficientes de transmissão térmica - (U)

Como não são conhecidas as soluções construtivas da FA, foram utilizadas as publicações do LNEC, o ITE 50 e o ITE 54 para a determinação dos coeficientes de transmissão térmica quer para o método detalhado quer para o método simplificado. A medição da espessura das paredes foi efetuada no local e a construção do edifício é posterior a 1960.

3.2.3.2.1. Pontes térmicas planas

Como não se sabe a localização dos pilares e vigas da FA em estudo, não é possível determinar as PTP de acordo com o RCCTE, sendo que para a sua determinação, foi utilizada, para ambos os métodos, as simplificações da Nota Técnica NT-SCE-01.

Então, de acordo como o Anexo II – Coeficiente de redução de perdas, contabilização de pontes térmicas e de perdas por elementos em contacto com o solo da Nota Técnica NT-SCE-01 relativa ao “Método de cálculo para a certificação energética de edifícios existentes no âmbito do RCCTE” publicada pela ADENE, utilizamos as regras de simplificação previstas no Quadro III, do referido Anexo, em que se refere que podemos ignorar a determinação das áreas das pontes térmicas planas. Como a solução construtiva não garante a ausência de pontes térmica planas, deve majorar-se o valor de U na zona corrente de 35%.

3.2.3.2.2. Paredes exteriores

- Parede Exterior a Norte e Sul

Espessura da parede = 35 cm

Segundo o Quadro II.3 do ITE 54, referente a paredes rebocadas (posteriores a 1960) para paredes simples ou duplas → $U = 0,96 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Como não se sabe a localização das PTP este valor de U deverá ser majorado em 35% para compensar a presença das mesmas. Então:

$$U = 0,96 \times 1,35 \leftrightarrow U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

- Parede Exterior a Nascente e Sudeste

Espessura da parede = 40 cm

Segundo o Quadro II.3 do ITE 54, referente a paredes rebocadas (posteriores a 1960) para paredes simples ou duplas → $U = 0,96 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Este valor de U também deverá ser majorado em 35% para compensar a presença de PTP.

Então:

$$U = 0,96 \times 1,35 \leftrightarrow U = 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

3.2.3.2.3. Paredes e coberturas para “espaços não úteis”

- Parede para Marquise

Espessura da parede = 35 cm

Segundo o Quadro II.3 do ITE 54, referente a paredes rebocadas (posteriores a 1960) para paredes simples ou duplas → $U = 0,96 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Como no ITE 54 os valores apresentados correspondem a paredes exteriores, é necessário corrigir o valor de U considerando duas vezes a resistência térmica superficial interior, R_{si} , e desprezando a exterior, R_{se} .

$$R_{si} = 0,13 (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$$

$$R_{se} = 0,04 (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$$

Então:

$$R_t = \frac{1}{0,96} - 0,04 + 0,13 \leftrightarrow R_t = 1,132 (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_t} \leftrightarrow U = \frac{1}{1,132} \leftrightarrow U_{\text{Corrigido}} = 0,88 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Este valor de U também deverá ser majorado em 35% para compensar a presença de PTP.

Então:

$$U = 0,88 \times 1,35 \leftrightarrow U = 1,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

- Parede para Caixa de Escadas

Espessura da parede = 20 cm

Segundo o Quadro II.3 do ITE 54, referente a paredes rebocadas (posteriores a 1960) para paredes simples ou duplas $\rightarrow U = 1,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Como no ITE 54 os valores apresentados correspondem a paredes exteriores, é necessário corrigir novamente o valor de U.

Então:

$$Rt = \frac{1}{1,7} - 0,04 + 0,13 \leftrightarrow Rt = 0,678 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$$

$$U = \frac{1}{Rt} \leftrightarrow U = \frac{1}{0,678} \leftrightarrow U_{\text{Corrigido}} = 1,47 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Este valor de U também deverá ser majorado em 35% para compensar a presença de PTP.

Então:

$$U = 1,47 \times 1,35 \leftrightarrow U = 1,98 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

- Laje de teto para Desvão da Cobertura

Espessura do pavimento = 25 cm

Laje Aligeirada com blocos cerâmicos

Segundo o Quadro II.17 do ITE 50, referente a coberturas inclinadas sem isolamento térmico e com fluxo ascendente \rightarrow Interpolando $\rightarrow U = 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

- Porta para Caixa de Escadas

O valor de U da porta para caixa de escadas foi retirado de um documento técnico francês denominado Régles th-U.

Espessura da porta de madeira = 5cm → $U = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Como o valor apresentado corresponde a porta exterior, é necessário também corrigir o valor de U visto que esta porta está localizada entre a FA e um ENU.

$$Rt = \frac{1}{3,5} - 0,04 + 0,13 \quad \leftrightarrow \quad Rt = 0,376 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$$

$$U = \frac{1}{Rt} \quad \leftrightarrow \quad U = \frac{1}{0,376} \quad \leftrightarrow \quad U_{\text{Corrigido}} = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

3.2.3.2.4. Envidraçados exteriores

A determinação dos coeficientes de transmissão térmica, U, dos envidraçados foi realizada de acordo com o Anexo III do ITE 50, do LNEC, quer para o método detalhado quer para o método simplificado.

- Envidraçados dos Quartos (orientados a Norte)

Estes envidraçados são constituídos por janela simples com vidro simples, com caixilharia metálica e de correr e apresentam persiana exterior de cor branca.

Segundo o Quadro III.2 do ITE 50, referente a vãos envidraçados verticais, com caixilharia metálica e sem corte térmico → $U = 4,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

3.2.3.2.5. Envidraçados para “espaços não úteis”

A determinação dos coeficientes de transmissão térmica, U, dos envidraçados foi realizada de acordo com o Anexo III do ITE 50, do LNEC.

- Envidraçado da Sala e da Cozinha (orientados a Sul)

Estes envidraçados apresentam as mesmas características dos envidraçados exteriores.

Segundo o Quadro III.2 do ITE 50, referente a vãos envidraçados verticais, com caixilharia metálica e sem corte térmico → $U = 4,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Como no ITE 54 os valores apresentados correspondem a envidraçados exteriores, é necessário corrigir o valor de U, visto que esta parede está para um ENU.

$$Rt = \frac{1}{4,1} - 0,04 + 0,13 \quad \leftrightarrow \quad Rt = 0,334 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$$

$$U = \frac{1}{Rt} \quad \leftrightarrow \quad U = \frac{1}{0,334} \quad \leftrightarrow \quad U_{\text{Corrigido}} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

- Porta Envidraçada da Cozinha (orientada a Sul)

Porta em vidro simples, com caixilharia metálica e sem qualquer sistema de proteção.

Segundo o Quadro III.2 do ITE 50, referente a vãos envidraçados exteriores verticais, com caixilharia metálica e sem corte térmico → $U = 6,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Novamente devemos corrigir este valor por se tratar de um envidraçado para um ENU.

$$Rt = \frac{1}{4,1} - 0,04 + 0,13 \quad \leftrightarrow \quad Rt = 0,251 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$$

$$U = \frac{1}{Rt} \quad \leftrightarrow \quad U = \frac{1}{0,251} \quad \leftrightarrow \quad U_{\text{Corrigido}} = 4,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

3.2.3.2.6 Pontes térmicas lineares

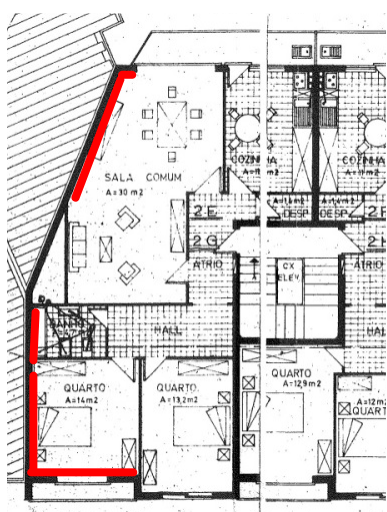
Método Detalhado

Os valores dos coeficientes de transmissão térmica lineares, ψ , são apresentados na tabela IV.3 do RCCTE para as situações mais correntes na construção em Portugal. No caso de pontes térmicas lineares não consideradas na tabela pode considerar-se um valor convencional de $\psi = 0,5 \text{ W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$, ou adotar um valor calculado segundo a metodologia definida na norma EN ISO 10211-1.

- Paredes Exteriores

Como não existe isolamento térmico nas paredes exteriores e o RCCTE não apresenta tabelas para esta solução construtiva, logo é considerado para todas as PTL associadas às paredes exteriores um coeficiente de transmissão térmica linear, ψ , de **0,5 W/(m.°C)**.

Ligação da fachada com pavimentos intermédios

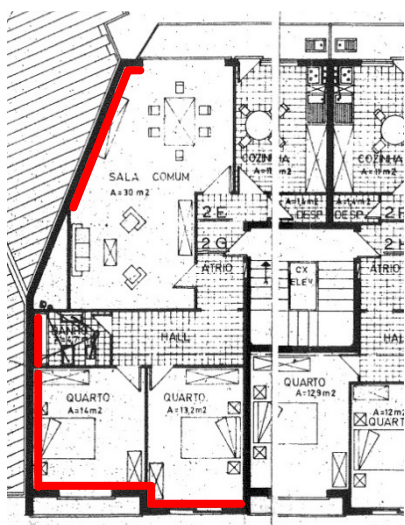


$$B = 3,0 + 3,80 + 1,70 + 5,30 + 0,50 \quad \leftrightarrow$$

$$B = 14,30 \text{ m}$$

Figura 27 - Ligação da fachada com pavimento intermédio

Ligação da fachada com cobertura inclinada

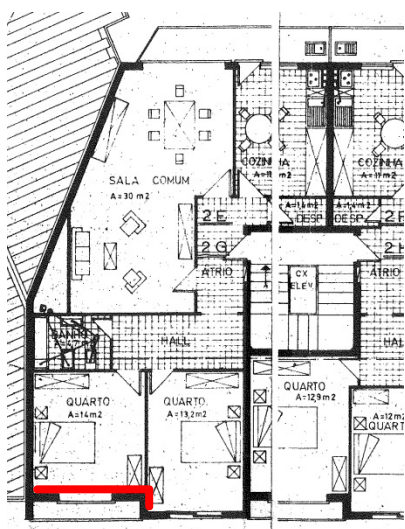


$$B = 3,0 + 3,70 + 0,30 + 3,80 + 1,70 + 5,30 + 0,50 \quad \leftrightarrow$$

$$B = 18,30 \text{ m}$$

Figura 28 - Ligação da fachada com cobertura inclinada

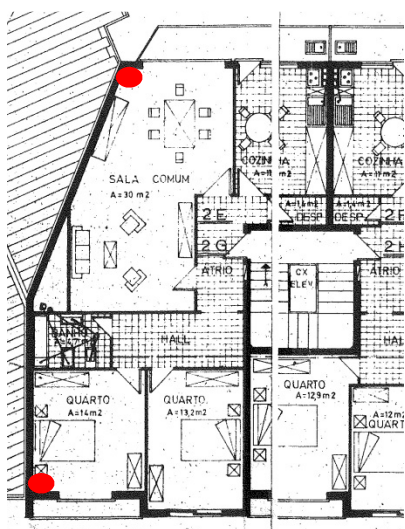
Ligação da fachada com varanda



$$B = 3,70 + 0,30 \leftrightarrow B = 4,0 \text{ m}$$

Figura 29 - Ligação da fachada com varanda

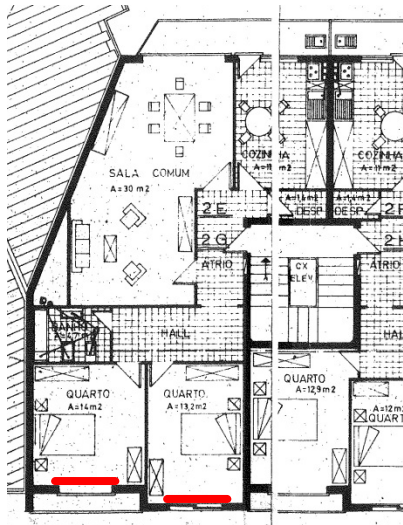
Ligação de duas paredes verticais



$$B = 2,70 \times 2 \leftrightarrow B = 5,40 \text{ m}$$

Figura 30 - Ligação de duas paredes verticais

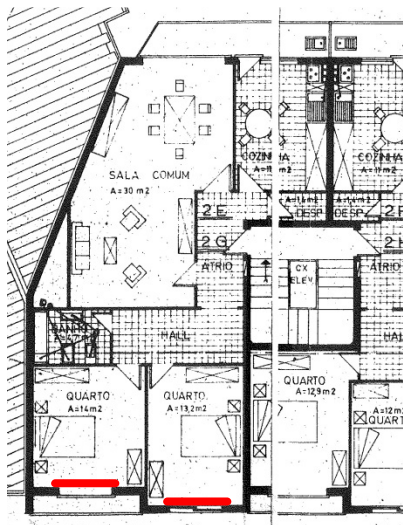
Ligação da fachada com caixa de estore



$$B = 1,60 + 1,60 \leftrightarrow B = 3,20 \text{ m}$$

Figura 31 - Ligação da fachada com caixa de estore

Ligação da fachada com caixilharia



$$B = (1,60 \times 2 + 2,10 \times 2) + (1,60 \times 2 + 1,15 \times 2) \leftrightarrow$$

$$B = 12,90 \text{ m}$$

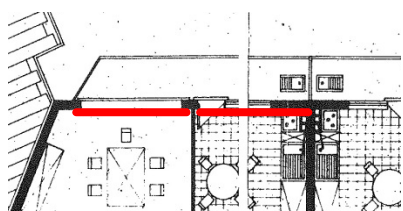
Figura 32 - Ligação da fachada com caixilharia

- Paredes para Espaços Não Úteis

Uma vez que a Marquise apresenta um valor de τ de 0,8 (logo superior a 0,7), teremos que calcular as PTL existentes entre a FA e a marquise.

Como não existe isolamento térmico nas paredes exteriores e o RCCTE não apresenta tabelas para esta solução construtiva, logo é considerado um $\psi = 0,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$.

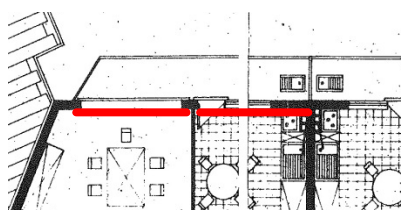
Ligação da parede da marquise com pavimento



$$B = 3,55 + 2,90 \leftrightarrow B = 6,45 \text{ m}$$

Figura 33 - Ligação da parede da marquise com pavimento

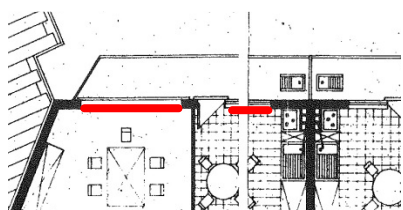
Ligação da parede da marquise com cobertura inclinada



$$B = 3,55 + 2,90 \leftrightarrow B = 6,45 \text{ m}$$

Figura 34 - Ligação da parede da marquise com cobertura inclinada

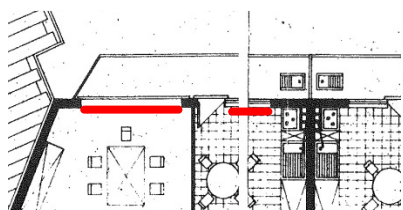
Ligação da parede da marquise com caixa de estore



$$B = 2,30 + 0,80 \leftrightarrow B = 3,10 \text{ m}$$

Figura 35 - Ligação da parede da marquise com caixa de estore

Ligação da parede da marquise com caixilharia



$$B = (2,30 \times 2 + 1,20 \times 2) + (0,80 \times 2 + 1,20 \times 2) \leftrightarrow B = 16,70 \text{ m}$$

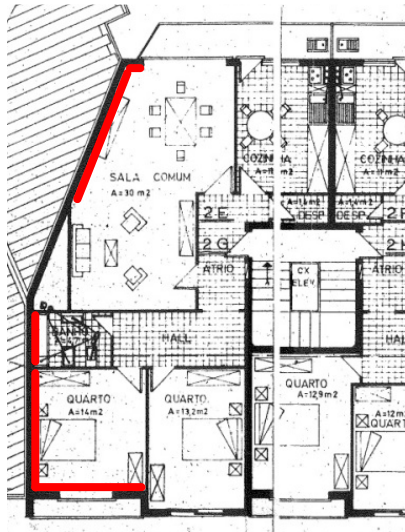
Figura 36 - Ligação da parede da marquise com caixilharia

Método Simplificado

Considerou-se apenas o desenvolvimento linear total das ligações de fachadas com pavimentos, cobertura ou varanda e utilizou-se um valor convencional de $\Psi = 0,75$

W/(m.°C), desprezando-se assim as ligações de fachada com caixa de estore, caixilharia e entre duas paredes verticais.

Ligação da fachada com pavimentos Intermédios

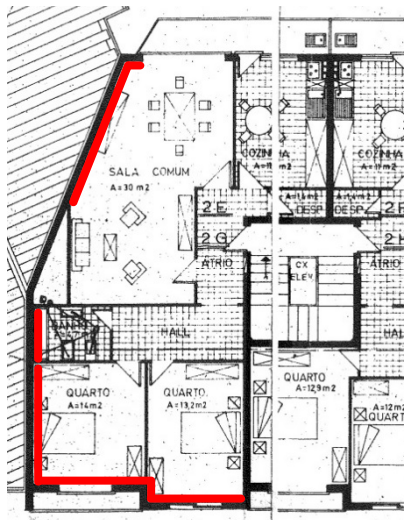


$$B = 3,0 + 3,80 + 1,70 + 5,30 + 0,50 \quad \leftrightarrow$$

$$B = 14,30 \text{ m}$$

Figura 37 - Ligação da fachada com pavimento intermédio

Ligação da fachada com cobertura inclinada

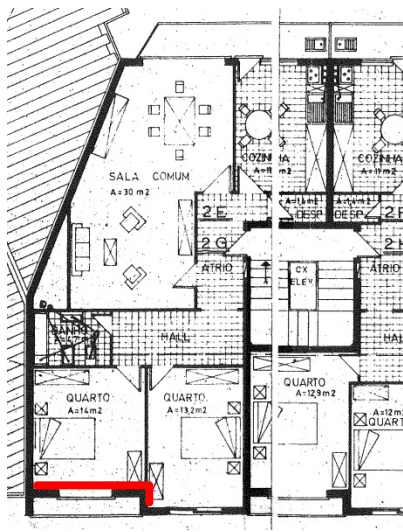


$$B = 3,0 + 3,70 + 0,30 + 3,80 + 1,70 + 5,30 + 0,50 \quad \leftrightarrow$$

$$B = 18,30 \text{ m}$$

Figura 38 - Ligação de fachada com cobertura inclinada

Ligação da fachada com varanda



$$B = 3,70 + 0,30 \leftrightarrow B = 4,0 \text{ m}$$

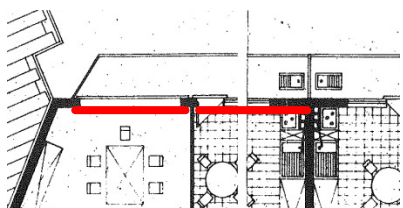
Figura 39 - Ligação de fachada com varanda

- Paredes para Espaços Não Úteis

Nesta metodologia todos os ENU tomam o valor de 0,75 pelo que terão que ser contabilizadas todos os coeficientes ψ associadas às PTL desta parede.

Considerou-se, de acordo com a NT-SCE-01, um valor de $\psi = 0,75 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$.

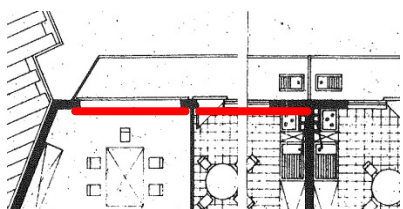
Ligação da parede da marquise com pavimento



$$B = 3,55 + 2,90 \leftrightarrow B = 6,45 \text{ m}$$

Figura 40 - Ligação da parede da marquise com pavimento

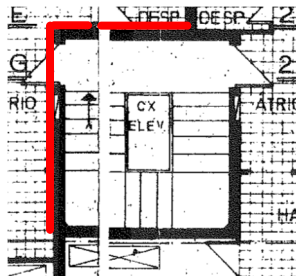
Ligação da parede da marquise com cobertura inclinada



$$B = 4,0 - 0,10 + 0,60 + 1,85 \leftrightarrow B = 6,35 \text{ m}$$

Figura 41 - Ligação da parede da marquise com cobertura inclinada

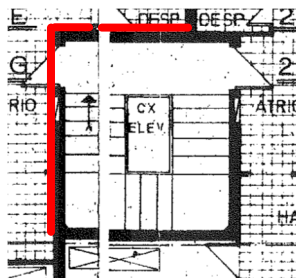
Ligação da parede da caixa de escadas com pavimento



$$B = 4,0 - 0,10 + 0,60 + 1,85 \leftrightarrow B = 6,35 \text{ m}$$

Figura 42 - Ligação da parede da caixa de escadas com pavimento

Ligação da parede da caixa de escadas com cobertura inclinada



$$B = 4,0 - 0,10 + 0,60 + 1,85 \leftrightarrow B = 6,35 \text{ m}$$

Figura 43 - Ligação da parede da caixa de escadas com cobertura inclinada

3.2.4. Fatores relativos aos vãos envidraçados

3.2.4.1 Fatores solar dos vãos envidraçados

Para a estação de aquecimento:

Para a determinação dos ganhos solares dos envidraçados na estação de aquecimento, foi considerado o fator solar correspondente a o valor do vidro com uma cortina interior muito transparente e de cor clara, uma vez que se trata de uma FA destinada a habitação. De acordo com os valores indicados no Quadro V.4 do RCCTE, considerou-se, para ambos os métodos, o seguinte valor:

Vidros Simples (orientados a Norte) - $g \perp = 0,70$

Para os restantes envidraçados não foram contabilizados os respetivos fatores solares, em virtude de não serem envidraçados exteriores.

Para a estação de arrefecimento:

Para a determinação dos ganhos solares dos envidraçados na estação de arrefecimento, foi considerado o fator solar correspondente à soma de 70% do valor do vidro com o dispositivo de proteção, persiana exterior com 30% do valor do vidro. De acordo com os valores indicados no Quadro V.4 do RCCTE, considerou-se, para ambos os métodos, os seguintes valores:

Vidro Simples + Persianas plásticas de cor branca $g_{\perp} (v + p) = 0,07$

Vidros Simples (orientados a Norte) $-g_{\perp} = 0,70 \times 0,07 + 0,30 \times 0,85 \leftrightarrow g_{\perp} = 0,30$

3.2.4.2. Fator de obstrução dos vãos envidraçados

Para a estação de aquecimento:

Método Detalhado

Para a determinação das necessidades nominais de energia na estação de aquecimento, necessitamos de calcular os ganhos solares pelos envidraçados. Para este cálculo foi utilizada a metodologia proposta no RCCTE.

Os envidraçados dos quartos, **orientados a Norte**, de acordo com o RCCTE tomam os seguintes valores:

- **Fator de Orientação, X**, segundo o Quadro IV.4 do RCCTE, toma o valor de **0,27**.
- **Fração Envidraçada, Fg**, segundo o Quadro IV.5 do RCCTE, toma o valor de **0,70** porque se trata de uma janela de alumínio;

- **Fator de Seletividade Angular, F_w** , segundo o ponto 4.3.5 do RCCTE, toma o valor de **0,90** visto que se trata de um vidro simples corrente;
- **Fator de Obstrução, F_s** , pode ser calculado pela seguinte equação:

$$F_s = F_h \times F_o \times F_f$$

- **F_h** , é o fator de sombreamento do horizonte por obstruções longínquas exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício.

- **F_o** , é o fator de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao envidraçado.

- **F_f** , é o fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado.

Como o produto de $X \times F_s$ deverá ser sempre superior a **0,27** e estes envidraçados apresentam um $X = 0,27$ então o valor de $F_s = 1,0$

Os valores calculados das necessidades nominais de aquecimento e o preenchimento de todas as folhas de cálculo são apresentados no Anexo D.

Método Simplificado

De acordo com as regras de simplificação impostas pela NT-SCE-01, para o cálculo das necessidades nominais de energia, os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados podem ser calculados assumindo que o produto $F_s \times F_g \times F_w$ toma o valor de 0,57 para envidraçados a Norte e restantes orientações, sem sombreamento. Os valores calculados das necessidades nominais de aquecimento e o preenchimento de todas as folhas de cálculo são apresentados no Anexo E.

Para a estação de arrefecimento:**Método Detalhado**

Nesta estação existem perdas devido ao efeito da temperatura média exterior ser de 19°C, que é inferior à temperatura de conforto que é de 25°C, e existem ganhos devido ao efeito da radiação solar e aos ganhos internos.

Para a determinação dos ganhos pela envolvente opaca, considerou-se que toda a envolvente apresenta um revestimento de cor clara, com exceção da envolvente a Norte que se considerou de cor escura. Assim, segundo o Quadro V.5 do RCCTE, $\alpha=0,4$ para as envolventes a Nascente, Sudeste e Sul, e $\alpha=0,8$ para a envolvente a Norte.

Para a determinação das necessidades nominais de energia na estação de aquecimento, necessitamos de calcular os ganhos solares pelos envidraçados. Para este cálculo foi utilizada a metodologia proposta no RCCTE.

Os envidraçados dos quartos, **orientados a Norte**, de acordo com o RCCTE tomam os seguintes valores:

- **Fração Envidraçada, F_g** , segundo o Quadro IV.5 do RCCTE, toma o valor de **0,70** porque se trata de uma janela de alumínio;
- **Fator de Seletividade Angular, F_w** , segundo o ponto 4.3.5 do RCCTE, toma o valor de **0,85** visto que se trata de um vidro simples orientado a Norte;
- **Fator de Obstrução, F_s** , pode ser calculado pela seguinte equação:

$$F_s = 1,0 \times F_o \times F_f \quad (25)$$

- **F_o** , é o fator de sombreamento por elementos horizontais sobrepostos ao envidraçado.

Segundo a Tabela V.1 do RCCTE toma o valor de **1,0** por se tratar de um envidraçado orientado a Norte.

- F_f , é o fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado. Segundo a Tabela V.2 do RCCTE toma o valor de **1,0** por se tratar de um envidraçado orientado a Norte.

$$\text{Então, } F_s = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \leftrightarrow F_s = \mathbf{1,0}$$

Esta regra é de aplicação obrigatória para a estação de aquecimento. No entanto, na estação de arrefecimento, a sua aplicação não é explícita no RCCTE e se não for considerada estaremos a majorar os ganhos solares pelos envidraçados o que corresponde à situação mais desfavorável.

No entanto, segundo o ponto 4.3.3 alínea b) do RCCTE, é necessária verificar a seguinte condição, caso não existam palas:

$$F_0 \times F_f = \mathbf{0,90} \leftrightarrow 1,0 \times 1,0 \neq 0,90 \text{ então } F_s = \mathbf{0,90}$$

Os valores calculados das necessidades nominais de arrefecimento e o preenchimento de todas as folhas de cálculo são apresentados no Anexo D.

Método Simplificado

De acordo com as regras de simplificação impostas pela NT-SCE-01, para o cálculo das necessidades nominais de energia, os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados podem ser calculados assumindo que o produto $F_s \times F_g \times F_w$ toma o valor de 0,57 para envidraçados a Norte e restantes orientações, sem sombreamento. Os valores calculados das necessidades nominais de arrefecimento e o preenchimento de todas as folhas de cálculo são apresentados no Anexo E.

3.2.5. Inércia térmica

A inércia térmica é função da capacidade de armazenamento de calor que os locais apresentam e depende da massa superficial útil ($M_{s\hat{u}}$) de cada um dos elementos de construção. A massa superficial de cada elemento de construção interveniente é função da sua localização no edifício e das soluções de isolamento térmico e de revestimento superficial utilizadas.

No cálculo da inercia térmica interior, visto que não são conhecidas as soluções construtivas da habitação, utilizou-se a metodologia prevista no anexo VI – Determinação da Classe de Inércia Térmica, da Nota Técnica NT-SCE-01 publicada pela ADENE para ambos os métodos. Assim foi considerada **INÉRCIA TÉRMICA FORTE** em virtude da Fração Autónoma apresentar as seguintes características:

- Pavimento e teto de betão armado, incluindo pavimentos aligeirados;
- Revestimento de teto em estuque ou reboco;
- Revestimento de piso cerâmico e parquet;
- 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) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco;

3.2.6. Taxa de renovação de ar - (R_{ph})

Por razões de higiene e conforto dos ocupantes é necessário que os edifícios sejam ventilados em permanência por um caudal mínimo de ar. A metodologia de cálculo seguida para a

determinação da taxa de renovação de ar nominal, quer para o método detalhado quer para o método simplificado, obedece ao estipulado no RCCTE. Assim:

- Classe de Exposição ao Vento da FA – 1;
 - Altura acima do solo superior a 10m e inferior a 18m ($h \approx 10,5m$)
 - Localização a mais de 5 km da costa marítima – **Região A**
 - Situado no interior de uma zona urbana – **Rugosidade I**
- **Edifício com Ventilação Natural**, mas não cumpre a Norma NP-1037;
- Sem dispositivos de admissão de ar na fachada do edifício;
- **Caixilharia sem Classificação**, relativamente à permeabilidade ao ar;
- Com Caixa de Estores;
- Área de Envidraçados inferior a 15% da Área útil de Pavimento.

Área de envidraçados exteriores = $5,20 m^2$

15 % Área útil de pavimento = $0,15 \times 90,72 m^2 = 13,61 m^2$ (Método Detalhado)

15 % Área útil de pavimento = $0,15 \times 84,52 m^2 = 12,68 m^2$ (Método Simplificado)

Sendo assim, pela consulta da tabela do RCCTE, o valor de **Rph** é **$1,0 h^{-1}$** .

3.2.7. Preparação de Águas Quentes Sanitárias

Método Detalhado

Para a determinação das necessidades nominais de energia para preparação de águas quentes sanitárias, AQS, foram utilizados os valores que estão de acordo com o projeto de abastecimento de água, que foram os seguintes:

- Consumo média diária de referência, $M_{AQS} = 40l \times 3 \text{ ocupantes convencionais} = 120l$;

- Aumento de temperatura para preparação de AQS, $\Delta T = 45^{\circ}\text{C}$;
- Número de anual de dias de consumo de AQS, $n_d = 365 \text{ dias}$;
- Esquentador a gás com uma eficiência a 30% da carga máxima, como se verifica no catálogo do equipamento apresentado em anexo. Como as redes de distribuição de água quente interiores à FA não são isoladas de pelo menos 10mm de isolamento térmico, o valor da eficiência deve ser diminuído de 0,10. Sendo assim considerou-se um valor de $\eta_a = 0,65$;
- Como não existem sistemas solares de preparação de AQS a sua contribuição é nula, ou seja, $E_{solar} = 0 \text{ kWh/ano}$.

Método Simplificado

De acordo com as regras de simplificação da NT-SCE-01, a única diferença em relação ao método detalhado é a eficiência do esquentador a gás com idade entre 0-9 anos, considerando-se assim um valor de $\eta_a = 0,40$;

3.2.8. Energia Primária

Esta fração autónoma não apresenta nenhum sistema para aquecimento, nem arrefecimento do ambiente. Sendo assim, segundo os artigos 15º e 18º do RCCTE, quer para o método detalhado quer para o método simplificado, considerou-se os seguintes valores para o cálculo das necessidades globais anuais de energia primária:

- Não existe sistema de aquecimento pelo que deverá ser considerado resistência elétrica com uma eficiência nominal de 1,0, ou seja, $\eta_i = 1,0$, sendo o fator de conversão entre energia útil e primária $F_{pui} = 0,29 \text{ kgep/kWh}$;
- Não existe sistema de arrefecimento pelo que deverá ser considerado bomba de calor com uma eficiência nominal de 3,0, ou seja, $\eta_v = 3,0$, sendo o fator de conversão entre energia útil e primária $F_{puv} = 0,29 \text{ kgep/kWh}$;

- Sistema de Produção de AQS sendo o fator de conversão entre energia útil e primária

$$F_{pua} = 0,086 \text{ kgep/kWh}$$

3.2.9. Cálculo das Necessidades de Energia

Após uma análise detalhada dos resultados obtidos nas folhas de cálculo, apresentados nos Anexos D e E, é possível constatar que, para o método detalhado esta FA verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento, preparação de AQS, mas não verifica as necessidades máximas para a estação de aquecimento nem as necessidades de energia primária.

A relação entre os valores de cálculo e os máximos permitidos das necessidades de energia primária leva à obtenção da classe energética da FA.

Tabela 40 - Classificação energética de edifícios

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

Assim, de acordo com a tabela 40, com a aplicação do método detalhado do RCCTE a FA apresenta uma Classe Energética C.

No que diz respeito ao método simplificado, verifica-se que a FA apenas verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento, não verificando assim as necessidades máximas de aquecimento, preparação de AQS bem com as necessidades de energia primária, apresentando assim, de acordo com a tabela 40, uma Classe Energética D.

- Necessidades nominais de energia:

Tabela 41 - Necessidades nominais de aquecimento

	Nic (kWh/m ² .ano)	Ni (kWh/m ² .ano)	Nic/Ni (%)
Método Detalhado	159,00	76,02	209
Método Simplificado	153,65	74,75	206

Tabela 42 - Necessidades nominais de arrefecimento

	Nvc (kWh/m ² .ano)	Nv (kWh/m ² .ano)	Nvc/Nv (%)
Método Detalhado	0,75	16,00	4,7
Método Simplificado	0,76	16,00	4,8

Tabela 43 - Necessidades nominais para preparação de AQS

	Nac (kWh/m ² .ano)	Na (kWh/m ² .ano)	Nac/Na (%)
Método Detalhado	38,88	39,11	99
Método Simplificado	67,81	41,98	162

Tabela 44 - Necessidades nominais para energia primária

	Ntc (kgep/m ² .ano)	Nt (kgep/m ² .ano)	Ntc/Nt (%)
Método Detalhado	7,96	6,11	130
Método Simplificado	10,29	6,48	159

Os resultados obtidos em ambos os métodos são semelhantes, sendo os valores da mesma ordem de grandeza, com exceção das necessidades nominais para preparação de AQS, uma vez que no método simplificado a NT-SCE-01 remete a um η_a de 0,40, enquanto pelo método detalhado recorreu-se ao catálogo do equipamento que remete a uma eficiência a 30% da carga nominal de 75% ($\eta_a = 0,75$). Este valor é reduzido em 0,10 uma vez que as redes de distribuição de água quente interiores à FA não são isoladas. Por consequência desta simplificação, também se verifica alguma discrepância nos valores das necessidades nominais de energia primária, sendo que para o método simplificado, as necessidades nominais globais de energia primária, apresentam um valor mais elevado em relação ao método detalhado, devido à simplificação proposta pela NT-SCE-01 para a eficiência do sistema de preparação de AQS.

3.3. Aplicação da proposta de revisão do RCCTE [16]

Devido a ainda não estarem disponíveis nenhuma folhas de cálculo para a certificação energética de edifícios de acordo com a proposta de revisão, os cálculos relativos à mesma foram todos realizados recorrendo apenas às expressões de cálculo presentes no regulamento e encontram-se no Anexo F.

3.3.1. Levantamento dimensional

O levantamento dimensional segue a mesma metodologia do RCCTE, sendo assim os valores das áreas são iguais aos expressos no ponto 3.2 da presente dissertação. Apresenta-se de seguida uma tabela resumo com todos os valores necessários.

Tabela 45 - Levantamento dimensional

Levantamento Dimensional		
Pé Direito (Pd)	2,70 m	
Área Útil de Pavimento (Ap) (Método Detalhado)	90,72 m ²	
Área Útil de Pavimento (Ap) (Método Simplificado)	84,52 m ²	
Área de Envidraçados	Exteriores	5,20 m ²
	Interiores	5,36 m ²
Área de Paredes Exteriores	Este	14,85 m ²
	Norte	12,89 m ²
	Sudeste	14,31 m ²
	Sul	1,35 m ²
Área de Paredes Interiores	Marquise	12,06 m ²
	Courettes	10,13 m ²
	Caixa de Escadas	15,30 m ²

3.3.2 Dados climáticos

O edifício situa-se na freguesia de Valbom, concelho de Gondomar e, de acordo com a proposta de revisão, na Zona Climáticas I2 e V1, não fazendo diferença entre Norte e Sul para o Verão, como acontece no RCCTE.

Como foi referido no ponto 2.6.2 da presente dissertação, os parâmetros climáticos são determinados de acordo com a seguinte expressão:

$$X = X_{REF} + a \times (z - z_{REF}) \quad (1)$$

- Dados para a estação de aquecimento:

$$z_{REF} = 98m;$$

$$M_{REF} = 6,8 \text{ meses} \rightarrow a = 0,002 \text{ mês/m}$$

$$GD_{REF} = 1649 \text{ °C} \rightarrow a = 1,3 \text{ °C/m}$$

$$G_{Sul} = 93 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês}$$

Sendo a altitude do local, z , de 72 metros, então, aplicando a expressão anterior é possível obter os dados climáticos para a FA em estudo, relativamente à estação de aquecimento.

$$M = 6,8 + 0,002 \times (72 - 98) \leftrightarrow M = 6,75 \leftrightarrow M \cong 6,8 \text{ meses}$$

$$GD = 1649 + 1,3 \times (72 - 98) \leftrightarrow GD = 1615,2 \leftrightarrow GD \cong 1615 \text{ °C}$$

- Dados para a estação de arrefecimento:

$$z_{REF} = 98\text{m};$$

$$\theta_{ext,v,REF} = 19 \text{ °C} \rightarrow a = 0 \text{ °C/m}$$

$$L_v = 2968 \text{ horas (4 meses)}$$

$$I_N = 193 \text{ kWh/m}^2 \quad I_S = 379 \text{ kWh/m}^2$$

Sendo a altitude do local, z , de 72 metros, então, aplicando a expressão anterior é possível obter os dados climáticos para a FA em estudo, relativamente à estação de arrefecimento.

$$\theta_{ext,v} = 19 + 0 \times (72 - 98) \leftrightarrow \theta_{ext,v} = 19 \text{ °C}$$

3.3.3 Quantificação dos parâmetros térmicos

3.3.3.1. Coeficiente de redução de perdas - (btr)

Método Detalhado

Como não há a possibilidade de conhecer com precisão o valor da temperatura do ENU, pode btr tomar os valores indicados em tabela presente no regulamento, em função da taxa de renovação do ar, da razão A_i/A_u .

- Determinação do btr da marquise

$$\frac{A_i}{A_u} = 0,86 \text{ m}^2 \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.1 da presente dissertação})$$

$$V_{ENU} = (0,85 \times 5,80) \times 2,85 + \left(\frac{0,85 \times 0,45}{2}\right) \times 2,85 \leftrightarrow V_{ENU} = 14,60 \text{ m}^3$$

Como se trata de um ENU permeável ao ar, F , e se $0,5 \leq \frac{A_i}{A_u} < 1,0$ e $V_{ENU} \leq 50 \text{ m}^3$, então,

btr da marquise = 0,9

- Determinação do *btr* do desvão da cobertura:

Como a cobertura é de telha cerâmica sem qualquer forro, é considerado um desvão fortemente ventilado, então ***btr da cobertura = 1,0***

- Determinação do *btr* da caixa de escadas

$$\frac{A_i}{A_u} = 55,70 \text{ m}^2 \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.1 da presente dissertação})$$

$$V_{ENU} = (4,0 \times 3,80) \times 3\text{m} \times 4 \text{ pisos} \leftrightarrow V_{ENU} = 182,40 \text{ m}^3$$

Como se trata de um ENU permeável ao ar, F , e se $\frac{A_i}{A_u} \geq 4,0$ e $50 \text{ m}^3 \leq V_{ENU} \leq 200 \text{ m}^3$,

então, ***btr caixa de escadas = 0,8***

- Determinação do *btr* da courette:

A proposta de revisão nada especifica em relação às courettes. Deste modo adotou-se a mesma metodologia adotada no cálculo do RCCTE, recorrendo-se ao documento Perguntas & Resposta sobre o RCCTE publicado em Maio de 2011 pela ADENE.

Visto que a courette da fração autónoma a certificar serve de exaustão dos produtos de combustão da lareira, então **este espaço não útil irá ser desprezado.**

Tabela 46 - Coeficientes de redução de perdas, *btr* - Método Detalhado

Espaço não útil	<i>btr</i>
Marquise	0,9
Desvão do Telhado	1,0
Caixa de Escadas	0,8
Courette	Desprezado

Sempre que um ENU apresenta um valor de $btr > 0,7$ a envolvente é considerada com requisitos de exterior sendo necessário calcular as pontes térmicas lineares.

As envolventes da FA de acordo como o método detalhado são apresentadas na Figura 44, em que:

- Envolvente exterior
- Envolvente interior com requisito de interior ($\tau \leq 0,7$)
- Envolvente interior com requisitos de exterior ($\tau > 0,7$)
- Envolventes sem requisitos

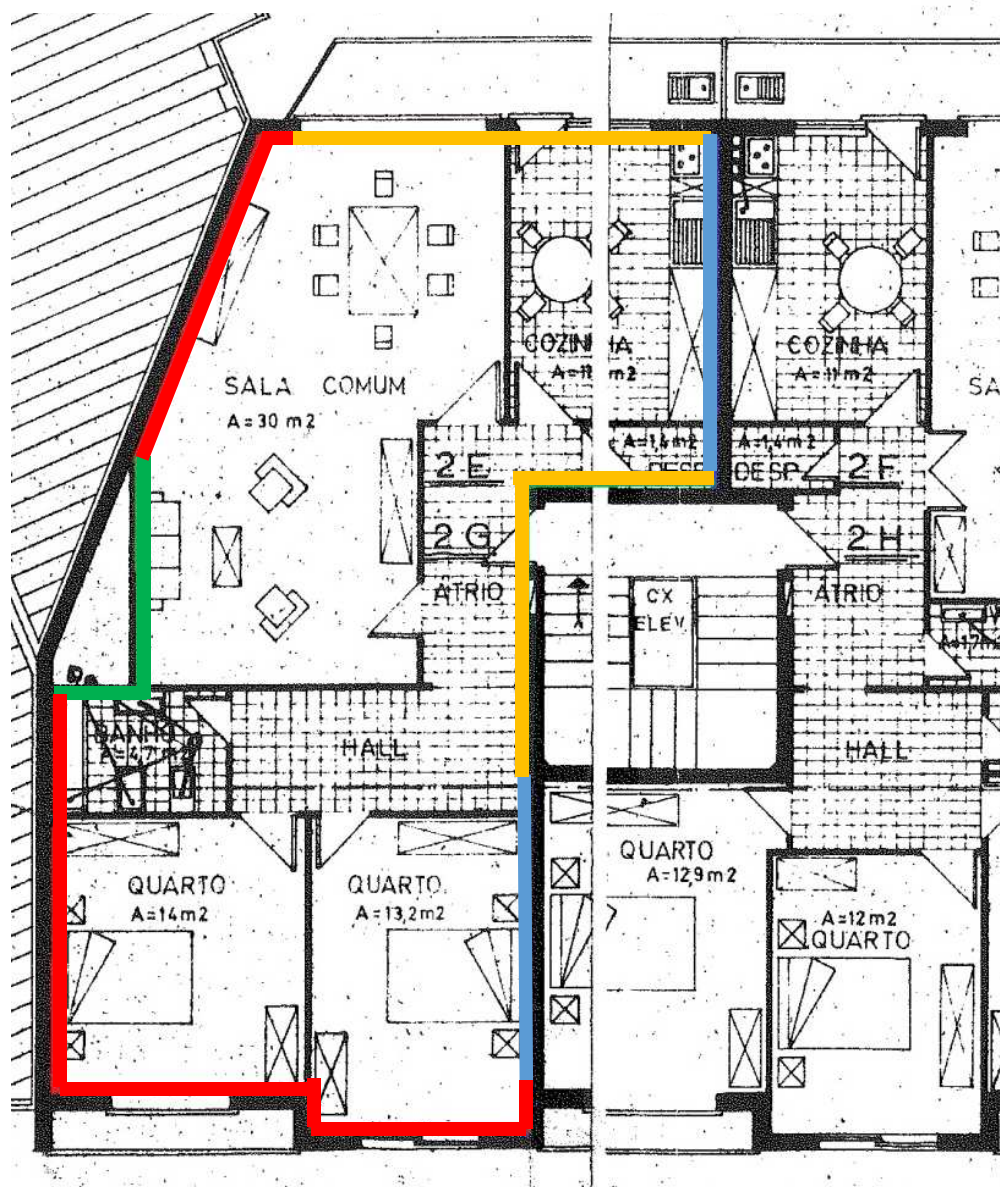


Figura 44 - Delimitação das envolventes da FA - Método Detalhado

Método Simplificado

De acordo com a proposta de revisão, a simplificação relativa ao coeficiente de redução de perdas para edifícios existentes, atribui um valor convencional de 0,8 para todos os ENU.

Tabela 47 - Coeficientes de redução de perdas, *btr* - Método Simplificado

Espaço não útil	<i>btr</i>
Marquise	0,8
Desvão do Telhado	
Caixa de Escadas	
Courette	Desprezado

Sempre que um espaço não útil apresenta um valor de *btr* > 0,7 a envolvente é considerada com requisitos de exterior e será necessário também calcular as pontes térmicas lineares.

As envolventes da FA de acordo como o método simplificado são iguais às envolventes do método detalhado como demonstrada na Figura 44 da página anterior.

3.3.3.2. Coeficientes de transmissão térmica – (U)

Como não são conhecidas as soluções construtivas da FA, foram utilizadas as publicações do LNEC, o ITE 50 e o ITE 54 para a determinação dos coeficientes de transmissão térmica quer para o método detalhado quer para o método simplificado.

Como foi utilizada anteriormente esta metodologia, apenas se apresenta na seguinte tabela os valores determinados para a proposta de revisão que serão iguais ao do RCCTE:

3.3.3.2.1. Paredes exteriores

Tabela 48 - U das paredes exteriores

Paredes Exteriores	Norte	1,30 W/m ² .°C
	Nascente	1,30 W/m ² .°C
	Sudeste	1,30 W/m ² .°C

3.3.3.2.2. Paredes e pavimentos para “espaços não úteis”

Tabela 49 – U das paredes para ENU's

Paredes e Pavimentos para ENU's	Marquise	1,19 W/m ² .°C
	Caixa de Escadas	1,98 W/m ² .°C
	Desvão da Cobertura	2,20 W/m ² .°C
	Porta para Caixa de Escadas	2,70 W/m ² .°C

3.3.3.2.3. Envidraçados exteriores

Tabela 50 – U dos envidraçados exteriores

Envidraçados Exteriores	Norte	4,10 W/m ² .°C
-------------------------	-------	---------------------------

3.3.3.2.4. Envidraçados para “espaços não úteis”

Tabela 51 – U dos envidraçados interiores

Envidraçados Interiores (Para Marquise)	Sala	3,0 W/m ² .°C
	Cozinha	3,0 W/m ² .°C
	Porta Envidraçada	4,0 W/m ² .°C

3.3.3.2.5. Pontes térmicas lineares

De acordo com a proposta de revisão, uma vez que não existem tabelas para paredes sem isolamento térmico, a proposta de revisão parte do princípio que os novos edifícios apresentam isolamento térmico. Assim sendo a metodologia adotada para a determinação

dos valores dos coeficientes de transmissão térmica lineares, ψ , foi a relativa a edifícios existentes quer para o método detalhado quer para o método simplificado.

Os valores do desenvolvimento linear das pontes térmicas lineares, B , já foram determinados no ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação, quando se estudou as pontes térmicas lineares para o RCCTE.

- Paredes Exteriores

Ligação da fachada com pavimentos intermédios:

$B = 14,30 \text{ m}$ (*Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação*)

$\psi = 0,70 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Ligação da fachada com cobertura inclinada:

$B = 18,30 \text{ m}$ (*Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação*)

$\psi = 0,70 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Ligação da fachada com varanda:

$B = 4,0 \text{ m}$ (*Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação*)

$\psi = 0,70 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Ligação de duas paredes verticais:

$B = 5,40 \text{ m}$ (*Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação*)

$\psi = 0,50 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Ligação da fachada com caixa de estore:

$B = 3,20 \text{ m}$ (*Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação*)

$\psi = 0,30 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

Ligação da fachada com caixilharia:

$B = 12,90 \text{ m}$ (*Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação*)

$\psi = 0,30 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$

- Paredes para Espaços Não Úteis

Uma vez que a marquise e a caixa de escadas apresentam um valor de $btr > 0,70$, terá que se calcular as PTL existentes entre a FA e a marquise e a caixa de escadas.

Ligação da parede da marquise com pavimento:

$$B = 6,45 \text{ m} \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação})$$

$$\psi = 0,70 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$$

Ligação da parede da marquise com cobertura inclinada:

$$B = 6,45 \text{ m} \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação})$$

$$\psi = 0,70 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$$

Ligação da parede da marquise com caixa de estore:

$$B = 3,10 \text{ m} \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação})$$

$$\psi = 0,30 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$$

Ligação da parede da marquise com caixilharia:

$$B = 16,70 \text{ m} \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação})$$

$$\psi = 0,30 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$$

Ligação da parede da caixa de escadas com pavimento:

$$B = 6,35 \text{ m} \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação})$$

$$\psi = 0,70 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$$

Ligação da parede da caixa de escadas com cobertura inclinada:

$$B = 6,35 \text{ m} \quad (\text{Calculado de acordo com o ponto 3.2.3.2.5 da presente dissertação})$$

$$\psi = 0,70 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$$

3.3.4. Fatores relativos aos vãos envidraçados

3.3.4.1 Fatores solar dos vãos envidraçados

Para a estação de aquecimento:

Para a determinação dos ganhos solares dos envidraçados na estação de aquecimento, foi considerado que os dispositivos de proteção solar móveis estão totalmente abertos de forma a maximizar o aproveitamento da radiação solar.

Considera-se que, para ambos os métodos, o fator solar, g_i , é igual ao fator solar do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes. No caso de estudo não existem estes dispositivos de proteção, e, assim sendo, o fator solar será igual ao fator solar do vidro para uma incidência normal afetado do fator de seletividade angular, de acordo com a expressão:

$$g_i = g_{\perp,vi} \times F_{w,i} \quad (26)$$

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

- Vidro simples incolor com 6mm de espessura $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,85$

- Para o cálculo das necessidade nominais de aquecimento $\rightarrow F_{w,i} = 0,90$

Então: $g_i = 0,85 \times 0,90 \leftrightarrow g_i = 0,765$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

No caso de envidraçados interiores, é necessário determinar o fator solar do envidraçado da envolvente interior (int) e do envidraçado do espaço não útil (enu).

Envidraçados interiores (envidraçados para a marquise)

- Vidro simples incolor com 6mm de espessura $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,85$

- Para o cálculo das necessidade nominais de aquecimento $\rightarrow F_{w,i} = 0,90$

Então: $gi = 0,85 \times 0,90 \leftrightarrow (gi)_{int} = 0,765$

Envidraçados do espaço não útil (Envidraçado da marquise)

- Vidro simples incolor com 6mm de espessura $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,85$

- Para o cálculo das necessidade nominais de aquecimento $\rightarrow F_{w,i} = 0,90$

Então: $gi = 0,85 \times 0,90 \leftrightarrow (gi)_{enu} = 0,765$

Para a estação de arrefecimento:

Para a determinação dos ganhos solares dos envidraçados na estação de arrefecimento, para ambos os métodos, foi considerado que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram ativos umam fração do tempo, que depende do octante no qual o vão está orientado, de forma a minimizar a incidência da radiação solar. O fator solar é determinado através da seguinte expressão:

$$gv = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{Tp} \quad (27)$$

• Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

- A fração de tempo em que os dispositivos de proteção se encontram totalmente ativados para envidraçados orientados a Norte é de zero $\rightarrow F_{mv} = 0$

- O fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou moveis totalmente ativados:

Vidro simples incolor com 6mm de espessura $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,85$

Vidro simples com proteção exterior de persianas de régua plásticas $\rightarrow g_{Tvc} = 0,07$

- Na ausência de dispositivos de proteção fixos, o fator solar do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes é dado por: $g_{Tp} = g_{\perp,vi} \times F_{w,i}$

Vidro simples incolor com 6mm de espessura $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,85$

Na estação de arrefecimento, para envidraçados simples orientados a Norte $\rightarrow F_{w,i} = 0,85$

Logo: $g_{Tp} = 0,85 \times 0,85 \leftrightarrow g_{Tp} = 0,73$

Então: $gv = 0 \times 0,07 + (1 - 0) \times 0,73 \leftrightarrow gv = 0,73$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

No caso de envidraçados interiores, é necessário determinar o fator solar do envidraçado da envolvente interior (int) e do envidraçado do espaço não útil (enu).

Tal como se efetuou para os vãos envidraçados exteriores, o fator solar dos envidraçados interiores para a estação de arrefecimento é determinado através da seguinte expressão:

$$gv = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{Tp} \quad (27)$$

Envidraçados interiores (Envidraçados para a marquise)

- A fração de tempo em que os dispositivos de proteção se encontram totalmente ativados para envidraçados orientados a Sul é de 0,60 $\rightarrow F_{mv} = 0,60$

- O fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou moveis totalmente ativados:

Vidro simples incolor com 6mm de espessura $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,85$

Vidro simples com proteção exterior de persianas de réguas plásticas $\rightarrow g_{Tvc} = 0,07$

- Na ausência de dispositivos de proteção fixos, o fator solar do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes é dado por: $g_{Tp} = g_{\perp,vi} \times F_{w,i}$

Vidro simples incolor com 6mm de espessura → $g_{\perp,vi} = 0,85$

Na estação de arrefecimento, para envidraçados simples orientados a Sul → $F_{w,i} = 0,80$

Logo: $g_{Tp} = 0,80 \times 0,85 \leftrightarrow g_{Tp} = 0,68$

Então: $(gv)_{int} = 0,60 \times 0,07 + (1 - 0,60) \times 0,68 \leftrightarrow (gv)_{int} = 0,31$

Envidraçados do espaço não útil (Envidraçado da marquise)

- Como não existem dispositivos de proteção solar móveis na marquise → $F_{mv} = 0$

- O fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou moveis totalmente ativados:

Vidro simples incolor com 6mm de espessura → $g_{\perp,vi} = 0,85$

Como o envidraçado não possui dispositivos de proteção solar permanentes ou móveis então considera-se que: → $g_{Tvc} = g_{\perp,vi} = 0,85$

- “No caso do fator solar do vão envidraçado do espaço não útil, dispor de dispositivos de proteção solar permanentes, este toma o valor de $g_{Tp} = g_{\perp,vi} \times F_{w,i}$, sendo que nos restantes casos é igual a 1.” Como o envidraçado do espaço não útil não possui dispositivos de proteção solar móveis nem permanentes então: → $g_{Tp} = 1,0$

Então: $(gv)_{enu} = 0 \times 0,85 + (1 - 0) \times 1,0 \leftrightarrow (gv)_{enu} = 1,0$

3.3.4.2. Fator de obstrução dos vãos envidraçados - ($F_{s,i}$)

Representa a redução na radiação solar que incide nestes devido ao sombreamento permanente causado por diferentes obstáculos, nomeadamente, obstruções exteriores como

outros edifícios, orografia, vegetação, bem como obstruções criadas por elementos do edifício como as palas, varandas e elementos de enquadramento do vão externos à caixilharia.

O valor do fator da obstrução calcula-se de acordo com a seguinte expressão:

$$F_{s,i} = F_h \times F_0 \times F_f \quad (28)$$

em que:

- F_h é o fator de sombreamento do horizonte por obstruções exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício;
- F_0 é o fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado;
- F_f é o fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado

Método Detalhado

Para a estação de aquecimento:

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

Como os envidraçados se encontram orientados a Norte os fatores de sombreamento

tomam todos o valor de 1,0 ($F_h = 1,0$, $F_0 = 1,0$ e $F_f = 1,0$)

Para contabilizar o efeito de sombreamento provocado pelo contorno do vão e exceto quando este se situar à face exterior da parede, o produto $F_0 \times F_f$ não deve ser superior a 0,9. No entanto, o produto $X \times F_h \times F_0 \times F_f$ nunca deve ser inferior a 0,27. Uma vez que o fator de orientação, X , para a exposição a Norte é de 0,27, então:

$$F_{s,i} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \leftrightarrow F_{s,i} = \mathbf{1,0}$$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

- Como não existe nenhuma obstrução mais alta do que o envidraçado em estudo, o valor do ângulo do horizonte será de zero, $\alpha = 0^\circ$, e assim sendo o fator de sombreamento do horizonte toma o valor de 1,0 $\rightarrow F_h = \mathbf{1,0}$

- Como existem palas horizontais para estes envidraçados, foi necessário recorrer ao cálculo do ângulo da pala horizontal. Este cálculo foi realizado de acordo com o esquema seguinte:

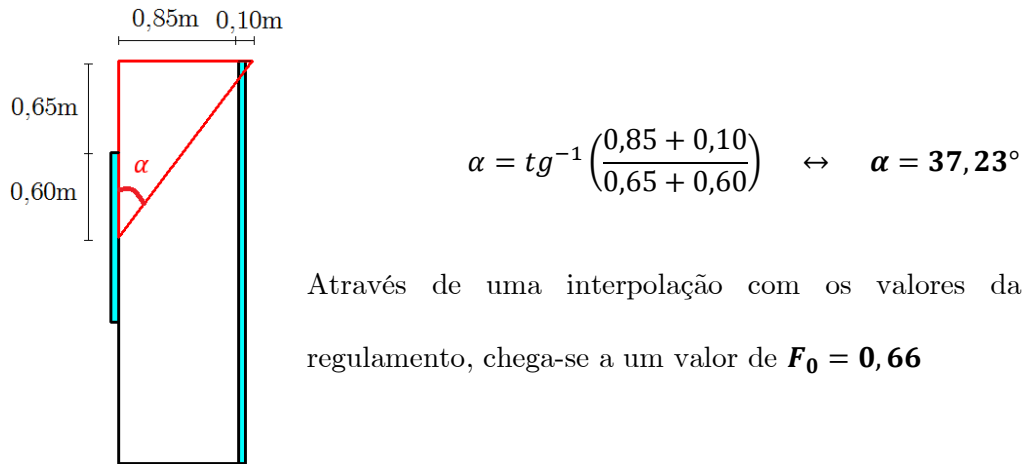


Figura 45 - Esquema da pala horizontal dos envidraçados interiores

- Também existem elementos verticais que fazem sombreamento para os envidraçados interiores, e assim sendo, foi necessário recorrer ao cálculo da pala vertical. Este cálculo foi realizado de acordo com os esquemas seguintes:

Envidraçado da sala

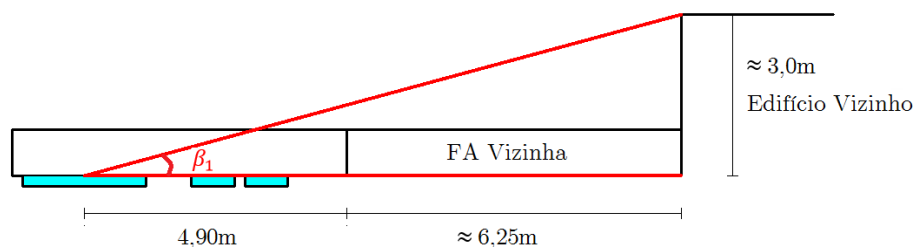


Figura 46 - Esquema da pala vertical no envidraçado da sala

$$\beta_1 = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{3,0}{4,90 + 6,25} \right) \leftrightarrow \beta_1 = 15,06^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_f = 0,96$

Porta envidraçada

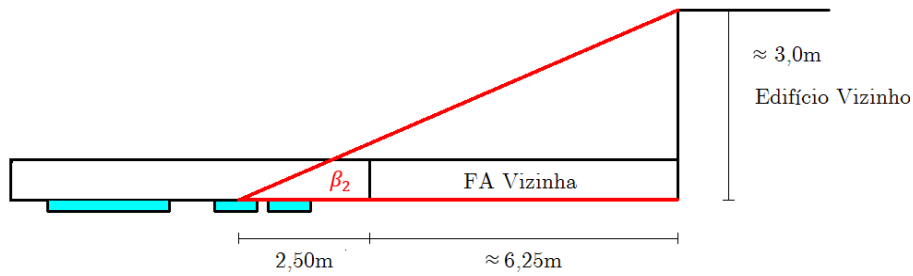


Figura 47 - Esquema da pala vertical na porta envidraçada

$$\beta_2 = \text{tg}^{-1}\left(\frac{3,0}{2,50 + 6,25}\right) \leftrightarrow \beta_2 = 18,92^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_f = 0,96$

Envidraçado da cozinha

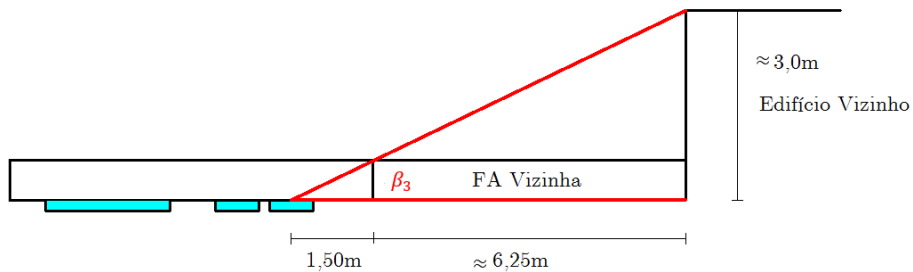


Figura 48 - Esquema da pala vertical no envidraçado da cozinha

$$\beta_3 = \text{tg}^{-1}\left(\frac{3,0}{1,50 + 6,25}\right) \leftrightarrow \beta_3 = 21,16^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_f = 0,96$

Como o valor de F_f é igual para os três envidraçados, não será necessário determinar o valor de F_S para todos.

Após calculados os fatores de sombreamento e como o fator de orientação, X , para a exposição a Sul é de 1,0, o produto $X \times F_h \times F_0 \times F_f$ é superior a 0,27, então já é possível determinar o valor do fator de obstrução, $F_{s,i}$.

$$F_{s,i} = 1,0 \times 0,66 \times 0,96 \leftrightarrow F_{s,i} = \mathbf{0,63}$$

Para a estação de arrefecimento:

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

- De acordo com o regulamento, o valor do efeito de sombreamento do horizonte é desprezado para a estação de arrefecimento, então: $\rightarrow F_h = 1,0$

- Para envidraçados orientados a Norte, o valor do fator de sombreamento de elementos verticais, para a estação de arrefecimento toma o valor de 1,0, independentemente da posição e do ângulo da pala vertical $\rightarrow F_f = 1,0$

- Como existem palas horizontais para estes envidraçados, foi necessário recorrer ao cálculo do ângulo da pala horizontal. Este cálculo foi realizado de acordo com os seguintes esquemas:

Envidraçado do quarto com varanda

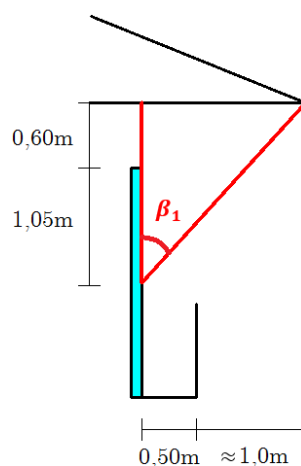


Figura 49 - Esquema da pala horizontal no envidraçado do quarto com varanda

$$\beta_1 = tg^{-1} \left(\frac{0,50 + 1,0}{1,05 + 0,60} \right) \leftrightarrow \beta_1 = \mathbf{42,27^\circ}$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_0 = 0,97$

Envidraçado do quarto sem varanda

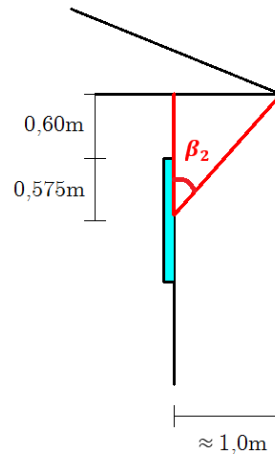


Figura 50 - Esquema da pala horizontal no envidraçado do quarto sem varanda

$$\beta_2 = \text{tg}^{-1}\left(\frac{1,0}{0,575 + 0,60}\right) \leftrightarrow \beta_2 = 40,40^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_0 = 0,97$

Como o valor de F_0 é igual para os dois envidraçados, não será necessário determinar o valor de F_S para cada envidraçado.

Após calculados os fatores de sombreamento já é possível determinar o valor do fator de obstrução, $F_{s,i}$.

$$F_{s,i} = F_h \times F_0 \times F_f \leftrightarrow F_{s,i} = 1,0 \times 1,0 \times 0,97 \leftrightarrow F_{s,i} = 0,97$$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

- De acordo com o regulamento, o valor do efeito de sombreamento do horizonte é desprezado para a estação de arrefecimento, então: $\rightarrow F_h = 1,0$

- Como existem palas horizontais para estes envidraçados, foi necessário recorrer ao cálculo do ângulo da pala horizontal. Este cálculo foi realizado de acordo com o esquema realizado

para os envidraçados interiores na estação de aquecimento, sendo o valor do ângulo da pala horizontal de $37,23^\circ$. Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_0 = 0,59$.

- Também existem elementos verticais que fazem sombreamento para os envidraçados interiores, e assim sendo, foi necessário recorrer ao cálculo da pala vertical. Este cálculo foi realizado de acordo com os esquemas realizados para os envidraçados interiores na estação de aquecimento, obtendo-se os seguintes valores:

Envidraçado da sala:

$$\beta_1 = 15,06^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_f = 0,94$.

Porta envidraçada:

$$\beta_2 = 18,92^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_f = 0,94$.

Envidraçado da cozinha:

$$\beta_3 = 21,16^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_f = 0,94$.

Como o valor de F_f é igual para os três envidraçados, não será necessário determinar o valor de F_S para todos.

Após calculados os fatores de sombreamento já é possível determinar o valor do fator de obstrução, $F_{s,i}$:

$$F_{s,i} = F_h \times F_0 \times F_f \leftrightarrow F_{s,i} = 1,0 \times 0,59 \times 0,94 \leftrightarrow F_{s,i} = 0,55$$

Método Simplificado

Para a estação de aquecimento:

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

A regra de simplificação da proposta de revisão que, para o cálculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes, para envidraçados orientados a Norte e sem sombreamento, pode admitir-se para o produto $F_s \times F_g \times F_w$ o valor de 0,57.

$$F_s \times F_g \times F_w = \mathbf{0,57}, \text{ em que: } F_s = 0,90; F_g = 0,70; F_w = 0,90$$

O produto $X \times F_h \times F_0 \times F_f$ nunca deve ser inferior a 0,27. Sendo o fator de orientação, X , para a exposição a Norte é de 0,27, esta condição não é verificada. Assim é necessário determinar o fator de obstrução através do valor do fator de orientação, X :

$$\text{Como } X \times F_h \times F_0 \times F_f \leq 0,27 \text{ e } F_s = F_h \times F_0 \times F_f \text{ então } X \times F_s \leq 0,27 \leftrightarrow$$

$$0,27 \times F_s \leq 0,27 \leftrightarrow F_s = \mathbf{1,0}$$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

Para o cálculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes, para envidraçados orientados a Sul com sombreamento normal, a regra de simplificação da proposta de revisão admite para o produto $F_s \times F_g \times F_w$ o valor de 0,28.

$$F_s \times F_g \times F_w = \mathbf{0,28}, \text{ em que: } F_s = \mathbf{0,45}; F_g = 0,70; F_w = 0,90$$

Para a estação de arrefecimento:

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

A regra de simplificação da proposta de revisão que, para o cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes, para envidraçados orientados a Norte e sem sombreamento, pode admitir-se para o produto $F_s \times F_g \times F_w$ o valor de 0,57.

$$F_s \times F_g \times F_w = \mathbf{0,57}$$

Como os envidraçados são em alumínio e sem quadrícula $\rightarrow F_g = 0,70$

Para vidros simples orientados a Norte $\rightarrow F_w = 0,85$

Então: $F_s \times 0,70 \times 0,85 = 0,57 \leftrightarrow F_s = 0,96$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

Para o cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes, para envidraçados orientados a Sul com sombreamento normal, a regra de simplificação da proposta de revisão admite para o produto $F_s \times F_g \times F_w$ o valor de 0,50.

Como os envidraçados são em alumínio e sem quadrícula $\rightarrow F_g = 0,70$

Para vidros simples orientados a Norte $\rightarrow F_w = 0,80$

Então: $F_s \times 0,70 \times 0,80 = 0,57 \leftrightarrow F_s = 0,89$

3.3.4.3. Áreas efetivas coletoras de radiação

Método Detalhado

Para a estação de aquecimento:

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,iN} = A_w \times F_{s,i} \times F_g \times g_i \quad (29)$$

$A_w = 5,20m^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados exteriores orientados a Norte

$F_{s,i} = 1,0 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação

$F_g = 0,70 \rightarrow$ Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$g_i = 0,765 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_N} = 5,20 \times 1,0 \times 0,70 \times 0,765 \leftrightarrow A_{s,i_N} = 2,785 \text{ m}^2$$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados interiores deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,i_S} = (A_w)_{int} \times (F_{s,i})_{int} \times (F_g)_{int} \times (F_g)_{enu} \times (g_i)_{int} \times (g_i)_{enu} \quad (30)$$

$A_w = 5,36 \text{ m}^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados interiores orientados a Sul

$F_{s,i} = 0,63 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação

$(F_g)_{int} = (F_g)_{enu} = 0,70 \rightarrow$ Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$(g_i)_{int} = (g_i)_{enu} = 0,765 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_S} = 5,36 \times 0,63 \times 0,70 \times 0,70 \times 0,765 \times 0,765 \leftrightarrow A_{s,i_S} = 0,968 \text{ m}^2$$

Para a estação de arrefecimento:

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,v_N} = A_w \times F_g \times g_v \quad (31)$$

$A_w = 5,20 \text{ m}^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados exteriores orientados a Norte

$F_g = 0,70 \rightarrow$ Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$g_v = 0,7725 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,v_N} = 5,20 \times 0,70 \times 0,7725 \leftrightarrow A_{s,v_N} = 2,630 \text{ m}^2$$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados interiores deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,i_S} = (A_w)_{int} \times (F_g)_{int} \times (g_v)_{int} \times (g_v)_{enu} \quad (32)$$

$A_w = 5,36m^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados interiores orientados a Sul

$(F_g)_{int} = 0,70 \rightarrow$ Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$(g_v)_{int} = 0,31 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$(g_v)_{enu} = 1,0 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_S} = 5,36 \times 0,70 \times 0,31 \times 1,0 \leftrightarrow A_{s,i_S} = 1,160 m^2$$

Método Simplificado

Para a estação de aquecimento:

- Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,i_N} = A_w \times F_{s,i} \times F_g \times g_i \quad (29)$$

$A_w = 5,20m^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados exteriores orientados a Norte

$F_{s,i} = 1,0 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação

$F_g = 0,70 \rightarrow$ Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$g_i = 0,765 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_N} = 5,20 \times 1,0 \times 0,70 \times 0,765 \leftrightarrow A_{s,i_N} = 2,785 m^2$$

- Envidraçados interiores (orientados a Sul)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados interiores deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,i_s} = (A_w)_{int} \times (F_{s,i})_{int} \times (F_g)_{int} \times (F_g)_{enu} \times (g_i)_{int} \times (g_i)_{enu} \quad (30)$$

$A_w = 5,36m^2$ → Área dos vãos envidraçados interiores orientados a Sul

$F_{s,i} = 0,45$ → Conforme determinado no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação

$(F_g)_{int} = (F_g)_{enu} = 0,70$ → Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$(g_i)_{int} = (g_i)_{enu} = 0,765$ → Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_s} = 5,36 \times 0,45 \times 0,70 \times 0,70 \times 0,765 \times 0,765 \leftrightarrow A_{s,i_s} = 0,692 m^2$$

Para a estação de arrefecimento:

As áreas coletoras de radiação solar para o método simplificado são iguais às áreas calculados para o método detalhado, na estação de arrefecimento.

Envidraçados exteriores: $A_{s,v_N} = 2,630 m^2$

Envidraçados interiores: $A_{s,v_S} = 1,160 m^2$

3.3.5. Fatores relativos à envolvente opaca

3.3.5.1. Fator de obstrução da envolvente opaca

A abordagem do fator de obstrução de superfícies opacas é totalmente opcional, devendo nos casos em que é considerada, seguir a mesma metodologia prevista para os vãos envidraçados. Nesta dissertação optou-se por realizar os cálculos para o fator de obstrução da envolvente opaca tendo-se obtido os seguintes valores:

Método Detalhado

Envolvente opaca orientada a Norte:

$F_{s,N} = 0,97$ → Valor anteriormente determinado, no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação, para os envidraçados exteriores orientados a Norte, para a estação de arrefecimento

Envolvente opaca orientada a Sul:

$F_{s,S} = 0,55$ → Valor anteriormente determinado, no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação, para os envidraçados interiores orientados a Sul, para a estação de arrefecimento.

Envolvente opaca orientada a Nascente:

- De acordo com o regulamento, o valor do efeito de sombreamento do horizonte é desprezado para a estação de arrefecimento, então: → $F_h = 1,0$
- Como não há sombreamento por elementos verticais → $F_f = 1,0$
- Devido há existência de palas horizontais, foi necessário recorrer ao cálculo do angulo da pala horizontal. Este cálculo foi realizado de acordo com o seguinte esquema:

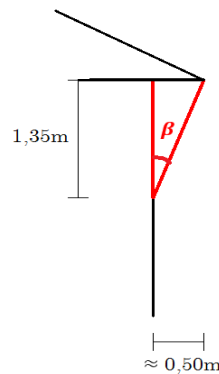


Figura 51 - Esquema da pala horizontal da envolvente opaca

$$\beta = \text{tg}^{-1}\left(\frac{0,50}{1,35}\right) \leftrightarrow \beta = 20,32^\circ$$

Através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, chega-se a um valor de $F_o = 0,83$

$$F_{s,E} = F_h \times F_o \times F_f \leftrightarrow F_{s,E} = 1,0 \times 0,83 \times 1,0 \leftrightarrow F_{s,E} = 0,83$$

Envolvente opaca orientada a Sudeste:

A metodologia de cálculo do fator de obstrução para a envolvente opaca orientada Sudeste é a mesma do que a orientada a Nascente tendo-se obtido, através de uma interpolação com os valores da tabela do regulamento, um valor de $F_o = 0,78$

$$F_{s,SE} = F_h \times F_o \times F_f \leftrightarrow F_{s,SE} = 1,0 \times 0,78 \times 1,0 \leftrightarrow \mathbf{F_{s,SE} = 0,78}$$

Método Simplificado

Envolvente opaca orientada a Norte:

$F_{s,N} = 0,96 \rightarrow$ Valor anteriormente determinado, no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação, para os envidraçados exteriores orientados a Norte, para a estação de arrefecimento, no método simplificado.

Envolvente opaca orientada a Sul:

$F_{s,S} = 0,89 \rightarrow$ Valor anteriormente determinado, no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação, para os envidraçados interiores orientados a Sul, para a estação de arrefecimento, no método simplificado.

Envolvente opaca orientada a Nascente:

Para o cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes, para envidraçados orientados a Nascente com sombreamento normal, a regra de simplificação da proposta de revisão admite para o produto $F_s \times F_g \times F_w$ o valor de 0,50.

Como os envidraçados são em alumínio e sem quadrícula $\rightarrow F_g = 0,70$

Para vidros simples orientados a Nascente $\rightarrow F_w = 0,90$

Então: $F_s \times 0,70 \times 0,90 = 0,50 \leftrightarrow \mathbf{F_{s,E} = 0,79}$

Envolvente opaca orientada a Sudeste:

A metodologia de cálculo do fator de obstrução para a envolvente opaca orientada Sudeste é a mesma do que a orientada a Nascente $\rightarrow \mathbf{F_{s,SE} = 0,79}$

3.3.5.2. Área coletora da radiação solar pela envolvente opaca

A área efetiva coletora da radiação solar de um elemento da envolvente opaca exterior deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,v} = \alpha \times U \times A_{op} \times R_{se} \quad (33)$$

Parede exterior orientada a Norte:

Parede de cor escura → $\alpha = 0,8$

$U = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Área do elemento da envolvente opaca → $A_{op} = 12,89 \text{ m}^2$

Resistência térmica superficial exterior → $R_{se} = 0,04 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$$A_{s,v,N} = 0,8 \times 1,30 \times 12,89 \times 0,04 \leftrightarrow A_{s,v,N} = \mathbf{0,54 \text{ m}^2}$$

Parede exterior orientada a Nascente:

Parede de cor clara → $\alpha = 0,4$

$U = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Área do elemento da envolvente opaca → $A_{op} = 14,85 \text{ m}^2$

Resistência térmica superficial exterior → $R_{se} = 0,04 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$$A_{s,v,N} = 0,8 \times 1,30 \times 14,85 \times 0,04 \leftrightarrow A_{s,v,N} = \mathbf{0,31 \text{ m}^2}$$

Parede exterior orientada a Sudeste:

Parede de cor clara → $\alpha = 0,4$

$U = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Área do elemento da envolvente opaca → $A_{op} = 14,31 \text{ m}^2$

Resistência térmica superficial exterior → $R_{se} = 0,04 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$$A_{s,v,N} = 0,8 \times 1,30 \times 14,31 \times 0,04 \leftrightarrow A_{s,v,N} = \mathbf{0,30 \text{ m}^2}$$

Parede exterior orientada a Sul:

Parede de cor clara → $\alpha = 0,4$

$U = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Área do elemento da envolvente opaca $\rightarrow A_{op} = 1,35 \text{ m}^2$

Resistência térmica superficial exterior $\rightarrow R_{se} = 0,04 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

$$A_{s,v,N} = 0,8 \times 1,30 \times 14,31 \times 0,04 \leftrightarrow A_{s,v,N} = 0,03 \text{ m}^2$$

3.3.6. Inércia térmica

No cálculo da inércia térmica interior, visto que não são conhecidas as soluções construtivas da habitação, utilizou-se as regras de simplificação previstas para edifícios existentes presentes na proposta de revisão para ambos os métodos. As regras de simplificação são iguais às da NT-SCE-01 e, assim sendo, foi considerada **inércia térmica forte**, tal como se determinou no ponto 3.2.5 da presente dissertação.

3.3.7. Taxa de renovação de ar – (R_{ph})

Devido à falta de dados para realizar o cálculo da taxa de renovação horária nominal, pela norma EN 15242 [25] ou pelas simplificações na aplicação da norma, foram utilizadas as folhas de cálculo elaboradas pelo LNEC, disponíveis para a proposta de revisão relativas ao RSECE, para a determinação das R_{ph} . As referidas folhas de cálculo podem ser consultadas no Anexo G.

Os valores obtidos foram os seguintes para ambos os métodos:

Para a estação de aquecimento:

$$R_{ph,i} = 0,40 \text{ h}^{-1}$$

Para a estação de arrefecimento:

$$R_{ph,v} = 0,60 \text{ h}^{-1}$$

3.3.8. Preparação de Águas Quentes Sanitárias

A energia útil necessária para a preparação de AQS durante um ano é calculada de acordo com se seguinte expressão.

$$Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{3600000} \quad (34)$$

- O aumento da temperatura necessário para a preparação de AQS, ΔT , de acordo como o regulamento, toma o valor de referência de 35°C → $\Delta T = 35^\circ\text{C}$

- O número de dias de consumo de AQS de edifícios residenciais é considerado de 365 → $n_d = 365 \text{ dias}$

- O consumo médio diário de referência, M_{AQS} , será calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$M_{AQS} = 40l \times n \times f_{eh} \quad (35)$$

em que:

- n , número de ocupantes convencionais, é determinada da seguinte forma:

$$n = Tn + 1 \rightarrow \text{Tipologia T2} \leftrightarrow n = 2 + 1 \leftrightarrow \mathbf{n = 3 \text{ ocupantes convencionais}}$$

- f_{eh} é o fator de eficiência hídrica que para chuveiros sem rotulagem → $f_{eh} = 1,0$

$$M_{AQS} = 40l \times 3 \times 1 \leftrightarrow M_{AQS} = 120 \text{ l}$$

Assim, determinados estes parâmetros, já é possível determinar energia útil necessária para a preparação de AQS:

$$Q_a = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{3600000} \leftrightarrow Q_a = \frac{120 \times 4187 \times 35 \times 365}{3600000} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_a = 1782,96 \text{ kWh/ano}}$$

Este valor de Q_a é o mesmo quer para o método detalhado quer para o método simplificado.

3.3.9. Cálculo das Necessidades de Energia

Após uma análise detalhada dos resultados obtidos nos cálculos efetuados, apresentados no Anexo F, é possível constatar que, para o método detalhado, esta FA, verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento, mas não verifica as necessidades máximas para a estação de aquecimento nem as necessidades de energia primária, apresentando assim, de acordo com a tabela 40 da página 105, uma Classe Energética F.

O mesmo se verifica para o método simplificado, em que apenas se verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento, não verificando assim as necessidades máximas de aquecimento e as necessidades de energia primária, apresentando, de acordo com a tabela 40, uma Classe Energética F.

- Valores das necessidades nominais de energia:

Tabela 52 - Necessidades nominais para a estação de aquecimento

	Nic (kWh/m ² .ano)	Ni (kWh/m ² .ano)	Nic/Ni (%)
Método Detalhado	151,26	47,57	318
Método Simplificado	139,63	46,14	303

Tabela 53 - Necessidades nominais para a estação de arrefecimento

	Nvc (kWh/m ² .ano)	Nv (kWh/m ² .ano)	Nvc/Nv (%)
Método Detalhado	3,51	13,86	25
Método Simplificado	4,12	13,86	30

Tabela 54 - Necessidades nominais para energia primária

	Ntc (kWh _{ep} /m ² .ano)	Nt (kWh _{ep} /m ² .ano)	Ntc/Nt (%)
Método Detalhado	452,79	154,70	293
Método Simplificado	420,17	152,84	275

Capítulo 4 – Proposta de Melhoria

4.1. Solução Adotada [18,19]

Para a elaboração de uma proposta de melhoria para a FA em estudo, foi considerado o novo Fundo de Eficiência Energética (FEE), sendo este um instrumento financeiro criado pelo Decreto-Lei nº 50/2010, de 20 de Maio e que tem como finalidade:

- Financiar os programas e medidas previstas no Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE);
- Incentivar a eficiência energética, por parte dos cidadãos e das empresas;
- Apoiar projetos de eficiência energética e promover a alteração de comportamentos.

O FEE, através de vários avisos, apoia projetos de eficiência energética em áreas como os transportes, os edifícios, a prestação de serviços, a indústria e os serviços públicos, que contribuam para a redução do consumo final de energia, de forma eficiente e otimizada.

O “Aviso 03 - Edifício Eficiente 2012”, pretende apoiar o desenvolvimento de projetos e iniciativas que promovam a eficiência energética, em termos nacionais, enquadrando-se no âmbito e atividade do FEE. Prevê a possibilidade de financiamento de candidaturas que contemplem investimentos em edifícios ou frações de habitações existentes em todo o território nacional.

São elegíveis as naturezas de investimento que visem a implementação em edifícios de habitação existentes, de soluções que promovam o aumento do desempenho energético pela via da eficiência energética, suportadas por processos de auditoria e avaliação do potencial

de melhoria do desempenho energético, a realizar no âmbito da certificação energética dos edifícios (SCE).

As soluções abrangidas restringem-se às áreas de energia solar térmica e da envolvente passiva, assumindo duas opções de tipologia:

- Instalação de sistemas solares térmicos, para produção de água quente sanitária;

Os sistemas solares térmicos devem ser certificados pela marca Produto CERTIF ou pela marca Solar Keymark, sendo obrigatória a existência de um contrato de manutenção válido dos equipamentos para um período de 6 anos. A análise do desempenho dos sistemas deve ser calculada e evidenciada por relatório de simulação realizado no programa SolTerm 5.1 ou versão superior e a instalação destes sistemas deve ser executada por técnicos possuidores de Certificado ou Diploma de Qualificações para o efeito, de acordo como o Catálogos Nacional de Qualificações ou então por técnicos detentores de Certificado de Aptidão Profissional (CAP) de Técnico de Instalador de Sistemas Solares Térmicos, emitido pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), de acordo com a Portaria n.º145/2004, de 26 de Novembro de 2004.

- Instalação de janelas eficientes, por via da substituição de janelas com vidros simples.

As janelas eficientes devem ter marcação CE, conforme a norma portuguesa NP EN 14351-1, devem dispor de dispositivo de ventilação controlada de ar interior e devem apresentar etiqueta de classe igual ou superior a B, de acordo como o Sistema de Etiquetagem Energética de Produtos (SEEP) gerido pela ADENE ou a demonstração do desempenho energético, de cada janela, na indisponibilidade de ser evidenciada pela Etiqueta Energética, por um relatório obtido pela ferramenta de simulação disponível no referido sistema.

O SEEP é um sistema voluntário de marcação ou etiquetagem que permite ao utilizador final, comparar produtos de acordo com o desempenho energético e com reflexo no consumo de energia. Com este sistema, o consumidor tem acesso aos produtos mais eficientes de acordo como o seu consumo energético, possibilitando uma escolha adequada às necessidades, na otimização de energia e redução de custos. Na ótica do fabricante, a etiquetagem e as características dos produtos são categorizadas e escalonadas, por forma a potência a inovação e a concorrência na conceção dos mesmos.

O financiamento das operações por parte do FEE corresponde a 50% das despesas totais elegíveis, e até ao limite de 1500€ para os sistemas solares térmicos e 50% das despesas totais elegíveis, e até ao limite de 1250€ para as janelas eficientes, sendo que a dotação orçamental máxima prevista é de 2.000.000€, divididos por 1.000.000€ para a instalação de sistemas solares térmicos e 1.000.000€ para a instalação de janelas eficientes.

As medidas de melhoria então preconizadas foram a substituição das janelas e a utilização de coletores solares térmicos.

4.1.1. Janelas Eficientes (SEEP)

Para a substituição dos vãos envidraçados por janelas eficientes, foram enviados e-mails a cada uma das empresas aderentes do sistema, perfazendo um total de 105 e-mails enviados, tendo-se obtido 10 respostas positivas de empresas disponíveis para colaborar. De entre as respostas obtidas, apresenta-se de seguida um quadro resumo com as características das janelas, fornecidas pelas empresas.

Tabela 55 - Características das janelas SEEP fornecidas pelas empresas contactadas

	Janela	Permeabilidade ao Ar	Estanquidade à Água	Resistência ao Vento	Atenuação Acústica	Tranmissão Térmica	g _L vidro	Orçamento	Fundo	Investimento
1	Quarto 1	Classe 3	Classe 7A	Classe C1	26 dB	2,48 W/m ² .K	----	3 451,61 €	1 250,00 €	2 201,61 €
	Quarto 2	Classe 3	Classe 7A	Classe C5	26 dB	2,83 W/m ² .K				
	Sala	Classe 3	Classe 7A	Classe C5	27 dB	2,54 W/m ² .K				
	Cozinha	Classe 4	Classe 9A	Classe C4	32 dB	2,13 W/m ² .K				
	Porta Cozinha	Classe 2	Classe 9A	Classe C2	32 dB	2,18 W/m ² .K				
2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3 148,80 €	1 250,00 €	1 898,80 €	
3	-----	Classe 3	Classe 8A	Classe C5	29 dB	3,54 W/m ² .K	-----	2 790,13 €	1 250,00 €	1 540,13 €
4	Quarto 1	Classe 4	Classe 9A	Classe B2	34 dB	1,5 W/m ² .K	0,57	2 954,89 €	1 250,00 €	1 704,89 €
	Quarto 2	Classe 4	Classe 9A	Classe B2	35 dB	1,6 W/m ² .K				
	Sala	Classe 4	Classe 9A	Classe B2	34 dB	1,5 W/m ² .K				
	Cozinha	Classe 4	Classe E1050	Classe B4	35 dB	1,6 W/m ² .K				
	Porta Cozinha	Classe 3	Classe 4A	Classe B2	35 dB	2,2 W/m ² .K				
5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3 063,29 €	1 250,00 €	1 813,29 €	
6	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2 321,75 €	1 160,88 €	1 160,88 €	
7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3 556,05 €	1 250,00 €	2 306,05 €	
8	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2 875,21 €	1 250,00 €	1 625,21 €	
9	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3 716,08 €	1 250,00 €	2 466,08 €	
10	-----	-----	-----	-----	-----	-----	2 385,34 €	1 192,67 €	1 192,67 €	

Analisando os dados fornecidos por todas as empresas, optou-se por utilizar o orçamento da empresa n^o4 uma vez que é o orçamento que disponibiliza mais informação relativamente as características das janelas. Sendo o orçamento proposto por esta empresa de 2.954,89€ e como o financiamento do FEE corresponde a 50% das despesas totais elegíveis e até ao limite de 1250€ para as janelas eficientes, o proprietário teria que suportar um custo de 1.704,89€.

Os seguintes cálculos foram efetuados com o intuito de saber qual o valor da poupança anual obtido após a substituição das janelas.

4.1.1.1 Poupança para o RCCTE

Método Detalhado

Para a estação de arrefecimento:

$$N_{i\text{inicial}} = 159 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$Nic_{melhoria} = 145,96 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$Nic_{poupança} = 13,04 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$A_p = 90,72 \text{ m}^2$$

$$Poupança = 13,04 \text{ kWh/m}^2\text{ano} \times 90,72 \text{ m}^2 \leftrightarrow \text{Poupança} = 1183 \text{ kWh} \cdot \text{ano}$$



Tarifas Baixa Tensão Normal até 20,7kVA
Tarifa transitória de venda a clientes finais em BTN ($\leq 20,7\text{kVA}$)

Preço da energia ativa	Período horário	até 6,90 kVA EUR/kWh	acima 6,90 kVA EUR/kWh
Simplex $\leq 2,3\text{kVA}$		0,1210	-
Simplex $> 2,3\text{kVA}$		0,1405	0,1418
Bi-horária	Horas fora de vazio	0,1641	0,1674
	Horas de vazio	0,0870	0,0878
Tri-horária	Horas de ponta	0,1865	0,1899
	Horas de cheias	0,1483	0,1515
	Horas de vazio	0,0870	0,0878

Figura 52 - Tarifa para baixa tensão da EDP

(Disponível em: <http://www.edpsu.pt/pt/particulares/tarifasehorarios>)

$$Poupança = 1183 \times \left(\frac{0,1641 + 0,0870}{2} \right) \leftrightarrow \text{Poupança} = 148,5 \text{ €} \cdot \text{ano}$$

Para a estação de arrefecimento:

$$Nvc_{inicial} = 0,75 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$Nvc_{melhoria} = 1,11 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$Nvc_{poupança} = -0,36 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$A_p = 90,72 \text{ m}^2$$

$$Prejuízo = 0,36 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano} \times 90,72 \text{ m}^2 \leftrightarrow \text{Prejuízo} = -32,66 \text{ kWh} \cdot \text{ano}$$

$$Prejuízo = -32,66 \times \left(\frac{0,1641 + 0,0870}{2} \right) \leftrightarrow \text{Prejuízo} = -4,10 \text{ €} \cdot \text{ano}$$

Poupança anual:

$$\text{Estação de aquecimento} \rightarrow \text{Poupança} = 148,5 \text{ €} \cdot \text{ano}$$

Estação de arrefecimento → $Prejuízo = -4,10 \text{ €} \cdot \text{ano}$

$Poupança = 148,5 - 4,10 \leftrightarrow Poupança \cong 144 \text{ €} \cdot \text{ano}$

Através da poupança anual obtida, verificar-se na tabela seguinte que apenas no ano de 2026, o retorno do investimento começa a ser positivo.

Tabela 56 - Análise económica para as janelas SEEP (RCCTE)

Taxa evolução tarifa da eletricidade 4,0%	Anos						
	2013	2014	2015	.....	2025	2026	2027
Taxa de atualização 6,0%							
Investimento (€)	1 704,89						
Poupança anual (€)	144,00	149,76	155,75	.....	230,55	239,77	249,36
Poupança anual a preços 2013 (€)	144,00	141,28	138,62	.....	114,58	112,41	110,29
Cash-flow atualizado acumulado (€)	-1 560,89	-1 419,61	-1 280,99	.....	-30,82	81,59	191,88

Esta tabela foi fornecida por um docente do ISEP, o engenheiro Jaime Gabriel Silva, assim como os respetivos valores para a taxa de evolução da tarifa da eletricidade e a taxa de atualização.

Método Simplificado

Seguindo a mesma metodologia do método detalhado, chegar-se-ia a uma poupança de aproximadamente 140 € por ano, com um retorno de investimento a partir do ano de 2026, tal como acontece no método detalhado.

4.1.1.2. Poupança para a proposta de revisão do RCCTE

Método Detalhado

Para a estação de aquecimento:

$$Nic_{inicial} = 151,26 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{ano}$$

$$Nic_{melhoria} = 145,93 \text{ kWh} / \text{m}^2 \cdot \text{ano}$$

$$Nvc_{poupan\c{c}a} = 5,33 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{ano}$$

$$A_p = 90,72 \text{ m}^2$$

$$Poupan\c{c}a = 5,33 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{ano} \times 90,72 \text{ m}^2 \quad \leftrightarrow \quad \textbf{Poupan\c{c}a} = \textbf{484 kWh . ano}$$

$$Poupan\c{c}a = 484 \times \left(\frac{0,1641 + 0,0870}{2} \right) \quad \leftrightarrow \quad \textbf{Poupan\c{c}a} = \textbf{60,77 € . ano}$$

Para a esta\c{c}o de arrefecimento:

$$Nvc_{inicial} = 3,51 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{ano}$$

$$Nvc_{melhoria} = 2,59 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{ano}$$

$$Nvc_{poupan\c{c}a} = 0,92 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{ano}$$

$$A_p = 90,72 \text{ m}^2$$

$$Poupan\c{c}a = 0,92 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{ano} \times 90,72 \text{ m}^2 \quad \leftrightarrow \quad \textbf{Poupan\c{c}a} = \textbf{86,46 kWh . ano}$$

$$Poupan\c{c}a = 86,45 \times \left(\frac{0,1641 + 0,0870}{2} \right) \quad \leftrightarrow \quad \textbf{Poupan\c{c}a} = \textbf{10,48 € . ano}$$

Poupan\c{c}a anual:

$$\text{Esta\c{c}o de aquecimento} \rightarrow \textbf{Poupan\c{c}a} = \textbf{60,77 € . ano}$$

$$\text{Esta\c{c}o de arrefecimento} \rightarrow \textbf{Poupan\c{c}a} = \textbf{10,48 € . ano}$$

$$\textbf{Poupan\c{c}a} = \textbf{60,77} - \textbf{10,48} \quad \leftrightarrow \quad \textbf{Poupan\c{c}a} \cong \textbf{50,5 € . ano}$$

Através da poupan\c{c}a anual obtida, verificar-se na tabela seguinte que apenas no ano de 2066, o retorno do investimento come\c{c}a a ser positivo.

Tabela 57 - Análise económica para as janelas SEEP (Proposta de Revisão)

	Anos						
	2013	2014	2015	.....	2065	2066	2067
Taxa evolu\c{c}o tarifa da eletricidade 4,0%							
Taxa de atualiza\c{c}o 6,0%							
Investimento (€)	1 704,89			.....		
Poupan\c{c}a anual (€)	50,50	52,52	54,62	.....	388,17	403,70	419,85
Poupan\c{c}a anual a pre\c{c}os 2013 (€)	50,50	49,55	48,61	.....	18,76	18,40	18,05
Cash-flow atualizado acumulado (€)	-1 654,39	-1 604,84	-1 556,23	.....	-3,66	14,74	32,80

Método Simplificado

Seguindo a mesma metodologia do método detalhado, chegar-se-ia a uma poupança de aproximadamente 79 € por ano, com um retorno de investimento a partir do ano de 2040. Assim, como no método simplificado há uma poupança de 28,5 € por ano relativamente ao método detalhado, o retorno de investimento aconteceria em menos tempo do que no método detalhado.

Comparando o RCCTE com a proposta de revisão, caso as janelas fossem substituídas por janelas mais eficientes, a solução era mais vantajosa no atual quadro legislativo.

4.1.2. Coletores Solares Térmicos

Para ambos os regulamentos, para a obtenção dos orçamentos relativos a coletores solares térmicos, foram enviados e-mails a cada uma das empresas certificada para a instalação dos mesmos, perfazendo um total de 67 e-mails enviados tendo-se obtido 4 respostas positivas de empresas disponíveis para colaborar. De entre as respostas obtidas, apresenta-se de seguida um quadro resumo com as características dos coletores solares térmicos, fornecidas pelas empresas.

Tabela 58 - Características dos coletores solares térmicos

	E_{solar} (kWh)	Investimento (€)	Retorno ao 4º ano (€)	Retorno ao 20º ano (€)	Fundo (€)	Investimento
1	1221	----	----	----	----	----
2	1446	----	----	----	----	----
3	1367	2 603,66 €	20,34 €	15 859,34 €	1 301,83 €	1 301,83 €
4	1796	3 950,00 €	-1 794,00 €	15 056,00 €	1 500,00 €	2 450,00 €
5	1903	3 499,35 €	-666,35 €	17 424,65 €	1 500,00 €	1 999,35 €

Analisando os dados fornecidos por todas as empresas, optou-se por utilizar o orçamento da empresa nº5 uma vez que é a empresa que apresenta uma maior contribuição dos sistemas coletores solares para a preparação de AQS (Esolar = 1903 kWh). Ao longo do 4º ano apresenta um prejuízo de 666,35€, mas apresenta ao longo do 20º ano um de retorno do investimento de 17.424,65€. Sendo o orçamento proposto por esta empresa de 3,499.85€ e como o financiamento do FEE corresponde a 50% das despesas totais elegíveis e até ao limite de 1500€ para os coletores solares térmicos, o proprietário teria que suportar um custo de 1.999,35€.

4.2. Análise da proposta de melhoria

4.2.1. Análise de acordo com o RCCTE

Após uma análise detalhada dos resultados obtidos nas folhas de cálculo, apresentados no Anexos J e K, é possível constatar que, para o método detalhado, após a proposta de melhoria, esta FA verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento, preparação de AQS e de energia primária, não verificando apenas as necessidades máximas para a estação de aquecimento, apresentando assim uma Classe Energética B-, de acordo com a tabela 40 da página 105.

Na realidade não deveria ser possível que uma FA que não está regulamentar em todos os cálculos das necessidades energéticas pudesse ser da classe B-.

Esta FA embora não verifique as necessidades de energia na estação de aquecimento, ao apresentar a classe B- pode induzir em erro o eventual comprador ou arrendatário pois tal classe engloba já os edifícios que respeitam na íntegra o RCCTE.

No que diz respeito ao método simplificado, verifica-se que a FA apenas verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento, não verificando assim as necessidades

máximas de aquecimento, preparação de AQS bem com as necessidades de energia primária, apresentando assim, de acordo com a tabela 40, uma Classe Energética C.

- Valores das necessidades nominais de energia

Tabela 59 - Necessidades nominais para a estação de aquecimento

		Nic (kWh/m ² .ano)	Ni (kWh/m ² .ano)	Nic/Ni (%)
Método Detalhado	Inicial	159,00	76,02	209
	Melhoria	146,12	76,02	192
Método Simplificado	Inicial	153,65	74,75	206
	Melhoria	140,05	74,75	187

Tabela 60 - Necessidades nominais para a estação de arrefecimento

		Nvc (kWh/m ² .ano)	Nv (kWh/m ² .ano)	Nvc/Nv (%)
Método Detalhado	Inicial	0,75	16,00	4,7
	Melhoria	1,11	16,00	6,9
Método Simplificado	Inicial	0,76	16,00	4,8
	Melhoria	1,15	16,00	7,0

Tabela 61 - Necessidades nominais para preparação de AQS

		Nac (kWh/m ² .ano)	Na (kWh/m ² .ano)	Nac/Na (%)
Método Detalhado	Inicial	38,88	39,11	99
	Melhoria	17,90	39,11	46
Método Simplificado	Inicial	67,81	41,98	162
	Melhoria	45,29	41,98	108

Tabela 62 - Necessidades nominais para energia primária

		Ntc (kgep/m ² .ano)	Nt (kgep/m ² .ano)	Ntc/Nt (%)
Método Detalhado	Inicial	7,96	6,11	130
	Melhoria	5,79	6,11	95
Método Simplificado	Inicial	10,29	6,48	159
	Melhoria	7,97	6,48	123

Como as janelas são de uma qualidade elevada, logo haverá menos perdas e menos ganhos de calor através dos envidraçados. Assim, na estação de arrefecimento, obtém-se um prejuízo e não uma poupança uma vez que a relação entre ganhos e perdas que é maior na proposta de melhoria, $\gamma = 0,65$, enquanto no início esta relação apresenta o valor de $\gamma = 0,57$, o que conduz a um fator $(1 - \eta)$ que varia de 0,042 para 0,065. De qualquer forma, a variação dos valores não é de todo significativa.

Tendo em conta as seguintes tabelas, que fornecem as perdas térmicas da FA, pode concluir-se que uma solução para a obtenção de uma melhor classe energética seria a alteração da solução construtiva da cobertura em desvão, visto que apresenta uma percentagem de 86,2% no método detalhado e uma percentagem de 70,4% no método simplificado relativamente às perdas associadas à envolvente interior. Embora fosse uma boa solução para uma classe energética superior, esta solução não entrou na proposta de melhoria uma vez que não faz parte do FEE e o objetivo da proposta elaborada foi o de o proprietário ter o menor investimento possível.

Tabela 63 - Perdas térmicas associadas à FA (RCCTE)

Perdas térmicas associadas à:	Método Detalhado	Método Simplificado
Envolvente Exterior [W/°C] (da FCIV.1a)	85,47	83,87
Envolvente Interior [W/°C] (da FCIV.1b)	231,57	198,05
Envidraçados [W/°C] (da FCIV.1c)	7,98	7,98
Renovação de Ar [W/°C] (da FCIV.1d)	70,79	65,95

Tabela 64 - Perdas associadas à envolvente interior da FA (RCCTE)

Perdas associadas à envolvente interior (FVIV.1b)	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes em contato com ENU's [W/°C]	11,48	37,23
Coberturas Interiores [W/°C]	199,58	139,46
Envidraçados em contato com ENU's [W/°C]	7,43	6,96
Pontes Térmicas [W/°C]	13,08	14,40

4.2.2. Análise de acordo com a proposta de revisão do RCCTE

Após uma análise detalhada dos resultados obtidos nas folhas de cálculo, apresentado no Anexo L, é possível constatar que, para o método detalhado, após a proposta de melhoria, esta FA, verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento e não verificando as necessidades máximas para a estação de aquecimento e as necessidades para energia primária, apresentando assim uma Classe Energética F, de acordo com a tabela 40 da página 105.

No que diz respeito ao método simplificado, verifica-se que a FA apenas verifica as necessidades máximas para a estação de arrefecimento, não verificando assim as necessidades máximas de aquecimento e as necessidades de energia primária, apresentando assim, de acordo com a tabela 40, uma Classe Energética E.

- Valores das necessidades nominais de energia:

Tabela 65 - Necessidades nominais para a estação de aquecimento

		Nic (kWh/m ² .ano)	Ni (kWh/m ² .ano)	Nic/Ni (%)
Método Detalhado	Inicial	151,26	47,57	318
	Melhoria	145,93	47,57	307
Método Simplificado	Inicial	139,63	46,14	303
	Melhoria	133,26	46,14	289

Tabela 66 - Necessidades nominais para a estação de arrefecimento

		Nvc (kWh/m ² .ano)	Nv (kWh/m ² .ano)	Nvc/Nc (%)
Método Detalhado	Inicial	3,51	13,86	25
	Melhoria	2,59	13,86	19
Método Simplificado	Inicial	4,12	13,86	30
	Melhoria	3,05	13,86	22

Tabela 67 - Necessidades nominais para energia primária

		Ntc (kWh _{ep} /m ² .ano)	Nt (kWh _{ep} /m ² .ano)	Ntc/Nt (%)
Método Detalhado	Inicial	452,79	154,70	293
	Melhoria	416,09	154,70	269
Método Simplificado	Inicial	420,17	152,84	275
	Melhoria	380,31	152,84	249

Tendo em conta as seguintes tabelas, que fornecem as perdas térmicas da FA, tal como acontece para o RCCTE, pode concluir-se que uma solução para a obtenção de uma melhor classe energética seria a alteração da solução construtiva da cobertura em desvão, visto que apresenta uma percentagem de 74,0 % no método detalhado e uma percentagem de 69,2% no método simplificado relativamente às perdas associadas à envolvente interior. Embora fosse uma boa solução para uma classe energética superior, esta solução não entrou na proposta de melhoria uma vez que não faz parte do FEE e o objetivo da proposta elaborada foi o de o proprietário ter o menor investimento possível.

Tabela 68 - Perdas térmicas associadas à FA (Proposta de Revisão)

Perdas térmicas associadas à:	Método Detalhado	Método Simplificado
Envolvente Exterior [W/°C]	97,55	97,55
Envolvente Interior [W/°C]	269,67	215,15
Renovação de Ar [W/°C]	33,31	31,04

Tabela 69 - Perdas associadas à envolvente interior da FA (Proposta de Revisão)

Perdas associadas à envolvente interior	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes em contato com ENU's [W/°C]	41,15	39,71
Coberturas Interiores [W/°C]	199,58	148,76
Envidraçados em contato com ENU's [W/°C]	8,36	7,43
Pontes Térmicas [W/°C]	20,59	19,20

Capítulo 5 – Considerações Finais

5.1. Conclusões

O trabalho realizado na presente dissertação teve como principal objetivo a comparação entre o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) com a nova proposta de revisão, relativamente à certificação energética de edifícios existentes, sendo que para cada regulamento foi aplicado um método detalhado e um método simplificado de cálculo.

Analisando ambos os regulamentos, pode verificar-se algumas diferenças no que diz respeito à metodologia de cada um, destacando-se os seguintes aspetos:

- O RCCTE não faz referência aos edifícios existentes sendo que por isso se recorreu à Nota Técnica NT-SCE-01 para realizar o método simplificado, enquanto a nova proposta apresenta um despacho específico para este tipo de edifícios;
- A simbologia utilizada apresenta algumas diferenças significativas nos dois regulamentos;
- O cálculo do coeficiente de transferência de calor por transmissão através de elementos em contato com o solo;
- A determinação da taxa de renovação horária (R_{ph}) e a imposição de valores mínimos diferentes;
- A consideração dos equipamentos de recuperação de calor, no RCCTE apenas são contabilizados na estação de aquecimento, enquanto na nova proposta são contabilizados para a estação de aquecimento e para a estação de arrefecimento;
- Na nova proposta passa a ser considerada a quantificação dos ganhos solares através dos vãos envidraçados para espaços não úteis;

- Com a nova proposta de revisão, a consideração do consumo dos ventiladores deixa de ser feita nos valores das necessidades nominais anuais para aquecimento (N_{ic}) e das necessidades nominais anuais para arrefecimento (N_{vc}) e passa a ser contabilizada nas necessidades de energia primária (N_{tc});
- A limitação dos valores das necessidades de energia nas duas estações obedece a uma metodologia totalmente diferente. No RCCTE esta limitação é feita em função do fator de forma (FF) e dos graus dias (GD) para a estação de aquecimento, e em função da zona climática para a estação de arrefecimento. Relativamente à nova proposta, admite-se que o edifício ou a fração autónoma (FA) apresenta apenas soluções consideradas de referência, como por exemplo: U_{ref} , Rph_{ref} , ψ_{ref} , para a estação de aquecimento os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar são nulos e o fator de utilização dos ganhos térmicos é unitário, etc;
- Ao contrário do que acontece no RCCTE, na nova proposta deixa de haver um valor limite para a quantidade de energia para preparação de AQS.

No que diz respeito à aplicação ao caso de estudo pode concluir-se o seguinte:

Para a estação de aquecimento:

Os valores de cálculo são muito semelhantes variando entre os 140 e os 159 kWh/m², apresentando o método simplificado da nova proposta os valores mais baixos.

Com a aplicação da proposta de melhoria houve uma ligeira diminuição dos valores de N_{ic} para todos os métodos, variando de 133 a 146 kWh/m², devido à substituição dos envidraçados existentes por envidraçados eficientes de elevada qualidade.

Os valores máximos permitidos para a nova proposta são cerca de 60% mais baixos dos valores definidos no RCCTE e na Nota Técnica NT-SCE-01, verificando-se assim que, para

a estação de aquecimento a nova proposta será substancialmente mais exigente, obrigando na prática à implementação de soluções construtivas com melhor desempenho térmico.

Para a estação de arrefecimento:

Para a zona climática V1, e atendendo ao tipo de envolvente da FA em estudo, pode constatar-se que os valores calculados são relativamente baixos para todas as metodologias, variando de 0,75 a 4,1 kWh/m², apresentando o valor mais elevado para as necessidades relativas aos edifícios existentes definidos para a nova proposta de revisão. De referir que os valores obtidos na nova proposta são ligeiramente superiores ao valores do RCCTE e da Nota Técnica NT-SCE-01 uma vez que na nova proposta são contabilizados os vãos envidraçados interiores para ENU's.

Com a aplicação da proposta de melhoria, os valores de *Nvc* sobem ligeiramente no RCCTE e na NT-SCE-01 e descem ligeiramente na nova proposta. Os novos valores passam a variar de 1,1 a 3,1 kWh/m².

Quanto aos valores máximos permitidos, estes variam entre 14 e 16 kWh/m², não sendo ultrapassados em nenhum dos métodos aplicados.

Preparação de AQS:

Como já foi referido anteriormente, na nova proposta de revisão este valor não é quantificado individualmente, entrando apenas nas necessidades de energia primária.

Comparando a aplicação do RCCTE com a Nota Técnica NT-SCE-01, pode verificar-se que o valor da nota técnica é bastante penalizado, sendo que apresenta um valor aproximadamente de 68 kWh/m² enquanto o RCCTE apresenta um valor próximo dos 39 kWh/m². Esta diferença, que é significativa, deve-se ao fato de não se considerar, na aplicação da Nota Técnica NT-SCE-01, a eficiência do esquentador a gás que existe na

realidade na FA, mas sim um valor de referência. É de salientar ainda que não existem coletores solares térmicos.

Com a aplicação da proposta de melhoria verifica-se, devido à importância da contribuição da energia solar, que os valores das necessidades de energia descem substancialmente, cerca de 60%.

Energia Primária:

A relação entre os valores de cálculos e os máximos permitidos leva à obtenção da classe energética da FA. A melhor classe conseguida foi a C e resultou da aplicação do RCCTE. Quando se utiliza a Nota Técnica NT-SCE-01 a classe desce para D devido à forte importância que o aumento do valor de N_{ac} tem no cálculo da energia primária. Para a nova proposta, os valores passam a ser expressos em kWh_{ep} e verifica-se um acréscimo substancial dos valores de cálculo relativamente aos valores máximos permitidos pelo que a classe energética foi fortemente penalizada descendo para a letra F.

Com a aplicação da proposta de melhoria, as classes sobem um nível em todos os métodos aplicados, exceto para o método detalhado da nova proposta de revisão em que a classe se mantém, devido ao intervalo de variação dos valores definidos para a classe F, sendo que, com a aplicação deste método, a classe energética da FA era muito próxima da classe G.

5.2. Desenvolvimentos futuros

No âmbito do trabalho apresentado, seria interessante, aquando da publicação em Diário da República da nova legislação que entrará em vigor a 1 de Dezembro de 2013, aplicar a metodologia utilizada nesta dissertação a mais casos de estudo de forma a conseguir estabelecer um conjunto de conclusões e, sobretudo, das implicações construtivas que resultam do novo método de cálculo.

Referências Bibliográficas

[1] Sousa, João. (2012) “O paradigma da eficiência energética dos edifícios”. Revista Técnica de Engenharia da Ordem dos Engenheiros Técnicos. N.º 84, Novembro-Dezembro, páginas 24 e 25.

Disponível em:

http://www.edificioseenergia.pt/contents/artigorevista/opinia-and-771o_oet.pdf;

<http://www.oet.pt/downloads/informacao/Climatizacao.pdf>.

[2] Edifícios e Energia (2013) “Nova regulamentação térmica continua a gerar polémica”

Disponível em:

<http://www.edificioseenergia.pt/pt/noticia/nova-regulamentacao-termica-continua-a-gerar-polemica>;

[3] Diretiva 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro relativa ao desempenho energético dos edifícios; Jornal Oficial das Comunidades Europeias L1/65, 2003.

Disponível em:

<http://eur->

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0065:PT:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0065:PT:PDF)

[4] Santos, Paulo; Mateus, Pedro; Maldonado, Eduardo (2008) “Implementação da EPBD em Portugal: Ponto da Situação e Planeamento Futuro - Março de 2008”;

Disponível em:

http://www.buildup.eu/sites/default/files/P061_PT_Portugal_March08_p3142.pdf

[5] "Proposta de diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios (reformulação) ”, de Novembro de 2008.

Disponível em:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0780:FIN:PT:PDF>

[6] Maldonado, Eduardo (2008). “A Diretiva Europeia 2002/91/CE sobre o Desempenho Energético dos Edifícios: O presente e perspectivas futuras”. 20 de Novembro de 2008.

Disponível em:

http://www.lisboaenova.org/images/stories/Ponto%20de%20Encontro/2006/23_Fev_2006_Eduardo_Maldonado.pdf

[7] IDEAL-EPBD – “Um projeto europeu sobre o comportamento dos consumidores face a certificação energética dos edifícios”, “Implementação da EPDB em Portugal”

Disponível em:

http://www.ideal-epbd.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=4&lang=pt

[8] Decreto-Lei n.º 80/2006 - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE); Diário da República – I Série – A, N.º67 – 4 de Abril de 2006.

Disponível em:

<http://dre.pt/pdf1s/2006/04/067A00/24682513.pdf>

[9] Portaria n.º 461/2007 - Define o valor das taxas de registo das Declarações de Conformidade Regulamentar e dos Certificados Energéticos na Agência para a Energia (ADENE); Diário da República – 2ª Série – N.º108 – 5 de Junho de 2007.

Disponível em:

<http://dre.pt/pdf2s/2007/06/108000000/1537815378.pdf>

[10] Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção (ITeCons) – Ferramentas de cálculo de aplicação do RCCTE.

Disponível em:

<http://www.itecons.uc.pt/divulga.php?cat=3&id=18>

[11] Despacho n.º11020/2009 - ADENE - Agência para a Energia - Método de Cálculo Simplificado para a Certificação Energética de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE; Diário da República – 2ª Série – N.º84 – 30 de Abril de 2009.

Disponível em:

<http://dre.pt/pdf2sdip/2009/04/084000000/1741017416.pdf>

[12] Diretiva 2010/31/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Maio relativa ao desempenho energético dos edifícios; Jornal Oficial das Comunidades Europeias L153/13, 2010.

Disponível em: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:PT:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:PT:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:PT:PDF)

[13] Maldonado, Eduardo (2010). “As Políticas Nacional e Europeia para os Edifícios: Objetivos a atingir”, 14 de Outubro de 2010.

Disponível em:

http://www.ordemengenhadores.pt/fotos/dossier_artigo/eduardo20maldonado14871638444d22ff978935a.pdf

[14] ADENE (2011), “Fachadas Eficientes no Desempenho Energético de Edifícios, Seminário Fachadas Energeticamente Eficientes: contribuição dos ETICS/ Argamassas Térmicas”, 15 de Novembro de 2011

Disponível em:

http://www.apfac.pt/eventos/seminario_fachadas_energeticamente_eficientes_2012/1%20Orador%20Francisco%20Passos.pdf

[15] Almeida, Manuela (2012) “Reabilitação Energética de Edifícios Perspetiva da Engenharia Civil”; 12ª Jornadas de Climatização, Lisboa; 25 de Outubro de 2012.

Disponível em:

http://www.ordemengenhadores.pt/fotos/dossier_artigo/20121025_malmeida_1948568545509a7ff463577.pdf

[16] Proposta de revisão do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) disponibilizada para os peritos qualificados na página da internet da ADENE, sendo uma versão provisória de Junho de 2012. Este documento foi fornecido pela orientadora desta dissertação, a engenheira Teresa Neto.

[17] ADENE (2011) - Perguntas & Respostas sobre o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Versão 2.0, Maio de 2011.

Disponível em:

<http://www.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SCE/Informacao/Publicoemgeral/Documents/PR%20RCCTE%20v2.0.pdf>

[18] Decreto-Lei n.º 50/2010; Diário da República, 1.ª série - N.º 98 - 20 de Maio de 2010

Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2010/05/09800/0173901740.pdf>

[19] ADENE – FEE - Fundo de eficiência energética

Disponível em: <http://fee.adene.pt/Paginas/default.aspx>

[20] Pina dos Santos, Carlos A.; Matias, Luís (2006) “Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios”, ICT – Informação Técnica, Edifícios - ITE50, LNEC.

[21] Rodrigues, Rodrigo; Pina dos Santos, Carlos A. “Coeficientes de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios - Soluções construtivas de edifícios antigos (2009), ICT – Informação Técnica, Edifícios - ITE54, LNEC.

[22] Réglementation Thermique 2000, Règles Th-U - Enveloppes Légères et Transferts - Division Hygrothermique des Ouvrages

Disponível em: http://cownco.free.fr/Regles_Th_U.pdf

[23] Decreto-Lei n.º 78/2006 - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE); Diário da República – I Série – A, N.º 67 – 4 de Abril de 2006.

Disponível em:

<http://dre.pt/pdf1s/2006/04/067A00/24112415.pdf>

[24] Decreto-Lei n.º 79/2006 - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE); Diário da República – I Série – A, N.º 67 – 4 de Abril de 2006.

Disponível em:

<http://dre.pt/pdf1sdip/2006/04/067A00/24162468.pdf>

[25] EN 15242: Ventilation for buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration.

Anexos

Anexo A

Caderneta Predial Urbana



IDENTIFICAÇÃO DO PRÉDIO

DISTRITO: 13 - PORTO **CONCELHO:** 04 - GONDOMAR **FREGUESIA:** 11 - VALBOM

ARTIGO MATRICIAL: 2374 **NIP:**

LOCALIZAÇÃO DO PRÉDIO

Av./Rua/Praça: Rua Primeiro de Maio **Nº:** 100 **Lugar:** Valbom **Código Postal:** 4420-533 VALBOM GDM

Av./Rua/Praça: Rua Primeiro de Maio **Nº:** 106 **Lugar:** Valbom **Código Postal:** 4420-533 VALBOM GDM

Av./Rua/Praça: Rua Pinheiro D'Aquem **Nº:** 122 **Lugar:** Valbom **Código Postal:** 4420-532 VALBOM GDM

Av./Rua/Praça: Rua Pinheiro D'Aquem **Nº:** 132 **Lugar:** Valbom **Código Postal:** 4420-532 VALBOM GDM

Av./Rua/Praça: Rua Pinheiro D'Aquem **Nº:** 142 **Lugar:** Valbom **Código Postal:** 4420-532 VALBOM GDM

DESCRIÇÃO DO PRÉDIO

Tipo de Prédio: Prédio em Regime de Prop. Horiz.

Descrição: Prédio constituído em Regime de Propriedade Horizontal.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO PRÉDIO

Avaliação nos termos do CCPIIA: Área coberta 697 m2, área coberta das garagens 307 m2 e área descoberta 710 m2.

Avaliado nos termos do Artº 218 do CCPIIA, relação nº 34/82.

FRACÇÃO AUTÓNOMA: G2

Descrição: Fracção do 3º andar esquerdo, com entrada pelo nº 122, constituída por cozinha, 3 divisões, despensa, quarto de banho, átrio, hall, varanda na frente e na parte posterior - 1 fogo; e por garagem com entrada pelo nº 100.

LOCALIZAÇÃO DA FRACÇÃO

Av./Rua/Praça: Rua Pinheiro D'Aquem **Nº:** 122 **Lugar:** Valbom **Código Postal:** 4420-532 VALBOM GDM

Andar/Divisão: 3º andar

ELEMENTOS DA FRACÇÃO

Afectação: Habitação **Nº pisos da fracção:** 1 **Tipologia/Divisões:** 3

DADOS DE AVALIAÇÃO

Avaliação nos termos do CCPIIA: Avaliado nos termos do artigo 218º do CCPIIA, relação 34/82.

Área habitação 104 m2 e garagem 19 m2.

Ano de inscrição na matriz: 1988

Valor patrimonial actual: €20.182,27 **Determinado no ano:** 2009

TITULARES

Identificação fiscal: 707555353 **Nome:** JOÃO FELISMINO PERES COELHO - CABEÇA DE CASAL DA HERANÇA DE

Morada: R PINHEIRO D'AQUEM 122 3 ES, VALBOM, 4420-532 VALBOM GDM



Tipo de titular: Propriedade plena **Parte:** 1/1 **Documento:** IMPOSTO SUCESSORIO **Entidade:** IMP. SELO
882912

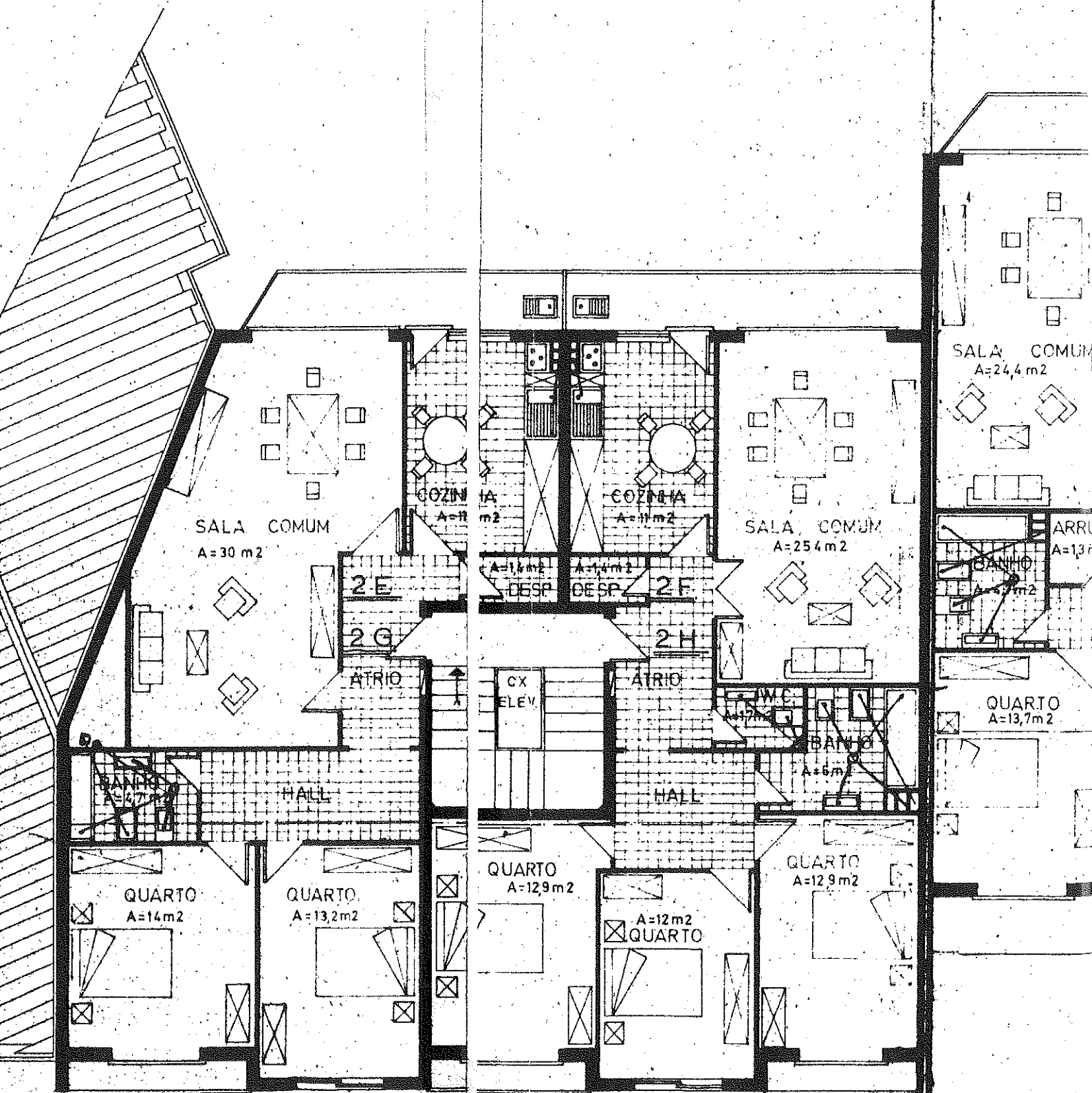
Impresso no Serviço de Finanças de GONDOMAR-1 em 2010-04-27

O Chefe de Finanças

(António Manuel dos Santos Curto)

Anexo B

Planta da Fração Autónoma



PLANTA DO 2º E 3º ANDAR

Anexo C

Catálogo do Equipamento para Preparação de

AQS



WRD 11 -2 KME...

WRD 14 -2 KME...

WRD 17 -2 KME...



Ler as instruções de instalação antes de instalar o aparelho!
Antes de colocar o aparelho em funcionamento, ler as instruções de utilização!



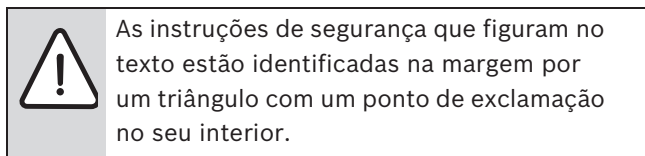
Observe as indicações de segurança contidas nas instruções de serviço!
O local de instalação deve cumprir as exigências de ventilação!



A instalação só pode ser efectuada por uma firma especializada autorizada!

1 Explicação da simbologia e indicações de segurança

1.1 Explicação da simbologia



As formas de aviso empregues servem para qualificar a gravidade do risco, no caso de não serem seguidas as precauções para a redução de danos.

- **Cuidado** emprega-se no caso de poder haver danos materiais ligeiros.
- **Atenção** emprega-se no caso de poder haver danos pessoais ligeiros ou danos materiais mais graves.
- **Perigo** emprega-se no caso de poder haver danos pessoais graves que, em certos casos, podem provocar perigo de morte.



Indicações no texto identificam-se mediante o símbolo mostrado na margem.

O início e o final do texto vêm delimitados respectivamente por uma linha horizontal.

As indicações compreendem informações importantes que não constituem risco para as pessoas nem para o aparelho.

1.2 Indicações de segurança

Se cheirar a gás:

- ▶ Fechar a válvula de gás.
- ▶ Abrir as janelas.
- ▶ Não accionar quaisquer interruptores eléctricos.
- ▶ Apagar possíveis chamas.
- ▶ Telefonar de outro local à companhia de gás e a um técnico autorizado.

Se cheirar a gases queimados:

- ▶ Desligar o aparelho.
- ▶ Abrir portas e janelas.
- ▶ Avisar um instalador.

Montagem, modificações

- ▶ A montagem do aparelho bem como modificações na instalação só podem ser feitas por um técnico autorizado.
- ▶ Os tubos que conduzem os gases queimados não devem ser modificados.
- ▶ Não fechar ou reduzir aberturas para circulação de ar.

Manutenção

- ▶ A manutenção do aparelho só pode ser feita por um instalador autorizado.
- ▶ O utilizador do aparelho deve providenciar, em intervalos regulares, intervenções técnicas de controlo e de manutenção no aparelho.
- ▶ O aparelho deve ter manutenção anual.
- ▶ Somente deverão ser utilizadas peças de substituição originais.

Materiais explosivos e facilmente inflamáveis

- ▶ Não devem ser guardados nem utilizados materiais inflamáveis (papel, solventes, tintas, etc.) perto do aparelho.

Ar de combustão e ar ambiente

- ▶ Para evitar a corrosão, o ar de combustão e o ar ambiente devem estar isentos de matérias agressivas (p.ex. hidrocarbonetos halogenados que contenham compostos de cloro e flúor).

Esclarecimentos ao cliente

- ▶ Informar o cliente sobre o funcionamento do aparelho e seu manuseamento.
- ▶ O aparelho não foi concebido para ser utilizado por pessoas (incluindo crianças) com capacidades mentais e/ou motoras reduzidas; falta de experiência ou conhecimentos, a menos que lhe tenham sido dadas instruções relativas à utilização do aparelho por pessoal autorizado e responsável pela sua segurança. As crianças devem ser supervisionadas para garantir que não brincam com o aparelho.
- ▶ Avisar o cliente de que não deve fazer nenhuma modificação nem reparação por conta própria.

3 Instruções de utilização



Abrir todos os dispositivos de bloqueio de água e gás.
Purgar as tubagens.



CUIDADO:

Na zona do queimador e queimador piloto, a frente pode atingir temperaturas elevadas, havendo o risco de queimadura em caso de contacto.

3.1 Visor digital - descrição

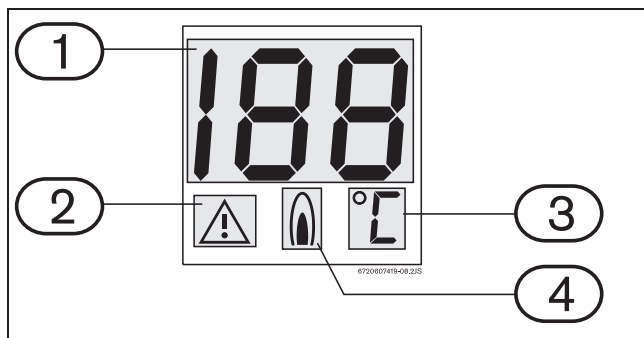


Fig. 4 Visor digital

- 1 Temperatura/Código de erros
- 2 Sinalizador de avaria
- 3 Unidades de medida de temperatura
- 4 Aparelho em uso (queimador ligado)

3.2 Antes de colocar o aparelho em funcionamento



CUIDADO:

▶ O primeiro arranque do esquentador deve ser realizado por um técnico autorizado, que fornecerá ao cliente todas as informações necessárias ao bom funcionamento do mesmo.

- ▶ Verificar que o tipo de gás indicado na placa de características é o mesmo que o utilizado no local.
- ▶ Efectuar a ligação do aparelho à corrente eléctrica.
- ▶ Abrir a válvula de gás.
- ▶ Abrir a válvula de água.

3.3 Ligar e desligar o aparelho

Ligar

- ▶ Pressione o interruptor , posição .

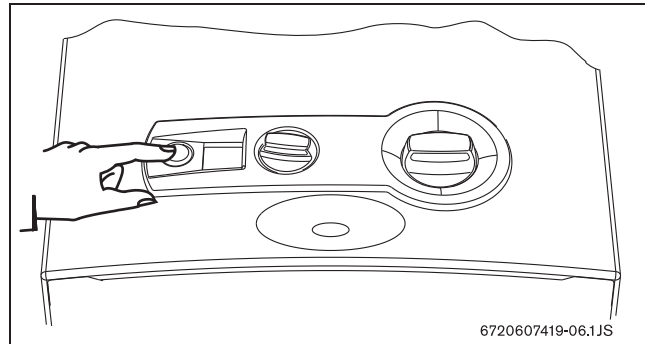


Fig. 5

Luz verde acesa = queimador principal aceso

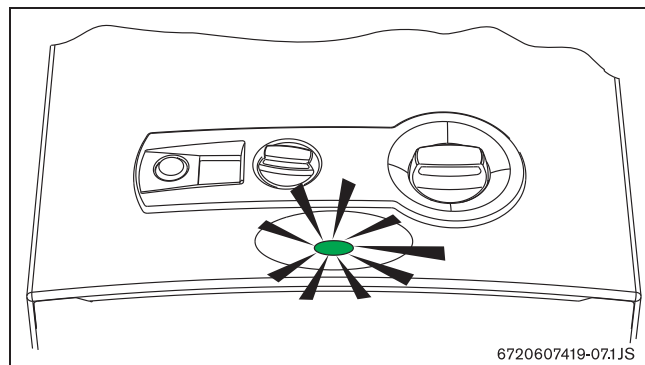


Fig. 6

Desligar

- ▶ Pressione o interruptor , posição .

3.4 Regulação de potência

Água menos quente.
Diminuição da potência.

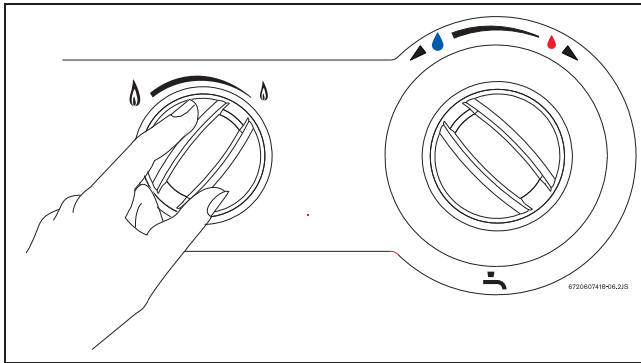


Fig. 7

Água mais quente.
Aumento da potência.

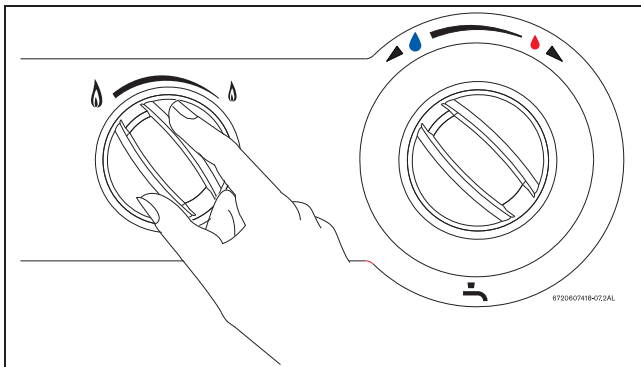


Fig. 8

3.5 Regulação da temperatura/caudal

- ▶ Girar no sentido contrário aos ponteiros do relógio. Aumenta o caudal e diminui a temperatura da água.

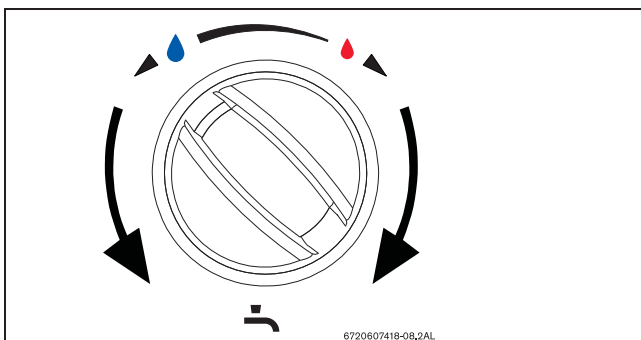


Fig. 9

- ▶ Girar no sentido dos ponteiros do relógio. Diminui o caudal e aumenta a temperatura da água.

Regulando a temperatura para o valor mínimo de acordo com as necessidades, reduz-se o consumo de energia e diminui a probabilidade de depósito de calcário na câmara de combustão.



CUIDADO:

A indicação de temperatura no display é aproximada, confirme sempre com a mão antes de dar banho a crianças ou idosos.

3.6 Purga do aparelho

Caso exista o risco de congelação, deve proceder da seguinte forma:

- ▶ retire o freio de fixação do casquilho do filtro (pos. 1) situado no automático de água,
- ▶ retire o casquilho do filtro (pos. 2) do automático de água,
- ▶ deixe vaziar toda a água contida dentro do aparelho.

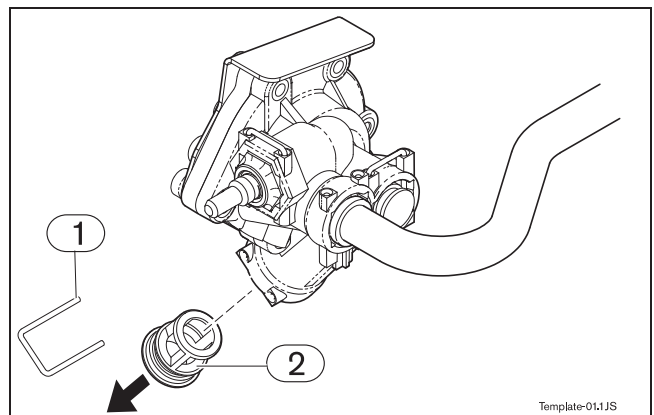


Fig. 10 Purga

- 1 Freio
- 2 Casquilho do filtro



CUIDADO:

A não realização da purga do aparelho sempre que exista o risco de congelação, pode danificar componentes do aparelho.

4 Regulamento

Devem ser cumpridas as normas portuguesas em vigor.
A instalação do aparelho deve ser efectuada por uma entidade credenciada pela D.G.E. de acordo com o Decreto-Lei 263/89, de 17 de Agosto.

Esquentadores miniMAXX Ventilados

Departamento Comercial Junkers
Av. Infante D. Henrique, Lotes 2 E – 3 E
1801-805 Lisboa Codex – Portugal
www.junkers.pt
Telefone: 351 21 850 00 00
FAX: 351 21 850 01 61

COMUNICAÇÃO AO MERCADO REFERENTE À VERSÃO 1.3 a DE ABRIL DE 2008 DO RCCTE (D.L. 80/2006 DE 4 DE ABRIL)

FABRICANTE: Bosch Termotecnologia SA
EN 16 - Km 3,7 - P-3801-856 Aveiro

PRODUTO: Esquentadores

MARCA: 

miniMAXX Excellence - WTD-KME

Modelo	Categoria	Pressões (mbar)	Rendimento nominal 100%	Rendimento parcial 30%
			maior ou igual que	
WTD 11 KME	II _{2H3+}	30 / 37	86,70%	75,00%
WTD 11 KME	II _{2H3+}	20	86,70%	75,00%
WTD 14 KME	II _{2H3+}	30 / 37	86,80%	75,00%
WTD 14 KME	II _{2H3+}	20	86,80%	75,00%
WTD 17 KME	II _{2H3+}	30 / 37	88,20%	75,00%
WTD 17 KME	II _{2H3+}	20	88,20%	75,00%

Esquentadores miniMAXX Ventilados

Departamento Comercial Junkers
Av. Infante D. Henrique, Lotes 2 E – 3 E
1801-805 Lisboa Codex – Portugal
www.junkers.pt
Telefone: 351 21 850 00 00
FAX: 351 21 850 01 61

COMUNICAÇÃO AO MERCADO REFERENTE À VERSÃO 1.3 a DE ABRIL DE 2008 DO RCCTE (D.L. 80/2006 DE 4 DE ABRIL)

FABRICANTE: Bosch Termotecnologia SA
EN 16 - Km 3,7 - P-3801-856 Aveiro

PRODUTO: Esquentadores

MARCA: 

miniMAXX Ventilado - WRD-KME

Modelo	Categoria	Pressões (mbar)	Rendimento nominal 100%	Rendimento parcial 30%
			maior ou igual que	
WRD 11-2 KME	II _{2H3+}	30 / 37	85,30%	75,00%
WRD 11-2 KME	II _{2H3+}	20	85,30%	75,00%
WRD 14-2 KME	II _{2H3+}	30 / 37	86,80%	75,00%
WRD 14-2 KME	II _{2H3+}	20	86,80%	75,00%
WRD 17-2 KME	II _{2H3+}	30 / 37	88,20%	75,00%
WRD 17-2 KME	II _{2H3+}	20	88,20%	75,00%



6720607775

www.junkers.pt

Tel: 21 850 00 98

Fax: 21 850 0161

808 234 212

Chamada local



Bosch Termotecnologia, SA

Av. Infante D. Henrique,

lotes 2E-3E

1800-220 Lisboa

Anexo D

Folhas de Cálculo do RCCTE

(Método Detalhado)

Folha de Cálculo FCIV.1a

Perdas associadas à Envoltente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Parede Exterior a N	12,89	1,30	16,76
Parede Exterior a E	14,85	1,30	19,31
Parede Exterior a SE	14,31	1,30	18,60
Parede Exterior a S	1,35	1,30	1,76
			0,00
	43,40	TOTAL	56,42

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	14,30	0,5	7,15
Fachada com cobertura inclinada ou terraço	18,30	0,5	9,15
Fachada com varanda	4,00	0,5	2,00
Duas paredes verticais	5,40	0,5	2,70
Fachada com caixa de estore	3,20	0,5	1,60
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril	12,90	0,5	6,45
Outras			0,00
		TOTAL	29,05

Perdas pela envoltente exterior

da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	85,47
--------------	-------

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envoltente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Parede para Marquise	12,06	1,19	0,80	11,48	9,648
Parede para Caixa de Escadas	15,3	1,98	0,00	0,00	0
Porta para Caixa de Escadas	1,85	2,7	0,00	0,00	0
				0,00	
	29,21		TOTAL	11,48	9,648

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
					0
	0		TOTAL	0,00	0

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Desvão do Telhado	90,72	2,2	1,00	199,58	90,72
				0,00	0
	90,72		TOTAL	199,58	90,72

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Janela da Sala para Marquise	2,76	3,0	0,80	6,62	2,208
Janela da Cozinha para Marquise	0,96	3,0	0,80	2,30	0,768
Porta Envidraçada da Cozinha para Marquise	1,64	4,0	0,80	5,25	1,312
	5,36		TOTAL	14,18	4,288

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com τ>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
Parede Marquise com Pavimento	6,45	0,5	0,8	2,58
Parede Marquise com Cobertura	6,45	0,5	0,8	2,58
Parede Marquise com Caixa de Estores	3,1	0,5	0,8	1,24
Parede Marquise com Caixilharia	16,7	0,5	0,8	6,68
				0,00
			TOTAL	13,08

Perdas pela envoltente interior da Fração Autónoma

(W/°C)

TOTAL	238,32
--------------	---------------

Folha de Cálculo FCIV.1c

Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto 1	3,36	4,1	13,78
Quarto 2	1,84	4,1	7,54
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,2	TOTAL	21,32

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	90,72	(m ²)
	x	
Pé-direito médio	2,7	(m)
	=	
Volume interior (V)	244,94	(m ³)

(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

VENTILAÇÃO NATURAL

Cumprir a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="s/c"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text" value="S"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text" value="1"/>	RPH = <input type="text" value="1,0"/>
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluir exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	Vf = <input type="text" value="0,00"/>
Caudal Extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>	
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	V = <input type="text" value="0"/> (volume int) RPH (**)
Infiltrações <i>(Vent. Natural)</i> Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0"/>	(Vf / V + Vx)
Consumo de Electricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	(Ev = Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	<input type="text" value="244,94"/>	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	<input type="text" value="1"/>	
	x	
	<input type="text" value="1"/>	(1-η)
	x	
	<input type="text" value="0,34"/>	
	=	
TOTAL	<input type="text" value="83,28"/>	(W/°C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto 1	Simples	3,36	0,27	0,7	1	0,7	0,9	0,40
Quarto 2	Simples	1,84	0,27	0,7	1	0,7	0,9	0,22
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	0,62
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (G _{sul}) na zona <input type="text" value="I2"/> do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	93
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	7
	=
Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	403,08

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	<input type="text" value="4"/>	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	<input type="text" value="7,00"/>	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	<input type="text" value="90,72"/>	(m ²)
	x	
	<input type="text" value="0,72"/>	
	=	
Ganhos Internos Brutos	<input type="text" value="1828,92"/>	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	2231,99
	16655,88
Inércia do edifício: <input type="text" value="3"/> a = <input type="text" value="4,2"/> $\gamma =$ <input type="text" value="0,13"/>	
<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>	
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	<input type="text" value="1,00"/>
	x
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	<input type="text" value="2231,99"/>
	=
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	<input type="text" value="2231,57"/>

Cálculo intermédio:

Se $\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$

Se $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,999813$

Folha de Cálculo FC IV.1f
Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Factor de forma		
De FCIV.1a e FCIV.1c:	(Áreas)	m ²
Paredes exteriores		43,40
Coberturas exteriores		0,00
Pavimentos exteriores		0,00
Envidraçados exteriores		5,20
De FCIV.1b:	(Áreas equivalentes, A .τ)	
Paredes interiores		9,65
Coberturas interiores		90,72
Pavimentos interiores		0,00
Envidraçados interiores		4,29
Área total:		153,26
		/
Volume (de FCIV.1d):		244,94
		=
FF		0,626

Graus-dias no local (°C.dia) (do Quadro III.1) 1620

Ni = 4,5 + 0,0395 GD	Para FF < 0,5	Auxiliar 68,49
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD	Para 0,5 < FF < 1	76,02
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD] (1,2 - 0,2FF)	Para 1 < FF < 1,5	81,71
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	Para FF > 1,5	115,59

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 76,023

Folha de Cálculo FC IV.2
Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	85,47
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	238,32
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	21,32
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	83,28

	=
Coefficiente Global de Perdas (W/°C)	428,39
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1620,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	16655,88
	+
Consumo dos ventiladores	0,00
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	2231,57
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	14424,31
	/
Área Útil de Pavimento (m ²)	90,72
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m ² .ano)	159,00
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m ² .ano)	76,02

Não verifica

K.O.

Folha de cálculo FCV.1a

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	<input type="text" value="56,42"/>	(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)	(FCV.1b)	<input type="text" value="0,00"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	<input type="text" value="21,32"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	<input type="text" value="83,28"/>	(W/°C)
		/	
se tiver recuperador de calor / (1-h)	h <input type="text" value=""/>	<input type="text" value="1,00"/>	
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="161,02"/>	(W/°C)

Temperatura interior de referência		<input type="text" value="25"/>	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		<input type="text" value="19"/>	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="161,02"/>	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	<input type="text" value="2828,82"/>	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1c
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (*inclui paredes e cobertura*)

Orientação	Parede N	Parede E	Parede SE	Parede S	...	...	...	...
Área, A (m ²)	12,89	14,85	14,31	1,35					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	1,30	1,30	1,30	1,30					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,8	0,4	0,4	0,4					
	=	=	=	=	=	=	=	=	
α.U.A (W/°C)	13,41	7,72	7,44	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	200	420	430	380					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	=	=	=	=	=	=	=	=	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	107,24	129,73	127,99	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	TOTAL
									375,63 (kWh)

Folha de cálculo FC V.1e

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	90,72	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	1062,51	(KWh)

Folha de cálculo FC V.1f

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	167,08	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	375,63	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	1062,51	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	1605,22	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais 1605,22 (kWh)
 (FCV.1f)

/

Perdas Térmicas Totais 2828,82 (kWh)
 (FCV.1a)

=

Relação Ganhos-Perdas 0,57
 γ

Inércia do edifício *(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)* 3

Cálculo intermédio:

a = 4,2

$\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$
 $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,957735$

	1				
	-				
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)	0,958				
	=				
	0,042				
	x				
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)	1605,22				(kWh)
	=				
Necessidades Brutas de Arrefecimento	67,84				(kWh/ano)
	+				
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)	0,00				<small>($E_v = P_v \times (24 \times 122) / 1000$ (kWh))</small>
	=				
TOTAL	67,84				(kWh/ano)
	/				
Área Útil de Pavimento (m ²)	90,72				
	=				
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	0,75				(kWh/m².ano)
	≤				
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv <i>(Nº do Artigo 15º)</i>	16				(kWh/m².ano)

Verifica

O.K.

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3,00	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) <i>(edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)</i>	40,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) <i>(considerar igual a 45°C)</i>	45,00	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365,00	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	2292,38	(kW.h/ano)
Eficiência de conversão do sistema de preparação de AQS (η_a) (Ponto 3 do Anexo VI)	0,65	
E_{solar}	0,00	<i>Programa SOLTERM do INETI / sistemas ou equipamentos certificados pela DGGE</i>
E_{ren}	0,00	
Necessidades de energia para preparação de AQS , N_{ac}	38,88	(kW.h/m ² .ano)
Valor máximo para as nec. de energia para preparação de AQS , N_a	39,11	(kW.h/m ² .ano)

$N_{ac} \leq N_a?$

Verifica

Necessidades Globais de Energia Primária

N_i (kW.h/m ² .ano)	76,02	
N_{ic} (kW.h/m ² .ano)	159,00	
N_v (kW.h/m ² .ano)	16,00	
N_{vc} (kW.h/m ² .ano)	0,75	
N_a (kW.h/m ² .ano)	39,11	
N_{ac} (kW.h/m ² .ano)	38,88	
η_i	1,00	Art. 18.º - ponto 2
η_v	3,00	Art. 18.º - ponto 2
F_{pu_i} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pu_v} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pu_a} (kgep/kW.h)	0,086	Art. 18º - ponto 1

Necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc}

7,96

(kgep/m².ano)

Valor máximo das nec. nominais globais de energia primária, N_t

6,11

(kgep/m².ano)

$N_{tc} \leq N_t$?

Não verifica

Anexo E

Folhas de Cálculo do RCCTE

(Método Simplificado)

Folha de Cálculo FCIV.1a
Perdas associadas à Envolvente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Parede Exterior a N	12,89	1,30	16,76
Parede Exterior a E	14,85	1,30	19,31
Parede Exterior a SE	14,31	1,30	18,60
Parede Exterior a S	1,35	1,30	1,76
			0,00
	43,40	TOTAL	56,42

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	14,30	0,75	10,73
Fachada com cobertura inclinada ou terraço	18,30	0,75	13,73
Fachada com varanda	4,00	0,75	3,00
Duas paredes verticais			
Fachada com caixa de estore			
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril			
Outras			0,00
		TOTAL	27,45

Perdas pela envolvente exterior

da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	83,87
--------------	--------------

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envolvente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Parede para Marquise	12,06	1,19	0,75	10,76	9,045
Parede para Caixa de Escadas	15,3	1,98	0,75	22,72	11,475
Porta para Caixa de Escadas	1,85	2,7	0,75	3,75	1,3875
				0,00	
	29,21		TOTAL	37,23	21,91

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
					0
	0		TOTAL	0,00	0

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Desvão do Telhado	84,52	2,2	0,75	139,46	63,39
				0,00	0
	84,52		TOTAL	139,46	63,39

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Janela da Sala para Marquise	2,76	3,0	0,75	6,21	2,07
Janela da Cozinha para Marquise	0,96	3,0	0,75	2,16	0,72
Porta Envidraçada da Cozinha para Marquise	1,64	4,0	0,75	4,92	1,23
	5,36		TOTAL	13,29	4,02

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com τ>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
Parede Marquise com Pavimento	6,45	0,75	0,75	3,63
Parede Marquise com Cobertura	6,45	0,75	0,75	3,63
Parede Caixa de Escadas com Pavimento	6,35	0,75	0,75	3,57
Parede Caixa de Escadas com Cobertura	6,35	0,75	0,75	3,57
				0,00
			TOTAL	14,40

Perdas pela envolvente interior da Fração Autónoma

(W/°C)

TOTAL	204,38
--------------	---------------

Folha de Cálculo FCIV.1c

Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto 1	3,36	4,1	13,78
Quarto 2	1,84	4,1	7,54
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,2	TOTAL	21,32

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	84,52	(m ²)
	x	
Pé-direito médio	2,7	(m)
	=	
Volume interior (V)	228,20	(m ³)

(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

VENTILAÇÃO NATURAL

Cumprir a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="s/c"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text" value="S"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text" value="1"/>	RPH = <input type="text" value="1,0"/>
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluír exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	Vf = <input type="text" value="0,00"/>
Caudal Extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>	
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	V = <input type="text" value="0"/> (volume int) RPH (**)
Infiltrações <i>(Vent. Natural)</i> Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0"/>	(Vf / V + Vx)
Consumo de Electricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	(Ev = Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	228,20	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	1	
	x	
	1	(1-η)
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	77,59	(W/°C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto 1	Simples	3,36	0,27	0,7	0,9	0,7	0,9	0,36
Quarto 2	Simples	1,84	0,27	0,7	0,9	0,7	0,9	0,20
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)		0,56
		x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (G _{sol}) na zona	I2	do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)
		93
		x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1		(meses)
		7
		=
Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)		362,77

Ganhos Internos

Ganhos internos médios	(Quadro IV.3)	4	(W/m ²)
		x	
Duração da Estação de Aquecimento		7,00	(meses)
		x	
Área Útil de pavimento		84,52	(m ²)
		x	
		0,72	
		=	
Ganhos Internos Brutos		1703,92	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	2066,69
	15052,69
Inércia do edifício:	3
a =	4,2
$\gamma =$	0,14
<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>	
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	1,00
	x
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	2066,69
	=
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	2066,27

Cálculo intermédio:

Se $\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$

Se $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,999794$

Folha de Cálculo FC IV.1f
Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Factor de forma		
De FCIV.1a e FCIV.1c:	(Áreas)	m ²
Paredes exteriores		43,40
Coberturas exteriores		0,00
Pavimentos exteriores		0,00
Envidraçados exteriores		5,20
De FCIV.1b:	(Áreas equivalentes, A .τ)	
Paredes interiores		21,91
Coberturas interiores		63,39
Pavimentos interiores		0,00
Envidraçados interiores		4,02
Área total:		137,92
		/
Volume (de FCIV.1d):		228,20
		=
FF		0,604

Graus-dias no local (°C.dia) (do Quadro III.1) 1620

Ni = 4,5 + 0,0395 GD	Para FF < 0,5	Auxiliar 68,49
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD	Para 0,5 < FF < 1	74,75
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD] (1,2 - 0,2FF)	Para 1 < FF < 1,5	80,66
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	Para FF > 1,5	115,59

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 74,75

Folha de Cálculo FC IV.2

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	83,87
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	204,38
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	21,32
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	77,59

	=
Coefficiente Global de Perdas (W/°C)	387,16
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1620,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	15052,69
	+
Consumo dos ventiladores	0,00
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	2066,27
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	12986,42
	/
Área Útil de Pavimento (m2)	84,52
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	153,65
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	74,75

Não verifica

K.O.

$$\text{Nic/Ni} = 2,06$$

Folha de cálculo FCV.1a

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	<input type="text" value="56,42"/>	(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)	(FCV.1b)	<input type="text" value="0,00"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	<input type="text" value="21,32"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	<input type="text" value="77,59"/>	(W/°C)
		/	
se tiver recuperador de calor / (1-h)	h <input type="text" value=""/>	<input type="text" value="1,00"/>	
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="155,33"/>	(W/°C)

Temperatura interior de referência		<input type="text" value="25"/>	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		<input type="text" value="19"/>	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="155,33"/>	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	<input type="text" value="2728,83"/>	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1c
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (*inclui paredes e cobertura*)

Orientação	Parede N	Parede E	Parede SE	Parede S	...	...	...	...
Área, A (m ²)	12,89	14,85	14,31	1,35					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	1,30	1,30	1,30	1,30					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,8	0,4	0,4	0,4					
	=	=	=	=	=	=	=	=	
α.U.A (W/°C)	13,41	7,72	7,44	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	200	420	430	380					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	=	=	=	=	=	=	=	=	
								TOTAL	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	107,24	129,73	127,99	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	375,63 (kWh)

Folha de cálculo FC V.1e

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m2)	84,52	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	989,90	(KWh)

Folha de cálculo FC V.1f

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	178,21	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	375,63	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	989,90	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	1543,75	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais 1543,75 (kWh)
 (FCV.1f)

/

Perdas Térmicas Totais 2728,83 (kWh)
 (FCV.1a)

=

Relação Ganhos-Perdas 0,57
 γ

Inércia do edifício *(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)* 3

Cálculo intermédio:

a = 4,2

$\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$
 $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,958145$

	1	
	-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)	0,958	
	=	
	0,042	
	x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)	1543,75	(kWh)
	=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento	64,61	(kWh/ano)
	+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)	0,00	<small>(Ev=Pv x (24x122)/1000 (kWh))</small>
	=	
TOTAL	64,61	(kWh/ano)
	/	
Área Útil de Pavimento (m ²)	84,52	
	=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	0,76	(kWh/m².ano)
	≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv <i>(Nº2 do Artigo 15º)</i>	16	(kWh/m².ano)

Nvc/Nv = 0,048

Verifica

O.K.

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3,00	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) (edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)	40,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) (considerar igual a 45°C)	45,00	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365,00	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	2292,38	(kW.h/ano)
Eficiência de conversão do sistema de preparação de AQS (η_a) (Ponto 3 do Anexo VI)	0,40	
E_{solar}	0,00	<i>Programa SOLTERM do INETI / sistemas ou equipamentos certificados pela DGGE</i>
E_{ren}	0,00	
Necessidades de energia para preparação de AQS , N_{ac}	67,81	(kW.h/m ² .ano)
Valor máximo para as nec. de energia para preparação de AQS , N_a	41,98	(kW.h/m ² .ano)
$N_{ac} / N_a =$	1,62	
$N_{ac} \leq N_a?$	Não verifica	

Necessidades Globais de Energia Primária

N_i (kW.h/m ² .ano)	74,75	
N_{ic} (kW.h/m ² .ano)	153,65	
N_v (kW.h/m ² .ano)	16,00	
N_{vc} (kW.h/m ² .ano)	0,76	
N_a (kW.h/m ² .ano)	41,98	
N_{ac} (kW.h/m ² .ano)	67,81	
η_i	1,00	Art. 18.º - ponto 2
η_v	3,00	Art. 18.º - ponto 2
F_{pu_i} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pu_v} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pu_a} (kgep/kW.h)	0,086	Art. 18º - ponto 1

Necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc}

10,29

(kgep/m².ano)

Valor máximo das nec. nominais globais de energia primária, N_t

6,48

(kgep/m².ano)

$N_{tc} \leq N_t$?

Não verifica

1,59

D

E

Anexo F

Cálculos para a Proposta de Revisão do RCCTE

Aplicação da proposta de revisão do RCCTE

1. Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (*Nic*)

Método Detalhado

O valor de *Nic* é determinado através da seguinte expressão:

$$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p}$$

Transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício.

Para se determinar a transferência de calor por transmissão através da envolvente o edifício é necessário, para além do valor dos graus dias de aquecimento, determinar o coeficiente global de transferência de calor por transmissão, $H_{tr,i}$, como demonstra a seguinte expressão:

$$Q_{tr,i} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i}$$

O valor dos graus dias de aquecimento, GD , é de 1615,2°C conforme determinado no ponto 3.3.2 da presente dissertação, enquanto o coeficiente global de transferência de calor por transmissão é determinada pela seguinte expressão:

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs}$$

em que:

- H_{ext} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com o exteriores:

$$H_{ext} = \sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j]$$

$$H_{ext} = 1,30 \times (12,89 + 14,85 + 14,31 + 1,35) + 4,10 \times (3,36 + 1,84) + (0,70 \times 14,30) +$$

Paredes exteriores

Envidraçados exteriores

$$\underline{+(0,70 \times 18,30) + (0,70 \times 4,0) + (0,50 \times 5,40) + (0,30 \times 3,20) + (0,30 \times 12,90)} \leftrightarrow$$

Pontes térmicas lineares

$$\mathbf{H_{ext} = 110,89 W/^{\circ}C}$$

- H_{enu} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis:

$$H_{enu} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

$$H_{enu} = 0,90 \times (1,19 \times 12,06) + \underline{(0,70 \times 6,45 + 0,70 \times 6,45 + 0,30 \times 3,10 + 0,30 \times 16,70)} +$$

Marquise

$$\underline{0,80 \times (1,98 \times 15,30) + (0,70 \times 6,35 + 0,70 \times 6,35)} + \underline{0,80 \times (2,70 \times 1,85)} +$$

Caixa de escadas

Porta da entrada

$$\underline{1,0 \times (2,20 \times 90,72)} + 0 + \underline{0,90 \times (3,0 \times 2,76 + 3,0 \times 0,96 + 4,0 \times 1,64)} \leftrightarrow$$

Desvão da cobertura

Envidraçados para marquise

$$\mathbf{H_{enu} = 277,26 W/^{\circ}C}$$

- H_{adj} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes:

$$H_{adj} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

Como no caso de estudo não existem elementos em contato com edifícios adjacentes, então:

$$\mathbf{H_{adj} = 0 W/^{\circ}C}$$

- H_{ecs} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos em contato com o solo:

$$H_{ecs} = \sum_i [U_{bfi} \times A_i] + \sum_j [z_j \times P_j \times U_{bwj}]$$

Como no caso de estudo não existem elementos em contato com edifícios adjacentes, então:

$$H_{ecs} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Então, já se pode determinar o coeficiente global de transferência de calor por transmissão,

$$H_{tr,i} = 110,89 + 277,26 + 0 + 0 \leftrightarrow H_{tr,i} = \mathbf{388,15 \text{ W/}^\circ\text{C}}$$

Após determinados estes coeficientes de transmissão, já é possível determinar a transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício:

$$Q_{tr,i} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i} \leftrightarrow Q_{tr,i} = 0,024 \times 1615 \times 388,15 \leftrightarrow$$

$$Q_{tr,i} = \mathbf{15046,56 \text{ kWh}}$$

Transferência de calor por ventilação

Para se determinar a transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento, para além do valor dos graus dias de aquecimento, determinar o coeficiente global de transferência de calor por ventilação, $H_{ve,i}$, como demonstra a seguinte expressão:

$$Q_{ve,i} = 0,024 \times GD \times H_{ve,i}$$

O coeficiente global de transferência de calor por ventilação é determinado através da seguinte expressão:

$$H_{ve,i} = 0,34 \times R_{ph,i} \times A_p \times P_d$$

em que:

- $R_{ph,i} = 0,40 \text{ h}^{-1}$ → Conforme determinado no ponto 3.3.7 da presente dissertação.

Então, já se pode determinar o coeficiente global de transferência de calor por ventilação,

$$H_{ve,i} = 0,34 \times 0,40 \times 90,72 \times 2,70 \leftrightarrow H_{ve,i} = \mathbf{33,31 \text{ W/}^\circ\text{C}}$$

Após determinados este coeficiente de transmissão, já é possível determinar a transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento:

$$Q_{ve,i} = 0,024 \times GD \times H_{ve,i} \leftrightarrow Q_{ve,i} = 0,024 \times 1615 \times 33,31 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{ve,i} = 1291,26 kWh}$$

Ganhos térmicos úteis:

Para se determinar os ganhos úteis na estação de aquecimento, é necessário efetuar a conversão dos ganhos brutos que se traduzem em ganhos térmicos como demonstra a seguinte expressão:

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i}$$

Os ganhos térmicos brutos têm duas origens distintas: os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor, $Q_{int,i}$, e os ganhos térmicos associado ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados, $Q_{sol,i}$, como demonstra a seguinte expressão:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i}$$

- Os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor incluem qualquer fonte de calor situada no espaço a aquecer, nomeadamente os ganhos de calor associados ao metabolismo dos ocupantes, e o calor dissipado nos equipamentos e nos dispositivos de iluminação. Para a determinação destes ganhos térmicos foi utilizada a seguinte expressão:

$$Q_{int,i} = 0,72 \times q_{int} \times M \times A_p \leftrightarrow Q_{int,i} = 0,72 \times 4 \times 6,8 \times 90,72 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{int,i} = 1763,60 kWh}$$

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados foram determinados através da seguinte expressão:

$$Q_{sol,i} = G_{sul} \times \sum_j \left[X_j \times \sum_n A_{s,ijn} \right] \times M$$

As áreas efetivas coletoras dos vãos envidraçados foram determinadas no ponto 3.3.4.3 da presente dissertação, tendo-se obtido os seguintes valores:

Para os envidraçados exteriores orientados a Norte: $\rightarrow A_{s,i_N} = 2,785 \text{ m}^2$

Para os envidraçados interiores orientados a Sul $\rightarrow A_{s,i_S} = 0,968 \text{ m}^2$

O fator de obstrução, X , para uma orientação a norte é de 0,27 enquanto para uma orientação toma o valor de 1,0.

$$Q_{sol,i} = 93 \times [0,27 \times 2,785 + 1,0 \times 0,968] \times 6,8$$

$$\mathbf{Q_{sol,i} = 1079,70 \text{ kWh}}$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i} \leftrightarrow Q_{g,i} = 1763,60 + 1079,70$$

$$\mathbf{Q_{g,i} = 2843,30 \text{ kWh}}$$

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i , na estação de aquecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_i , uma vez que este depende de vários fatores.

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,i}}{Q_{tr,i} + Q_{ve,i}} \leftrightarrow \gamma = \frac{2843,30}{15046,56 + 1291,26} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{\gamma = 0,174}$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,i} + H_{ve,i}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 90,72}{388,15 + 33,31} \leftrightarrow a = 1,32$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i .

$$\eta_i = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1 - 0,174^{1,32}}{1 - 0,174^{1,32+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\eta_i = 0,92$$

Assim, já é possível determinar os ganhos úteis na estação de aquecimento através da seguinte expressão, conforme mencionado anteriormente:

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i} \leftrightarrow Q_{gu,i} = 0,92 \times 2843,30 \leftrightarrow$$

$$Q_{gu,i} = 2615,84 \text{ kWh}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_{ic} através da seguinte expressão:

$$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p} \leftrightarrow N_{ic} = \frac{15046,56 + 1291,26 - 2615,84}{90,72} \leftrightarrow$$

$$N_{ic} = 151,26 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Método Simplificado

A metodologia de cálculo para a determinação das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento, N_{ic} , para o método simplificado é igual à do método detalhado.

O valor de N_{ic} é determinado através da seguinte expressão:

$$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p}$$

Transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício.

Para a determinação da transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício, $Q_{tr,i}$, Alguns dos valores são iguais ao do método detalhado, nomeadamente:

$$H_{ext} = 110,89 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{adj} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{ecs} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

O coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis, H_{enu} , irá ser diferente do método detalhado devido ao fato de o coeficiente de redução de perdas, b_{tr} , ser de 0,8 para todos os ENU's, como indica a regra de simplificação

$$H_{enu} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

$$H_{enu} = 0,80 \times (1,19 \times 12,06) + (0,70 \times 6,45 + 0,70 \times 6,45 + 0,30 \times 3,10 + 0,30 \times 16,70) +$$

Marquise

$$0,80 \times (1,98 \times 15,30) + (0,70 \times 6,35 + 0,70 \times 6,35) + 0,80 \times (2,70 \times 1,85) +$$

Caixa de escadas

Porta da entrada

$$0,80 \times (2,20 \times 84,52) + 0 + 0,80 \times (3,0 \times 2,76 + 3,0 \times 0,96 + 4,0 \times 1,64) \leftrightarrow$$

Desvão da cobertura

Envidraçados para marquise

$$H_{enu} = 221,90 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Então, já se pode determinar o coeficiente global de transferência de calor por transmissão,

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs} \leftrightarrow H_{tr,i} = 110,89 + 221,90 + 0 + 0 \leftrightarrow$$

$$H_{tr,i} = 332,79 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Após obtidos estes coeficientes de transmissão, já é possível determinar a transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício:

$$Q_{tr,i} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i} \leftrightarrow Q_{tr,i} = 0,024 \times 1615 \times 332,79 \leftrightarrow$$

$$Q_{tr,i} = 12900,54 \text{ kWh}$$

Transferência de calor por ventilação

O coeficiente global de transferência de calor por ventilação é praticamente igual ao método detalhado, apenas com a diferença da área útil de pavimento que é diferente, então:

$$H_{ve,i} = 0,34 \times R_{ph,i} \times A_p \times P_d \leftrightarrow H_{ve,i} = 0,34 \times 0,40 \times 84,52 \times 2,70 \leftrightarrow$$

$$H_{ve,i} = 31,04 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Após obtidosos este coeficiente de transmissão, já é possível determinar a transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento:

$$Q_{ve,i} = 0,024 \times GD \times H_{ve,i} \leftrightarrow Q_{ve,i} = 0,024 \times 1615 \times 31,04 \leftrightarrow$$

$$Q_{ve,i} = 1203,26 \text{ kWh}$$

Ganhos térmicos úteis:

- Os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor são é praticamente igual ao método detalhado, apenas com a diferença da área útil de pavimento que é diferente, então:

$$Q_{int,i} = 0,72 \times q_{int} \times M \times A_p \leftrightarrow Q_{int,i} = 0,72 \times 4 \times 6,8 \times 84,52 \leftrightarrow$$

$$Q_{int,i} = 1643,07 \text{ kWh}$$

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados irão ser diferentes do método detalhado uma vez que as regras de simplificação estão relacionadas com os fatores solares dos envidraçados, sendo por isso as áreas efetivas coletoras de radiação solar diferentes.

As áreas efetivas coletoras dos vãos envidraçados foram determinadas no ponto 3.3.4.3 da presente dissertação, tendo-se obtido os seguintes valores:

Para os envidraçados exteriores orientados a Norte: $\rightarrow A_{s,i_N} = 2,785 \text{ m}^2$

Para os envidraçados interiores orientados a Sul $\rightarrow A_{s,i_S} = 0,692 \text{ m}^2$

O fator de obstrução, X , para uma orientação a norte é de 0,27 enquanto para uma orientação toma o valor de 1,0.

$$Q_{sol,i} = G_{sul} \times \sum_j \left[X_j \times \sum_n A_{s,i_{nj}} \right] \times M \leftrightarrow$$

$$Q_{sol,i} = 93 \times [0,27 \times 2,785 + 1,0 \times 0,692] \times 6,8 \leftrightarrow \mathbf{Q_{sol,i} = 906,44 \text{ kWh}}$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i} \leftrightarrow Q_{g,i} = 1643,07 + 906,44$$

$$\mathbf{Q_{g,i} = 2549,51 \text{ kWh}}$$

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i , na estação de aquecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_i , uma vez que este depende de vários fatores.

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,i}}{Q_{tr,i} + Q_{ve,i}} \leftrightarrow \gamma = \frac{2549,511}{12900,54 + 1203,26} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{\gamma = 0,181}$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,i} + H_{ve,i}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 84,52}{332,79 + 31,04} \leftrightarrow a = 1,36$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i .

$$\eta_i = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1 - 0,181^{1,36}}{1 - 0,181^{1,36+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\eta_i = 0,92$$

Assim, já é possível determinar os ganhos úteis na estação de aquecimento através da seguinte expressão, conforme mencionado anteriormente:

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i} \leftrightarrow Q_{gu,i} = 0,92 \times 2549,51 \leftrightarrow$$

$$Q_{gu,i} = 2345,55 \text{ kWh}$$

Após obtidos todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_{ic} através da seguinte expressão:

$$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p} \leftrightarrow N_{ic} = \frac{12900,54 + 1203,26 - 2345,55}{84,52} \leftrightarrow$$

$$N_{ic} = 139,12 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

2. Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (N_{vc})

Método Detalhado

O valor de N_{vc} é determinado através da seguinte expressão:

$$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p}$$

Ganhos térmicos brutos

Tal como acontece na estação de aquecimento, os ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento são determinados de acordo com a seguinte expressão:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} \times Q_{sol,v}$$

- Os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor:

$$Q_{int,v} = q_{int} \times A_p \times \frac{L_v}{1000}$$

$$Q_{int,v} = 4 \times 90,72 \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow Q_{int,v} = 1062,51 \text{ kWh}$$

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar foram determinados através da seguinte expressão:

$$Q_{sol,v} = \sum_j \left[I_{sol,j} \times \sum_n F_{s,v,nj} \times A_{s,i,nj} \right]$$

As áreas efetivas coletoras e os fatores solares dos vãos envidraçados e da envolvente opaca foram determinados nos pontos 3.3.4.3 e 3.3.5.2, respetivamente, da presente dissertação, tendo-se obtido os seguintes valores:

Para os envidraçados exteriores orientados a Norte: $\rightarrow A_{s,i_N} = 2,630 \text{ m}^2; F_s = 1,0$

Para os envidraçados interiores orientados a Sul $\rightarrow A_{s,i_S} = 1,160 \text{ m}^2; F_s = 0,55$

Para as envolventes opaca orientada a Norte: $\rightarrow A_{s,i_N} = 0,54 \text{ m}^2; F_s = 1,0$

Para as envolturas opaca orientada a Sul: $\rightarrow A_{s,i_S} = 00,03 \text{ m}^2; F_s = 0,55$

Para as envolturas opaca orientada a Nascente: $\rightarrow A_{s,i_E} = 0,31 \text{ m}^2; F_s = 0,83$

Para as envolturas opaca orientada a Sudeste: $\rightarrow A_{s,i_{SE}} = 0,30 \text{ m}^2; F_s = 0,78$

$$Q_{sol,v} = 193 \times (1,0 \times 2,630 + 1,0 \times 0,54) + 379 \times (0,55 \times 1,16 + 0,55 \times 0,03)$$

Orientação a Norte

Orientação a Sul

$$+ 396 \times (0,83 \times 0,31) + 416 \times (0,78 \times 0,30) \leftrightarrow$$

Orientação a Nascente

Orientação a Sudeste

$$Q_{sol,v} = 1059,10 \text{ kWh}$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} \times Q_{sol,v} \leftrightarrow Q_{g,i} = 1062,51 + 1059,10$$

$$Q_{g,i} = 2121,61 \text{ kWh}$$

Fator de utilização dos ganhos térmicos

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v , na estação de arrefecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_v , uma vez que este depende de vários fatores, nomeadamente:

- Coeficiente global de transferência de calor por transmissão

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs}$$

Os valores destes coeficientes de transmissão de calor são iguais aos valores determinados para a estação de arrefecimento, no método detalhado

$$H_{ext} = 110,89 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{enu} = 277,26 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{ecs} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs} \leftrightarrow H_{tr,v} = 110,89 + 277,26 + 0 \leftrightarrow$$

$$H_{tr,v} = 388,15 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- Coeficiente global de transferência de calor por ventilação:

$$H_{ve,v} = 0,34 \times R_{ph,v} \times A_p \times P_d$$

em que:

$R_{ph,v} = 0,60 \text{ h}^{-1}$ → Conforme determinado no ponto 3.3.7 da presente dissertação.

$$H_{ve,v} = 0,34 \times R_{ph,v} \times A_p \times P_d \leftrightarrow H_{ve,v} = 0,34 \times 0,60 \times 90,72 \times 2,70 \leftrightarrow$$

$$H_{ve,v} = 49,97 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- Transferência de calor por transmissão:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times \frac{L_v}{1000} \leftrightarrow Q_{tr,v} = 388,15 \times (25 - 19) \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow$$

$$Q_{tr,v} = 6819,02 \text{ kWh}$$

- Transferência de calor por renovação de ar:

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times \frac{L_v}{1000} \leftrightarrow Q_{ve,v} = 49,97 \times (25 - 19) \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow$$

$$Q_{ve,v} = 877,90 \text{ kWh}$$

Assim, após calculados estes parâmetros já é possível determinar:

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,v}}{Q_{tr,v} + Q_{ve,v}} \leftrightarrow \gamma = \frac{2121,61}{6819,02 + 877,90} \leftrightarrow$$

$$\gamma = 0,280$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,v} + H_{ve,v}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 90,72}{388,15 + 49,97} \leftrightarrow a = 1,30$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v .

$$\eta_v = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1 - 0,280^{1,30}}{1 - 0,280^{1,30+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\eta_v = 0,85$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_{vc} através da seguinte expressão:

$$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p} \leftrightarrow N_{vc} = \frac{2121,61 \times (1 - 0,85)}{90,72} \leftrightarrow$$

$$N_{vc} = 3,51 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Método Simplificado

A metodologia de cálculo para a determinação das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento, N_{vc} , para o método simplificado é igual à do método detalhado.

O valor de N_{vc} é determinado através da seguinte expressão:

$$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p}$$

Ganhos térmicos brutos

$$Q_{g,v} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i}$$

- Os ganhos térmicos associados a fontes internas para o método simplificado apenas diferem do método detalhado devido à área útil de pavimento ser diferente.

$$Q_{int,v} = q_{int} \times A_p \times \frac{L_v}{1000}$$

$$Q_{int,v} = 4 \times 84,52 \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow Q_{int,v} = \mathbf{989,90 kWh}$$

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar irão ser diferentes do método detalhado uma vez que as regras de simplificação estão relacionadas com os fatores solares dos envidraçados da envolvente opaca. As áreas efetivas coletoras de radiação são iguais às determinadas no método detalhado.

Os fatores solares dos vãos envidraçados e da envolvente opaca foram determinados no ponto 3.3.5.2 da presente dissertação.

$$Q_{sol,v} = 193 \times (1,0 \times 2,630 + 1,0 \times 0,54) + 379 \times (0,89 \times 1,16 + 0,89 \times 0,03)$$

Orientação a Norte

Orientação a Sul

$$+ 396 \times (0,79 \times 0,31) + 416 \times (0,79 \times 0,30) \leftrightarrow$$

Orientação a Nascente

Orientação a Sudeste

$$Q_{sol,v} = \mathbf{1184,31 kWh}$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v} \leftrightarrow Q_{g,v} = 989,90 + 1184,31$$

$$Q_{g,v} = \mathbf{2174,21 kWh}$$

Fator de utilização dos ganhos térmicos

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v , na estação de arrefecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_v , uma vez que este depende de vários fatores, nomeadamente:

- Coeficiente global de transferência de calor por transmissão

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs}$$

Os valores destes coeficientes de transmissão de calor são iguais aos valores determinados para a estação de aquecimento, no método simplificado:

$$H_{ext} = 110,89 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{enu} = 221,90 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{ecs} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs} \leftrightarrow H_{tr,v} = 110,89 + 221,90 + 0 \leftrightarrow$$

$$H_{tr,v} = 332,79 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- Coeficiente global de transferência de calor por ventilação difere do método detalhado por a área útil de pavimento ser diferente.

$$H_{ve,v} = 0,34 \times R_{ph,v} \times A_p \times P_d$$

em que:

$R_{ph,v} = 0,60 \text{ h}^{-1}$ → Conforme determinado no ponto 3.3.7 da presente dissertação.

$$H_{ve,v} = 0,34 \times R_{ph,v} \times A_p \times P_d \leftrightarrow H_{ve,v} = 0,34 \times 0,60 \times 84,52 \times 2,70 \leftrightarrow$$

$$H_{ve,v} = 46,55 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- Transferência de calor por transmissão:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times \frac{L_v}{1000} \leftrightarrow Q_{tr,v} = 332,79 \times (25 - 19) \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow$$

$$Q_{tr,v} = 5846,46 \text{ kWh}$$

- Transferência de calor por renovação de ar:

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times \frac{L_v}{1000} \leftrightarrow Q_{ve,v} = 46,55 \times (25 - 19) \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow$$

$$Q_{ve,v} = 817,79 \text{ kWh}$$

Assim, após calculados estes parâmetros já é possível determinar:

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,v}}{Q_{tr,v} + Q_{ve,v}} \leftrightarrow \gamma = \frac{2174,21}{5846,45 + 817,79} \leftrightarrow$$

$$\gamma = 0,330$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,v} + H_{ve,v}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 84,52}{332,79 + 46,55} \leftrightarrow a = 1,34$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v .

$$\eta_v = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1-0,330^{1,34}}{1-0,330^{1,34+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\eta_v = 0,84$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de Nvc através da seguinte expressão:

$$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p} \leftrightarrow N_{vc} = \frac{2174,21 \times (1 - 0,84)}{84,52} \leftrightarrow$$

$$N_{vc} = 4,12 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

3. Necessidades nominais de energia primária (N_{tc})

As necessidades nominais de energia primária de um edifício ou de uma FA resultam da soma das necessidades nominais específicas de energia primária relacionadas com aquecimento, N_{ic} , arrefecimento, N_{vc} , produção de AQS, (Q_a/A_p) , ventilação mecânica, (W_{vm}/A_p) e eventuais contribuições de fontes de energia renováveis, $(E_{ren,p}/A_p)$ e pode ser determinada através da seguinte expressão:

$$N_{tc} = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \times N_{ic}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \times N_{vc}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} \\ + \sum_p \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} + \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p}$$

Como na FA não existem sistemas de ventilação mecânica, nem há energia produzida a partir de fontes de energia renováveis, então essas parcelas são iguais a zero:

$$\sum_p \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} = 0 \quad ; \quad \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p} = 0$$

Método Detalhado

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{ic} = 151,26 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

$f_{i,k} = 1,0$ → Só existe um sistema para aquecimento ambiente

$\eta_k = 0,90$ → Determinada conforme despacho relativo aos edifícios existentes, sendo a eficiência para equipamentos de resistência elétrica, não se considerando o fator de correção.

$F_{pu,j} = 2,5 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de eletricidade.

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{vc} = 3,51 \text{ kWh}/\text{m}^2 \times \text{ano}$$

$f_{v,k} = 1,0$ → Só existe um sistema para arrefecimento ambiente

$\eta_k = 2,5$ → Determinada conforme despacho relativo aos edifícios existentes, sendo a eficiência para sistemas de ar condicionado, não se considerando o fator de correção.

$F_{pu,j} = 2,5 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de sistemas de ar condicionado.

$\delta = 1,0$ → Este parâmetro é igual a 1, exceto quando o fator de utilização dos ganhos seja superior ao respetivo valor de referência, tem que toma o valor de zero, com vista a minimizar eventuais situações de sobreaquecimento.

Valores para a preparação de AQS:

$$Q_a = 1782,96 \text{ kWh} \times \text{ano}$$

$$A_p = 90,72 \text{ m}^2$$

$f_{a,k} = 1,0$ → Só existe um sistema para preparação de AQS

$\eta_k = 0,75 \times 0,90 \leftrightarrow \eta_k = 0,675$ → Como é conhecida a eficiência do equipamento para preparação de AQS a 30% da carga nominal ($\eta = 0,75$) basta multiplicar esse valor por 0,90 devido à ausência de isolamento nas tubagens.

$F_{pu,j} = 1,0 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de sistemas de alimentados a combustível gasoso.

Depois de obtidos estes parâmetros, já é possível determinar as necessidades nominais de energia primária:

$$N_{tc} = \left(\frac{1,0 \times 151,26}{0,90} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times 1,0 \times 3,51}{2,5} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times \left(\frac{1782,96}{90,72} \right)}{0,675} \right) \times 1,0 \leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 452,79 \text{ kWhep/m}^2 \times \text{ano}$$

Método Simplificado

Os valores para a aplicação do método simplificado são praticamente iguais aos do método detalhado, diferindo apenas nos seguintes valores:

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{ic} = 139,12 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{vc} = 4,12 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para a preparação de AQS:

$$A_p = 84,52 \text{ m}^2$$

$\eta_k = 0,75 \times 0,95 \leftrightarrow \eta_k = 0,7125 \rightarrow$ Classe de eficiência do esquentador a gás, ($\eta = 0,75$) multiplicada pelo fator de correção (0,90) tendo em conta a idade do equipamento, sendo a idade do equipamento depois de 1995.

Depois de obtidos estes parâmetros, já é possível determinar as necessidades nominais de energia primária:

$$N_{tc} = \left(\frac{1,0 \times 139,12}{0,90} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times 1,0 \times 4,12}{2,5} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times \left(\frac{1782,96}{84,52} \right)}{0,7125} \right) \times 1,0 \leftrightarrow$$

$$N_{tc} = 420,17 \text{ kWhep/m}^2 \times \text{ano}$$

4. Valor máximo de necessidade energética para aquecimento (N_i)

O valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para aquecimento deve ser determinado através da seguinte expressão:

$$N_i = \frac{Q_{tr,i_{ref}} + Q_{ve,i_{ref}} - Q_{gu,i_{ref}}}{A_p}$$

A metodologia de cálculo para as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício, conforme foi mencionado no ponto 2.6.3 da presente dissertação, mas considerando valores e condições de referência presentes em anexo do regulamento.

Método Detalhado

Transferência de calor por transmissão de referência através da envolvente do edifício.

$$Q_{tr,i_{ref}} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i_{ref}}$$

O coeficiente global de transferência de calor por transmissão é determinado pela seguinte expressão:

$$H_{tr,i_{ref}} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs}$$

Para se determinar o coeficiente global de transferência de calor de referência é necessário consultar as tabelas do regulamento, para se saber os valores dos coeficientes de transmissão térmica superficial de referência, U_{ref} , e dos coeficientes de transmissão térmica de referência, ψ_{ref} , chegando-se as seguintes valores:

Coefficientes de transmissão térmica superficial de referência:

Paredes exteriores na zona climática I2 $\rightarrow U_{ref} = 0,40 \text{ W/m}^2 \times \text{ano}$

Envidraçados exteriores na zona climática I2 $\rightarrow U_{ref} = 2,60 \text{ W/m}^2 \times \text{ano}$

Cobertura em contato com ENU's na zona climática I2 $\rightarrow U_{ref} = 0,35 \text{ W/m}^2 \times \text{ano}$

Paredes em contato com ENU's na zona climática I2 $\rightarrow U_{ref} = 0,40 \text{ W/m}^2 \times \text{ano}$

Coefficientes de transmissão térmica de referência

Ligação de fachada com pavimento intermédio, com cobertura e com varanda → $\psi_{ref} = 0,50 W/m^2 \times ano$

Ligação de duas paredes verticais em angulo saliente → $\psi_{ref} = 0,40 W/m^2 \times ano$

Ligação de fachada com caixilharia e zona de caixa de estore → $\psi_{ref} = 0,20 W/m^2 \times ano$

Depois de se chegar a estes valores de referência, já é possível determinar os seguintes coeficientes de transmissão de calor:

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com o exterior:

$$H_{ext} = \sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j]$$

$$H_{ext} = 0,40 \times (12,89 + 14,85 + 14,31 + 1,35) + 2,60 \times (3,36 + 1,84) + (0,50 \times 14,30) +$$

Paredes exteriores

Envidraçados exteriores

$$+(0,50 \times 18,30) + (0,50 \times 4,0) + (0,40 \times 5,40) + (0,20 \times 3,20) + (0,20 \times 12,90) \Leftrightarrow$$

Pontes térmicas lineares

$$H_{ext} = 54,96 W/^\circ C$$

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis:

$$H_{enu} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

$$H_{enu} = 0,90 \times (0,40 \times 12,06) + (0,50 \times 6,45 + 0,50 \times 6,45 + 0,20 \times 3,10 + 0,20 \times 16,70) +$$

Marquise

$$0,80 \times (0,40 \times 15,30) + (0,50 \times 6,35 + 0,50 \times 6,35) + 0,80 \times (0,40 \times 1,85) +$$

Caixa de escadas

Porta da entrada

$$1,0 \times (0,35 \times 90,72) + 0 + 0,90 \times (2,60 \times 2,76 + 2,60 \times 0,96 + 2,60 \times 1,64) \leftrightarrow$$

Desvão da cobertura

Envidraçados para marquise

$$\mathbf{H_{enu} = 68,57 W/^{\circ}C}$$

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes:

$$H_{adj} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

Como no caso de estudo não existem elementos em contato com edifícios adjacentes, então:

$$\mathbf{H_{adj} = 0 W/^{\circ}C}$$

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contato com o solo:

$$H_{ecs} = \sum_i [U_{bfi} \times A_i] + \sum_j [z_j \times P_j \times U_{bwj}]$$

Como no caso de estudo não existem elementos em contato com edifícios adjacentes, então:

$$\mathbf{H_{ecs} = 0 W/^{\circ}C}$$

Então, já se pode determinar o coeficiente global de transferência de calor de referencia por transmissão:

$$H_{tr,i,ref} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs} \leftrightarrow H_{tr,i,ref} = 54,96 + 68,57 + 0 + 0 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{H_{tr,i,ref} = 123,54 W/^{\circ}C}$$

Após determinados estes coeficientes de transmissão de referencia, já é possível determinar a transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício:

$$Q_{tr,i,ref} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i,ref} \leftrightarrow Q_{tr,i,ref} = 0,024 \times 1615 \times 123,54 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{tr,i,ref} = 4788,41 kWh}$$

Transferência de calor de referência por ventilação

$$Q_{ve,i,ref} = 0,024 \times GD \times H_{ve,i,ref}$$

O coeficiente global de transferência de calor por ventilação é determinado através da seguinte expressão:

$$H_{ve,i,ref} = 0,34 \times R_{ph,i,ref} \times A_p \times P_d$$

em que:

- $R_{ph,i} = 0,40 \text{ h}^{-1}$ → Conforme determinado no ponto 3.3.7 da presente dissertação, até a um máximo de $0,60 \text{ h}^{-1}$

Então, uma vez que a taxa de renovação é igual à determinada nas necessidades nominais de energia útil para a estação de aquecimento, no método detalhado, os valores dos coeficientes de transferência de calor serão iguais:

- Coeficiente global de transferência de calor por ventilação → $H_{ve,i,ref} = 33,31 \text{ W/}^\circ\text{C}$

- Transferência de calor por ventilação → $Q_{ve,i,ref} = 1291,26 \text{ kWh}$

Ganhos térmicos úteis de referência:

$$Q_{gu,i,ref} = \eta_i \times Q_{g,i,ref}$$

Os ganhos térmicos brutos têm duas origens distintas: os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor, $Q_{int,i}$, e os ganhos térmicos associado ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados, $Q_{sol,i}$, como demonstra a seguinte expressão:

$$Q_{g,i,ref} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i}$$

- Os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor incluem qualquer fonte de calor situada no espaço a aquecer, nomeadamente os ganhos de calor associados ao metabolismo dos ocupantes, e o calor dissipado nos equipamentos e nos dispositivos de iluminação. Este

valor é exatamente igual ao valor calculado para as necessidades nominais anuais de energia útil para a estação de aquecimento, de acordo com o método detalhado:

$$\mathbf{Q_{int,i} = 1763,60 kWh}$$

- Para o cálculo dos ganhos térmicos úteis de referência, $Q_{gu,i,ref}$, os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar é considerado nulo, ou seja:

$$\mathbf{Q_{sol,i} = 0 kWh}$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,i,ref} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i} \leftrightarrow Q_{g,i} = 1763,60 + 0$$

$$\mathbf{Q_{g,i,ref} = 1763,60 kWh}$$

Para o cálculo dos ganhos térmicos úteis de referência, $Q_{gu,i,ref}$, o fator de utilização dos ganhos térmicos de referência, $\eta_{i,ref}$ é considerado de uma unidade, ou seja:

$$\mathbf{\eta_{i,ref} = 1,0 kWh}$$

Assim, já é possível determinar os ganhos úteis de referência na estação de aquecimento através da seguinte expressão, conforme mencionado anteriormente:

$$Q_{gu,i,ref} = \eta_{i,ref} \times Q_{g,i,ref} \leftrightarrow Q_{gu,i,ref} = 1,0 \times 1763,60 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{gu,i,ref} = 1763,30 kWh}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_i através da seguinte expressão:

$$N_i = \frac{Q_{tr,i,ref} + Q_{ve,i,ref} - Q_{gu,i,ref}}{A_p} \leftrightarrow N_i = \frac{4788,41 + 1291,26 - 1763,60}{90,72} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{N_i = 47,57 kWh/m^2 \times ano}$$

Método Simplificado

Transferência de calor por transmissão de referência através da envolvente do edifício.

$$Q_{tr,i,ref} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i,ref}$$

O coeficiente global de transferência de calor por transmissão é determinado pela seguinte expressão:

$$H_{tr,i,ref} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs}$$

Para se determinar o coeficiente global de transferência de calor de referência é necessário consultar as tabelas do regulamento, para se saber os valores dos coeficientes de transmissão térmica superficial de referência, U_{ref} , e dos coeficientes de transmissão térmica de referência, ψ_{ref} . Os valores destes coeficientes são exatamente iguais aos valores determinados no método detalhado.

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com o exterior, também é igual ao valor calculado no método detalhado:

$$H_{ext} = 54,96 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis:

$$H_{enu} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

$$H_{enu} = 0,80 \times (0,40 \times 12,06) + (0,50 \times 6,45 + 0,50 \times 6,45 + 0,20 \times 3,10 + 0,20 \times 16,70) +$$

Marquise

$$0,80 \times (0,40 \times 15,30) + (0,50 \times 6,35 + 0,50 \times 6,35) + 0,80 \times (0,40 \times 1,85) +$$

Caixa de escadas

Porta da entrada

$$0,80 \times (0,35 \times 90,72) + 0 + 0,80 \times (2,60 \times 2,76 + 2,60 \times 0,96 + 2,60 \times 1,64) \leftrightarrow$$

Desvão da cobertura

Envidraçados para marquise

$$H_{enu} = 56,98 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Tal como acontece no método detalhado, como não há elementos em contato com edifícios adjacentes e com o solo então:

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com edifícios adjacentes:

$$H_{adj} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contato com o solo:

$$H_{ecs} = 0 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Então, já se pode determinar o coeficiente global de transferência de calor de referência por transmissão:

$$H_{tr,i,ref} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs} \leftrightarrow H_{tr,i,ref} = 54,96 + 56,98 + 0 + 0 \leftrightarrow$$

$$H_{tr,i,ref} = 111,94 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Após determinados estes coeficientes de transmissão de referência, já é possível determinar a transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício:

$$Q_{tr,i,ref} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i,ref} \leftrightarrow Q_{tr,i,ref} = 0,024 \times 1615 \times 111,94 \leftrightarrow$$

$$Q_{tr,i} = 4339,33 \text{ kWh}$$

Transferência de calor de referência por ventilação

$$Q_{ve,i,ref} = 0,024 \times GD \times H_{ve,i,ref}$$

O coeficiente global de transferência de calor por ventilação é determinado através da seguinte expressão:

$$H_{ve,i,ref} = 0,34 \times R_{ph,i,ref} \times A_p \times P_d$$

em que:

- $R_{ph,i} = 0,40 h^{-1}$ → Conforme determinado no ponto 3.3.7 da presente dissertação, até a um máximo de $0,60 h^{-1}$

Então, uma vez que a taxa de renovação é igual à determinada nas necessidades nominais de energia útil para a estação de aquecimento, no método simplificado, os valores dos coeficientes de transferência de calor serão iguais:

- Coeficiente global de transferência de calor por ventilação → $H_{ve,i,ref} = 31,04 W/°C$

- Transferência de calor por ventilação → $Q_{ve,i,ref} = 1203,26 kWh$

Ganhos térmicos úteis de referência:

$$Q_{gu,i,ref} = \eta_i \times Q_{g,i,ref}$$

Os ganhos térmicos brutos têm duas origens distintas: os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor, $Q_{int,i}$, e os ganhos térmicos associado ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados, $Q_{sol,i}$, como demonstra a seguinte expressão:

$$Q_{g,i,ref} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i}$$

- Os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor incluem qualquer fonte de calor situada no espaço a aquecer, nomeadamente os ganhos de calor associados ao metabolismo dos ocupantes, e o calor dissipado nos equipamentos e nos dispositivos de iluminação. Este valor é exatamente igual ao valor calculado para as necessidades nominais anuais de energia útil para a estação de aquecimento, de acordo com o método simplificado:

$$Q_{int,i} = 1643,08 kWh$$

- Para o cálculo dos ganhos térmicos úteis de referência, $Q_{gu,i,ref}$, os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar é considerado nulo, ou seja:

$$Q_{sol,i} = 0 kWh$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,i,ref} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i} \leftrightarrow Q_{g,i} = 1643,08 + 0$$

$$\mathbf{Q_{g,i,ref} = 1643,08 kWh}$$

Para o cálculo dos ganhos térmicos úteis de referência, $Q_{gu,i,ref}$, o fator de utilização dos ganhos térmicos de referência, $\eta_{i,ref}$ é considerado de uma unidade, ou seja:

$$\mathbf{\eta_{i,ref} = 1,0 kWh}$$

Assim, já é possível determinar os ganhos úteis de referência na estação de aquecimento através da seguinte expressão, conforme mencionado anteriormente:

$$Q_{gu,i,ref} = \eta_{i,ref} \times Q_{g,i,ref} \leftrightarrow Q_{gu,i,ref} = 1,0 \times 1643,08 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{gu,i,ref} = 1643,08 kWh}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_i através da seguinte expressão:

$$N_i = \frac{Q_{tr,i,ref} + Q_{ve,i,ref} - Q_{gu,i,ref}}{A_p} \leftrightarrow N_i = \frac{4339,33 + 1203,26 - 1643,08}{84,52} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{N_i = 46,14 kWh/m^2 \times ano}$$

5. Valor máximo de necessidade energética para arrefecimento (N_v)

O valor máximo para as necessidades nominais de energia útil para arrefecimento deve ser determinado através da seguinte expressão:

$$N_v = \frac{Q_{g,v,ref} \times (1 - \eta_{v,ref})}{A_p}$$

Método Detalhado

Fator de utilização de ganhos de referência:

O fator de utilização de ganhos de referencia, $\eta_{v_{ref}}$, pode ser determinado através da seguinte expressão:

$$\eta_{v_{ref}} = 0,22 \times \ln[3,614 \times (\theta_{ref,v} - \theta_{ext,v})]$$

Sendo a temperatura interior de referência, $\theta_{ref,v} = 25^\circ\text{C}$ e a temperatura exterior médio no local, $\theta_{ext,v} = 19^\circ\text{C}$, pode determinar-se o valor do fator de utilização de ganhos de referência:

$$\eta_{v_{ref}} = 0,22 \times \ln[3,614 \times (25 - 19)] \quad \leftrightarrow \quad \eta_{v_{ref}} = \mathbf{0,68}$$

Ganhos térmicos de referência:

Os ganhos térmicos de referência na estação de arrefecimento, $Q_{g,v_{ref}}$, são determinados através da seguinte expressão:

$$\frac{Q_{g,v_{ref}}}{A_p} = \left[q_{int} \times \frac{L_v}{1000} + g_{v_{ref}} \times \left(\frac{A_w}{A_p} \right)_{ref} \times I_{sol_{ref}} \right]$$

Sendo, de acordo com o regulamento:

- $q_{int} = 4 \text{ W/m}^2$;
- $L_v = 2968 \text{ horas}$;
- $g_{v_{ref}} = 0,40$
- $\left(\frac{A_w}{A_p} \right)_{ref} = 20\%$
- $I_{sol_{ref}(W)} = 393 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$

Então:

$$\frac{Q_{g,v_{ref}}}{A_p} = \left[4 \times \frac{2968}{1000} + 0,40 \times 0,20 \times 393 \right] \quad \leftrightarrow \quad \frac{Q_{g,v_{ref}}}{A_p} = \mathbf{41,33 \text{ kWh/m}^2}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_i através da seguinte expressão:

$$N_v = \frac{Q_{g,vref} \times (1 - \eta_{vref})}{A_p} \leftrightarrow N_v = 41,33 \times (1 - 0,68) \leftrightarrow$$

$$N_v = \mathbf{13,86 kWh/m^2 \times ano}$$

Método Simplificado

Como os valores de referencia são todos dados na proposta de revisão do RCCTE, o valor de N_v no método simplificado é exatamente igual ao valor do método detalhado, ou seja:

$$N_v = \mathbf{13,86 kWh/m^2 \times ano}$$

6. Valor máximo de necessidade de energia primária (N_t)

o valor máximo para as necessidades nominais de energia primária, N_t , é determinado através da seguinte expressão:

$$N_t = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \times N_i}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \times N_v}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_{ref,k}} \right) \times F_{pu,j}$$

Método Detalhado

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_i = 47,57 kWh/m^2 \times ano$$

$$f_{i,k} = 1,0$$

$\eta_{refk} = 1,0 \rightarrow$ Determinada conforme despacho relativo aos edifícios existentes, o valor a considerar na determinação das necessidades máximas de energia primária, sendo a eficiência para equipamentos de resistência elétrica.

$F_{pu,j} = 2,5 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de eletricidade.

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_v = 13,86 \text{ kWh}/\text{m}^2 \times \text{ano}$$

$$f_{v,k} = 1,0$$

$\eta_k = 2,80$ → Determinada conforme despacho relativo aos edifícios existentes, sendo a eficiência para sistemas de ar condicionado para equipamentos da classe C

- $F_{pu,j} = 2,5 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de sistemas de ar condicionado.

Valores para a preparação de AQS:

$Q_a = 1782,96 \text{ kWh} \times \text{ano}$ → Valor determinado no ponto 3.3.8.3 da presente dissertação.

$$A_p = 90,72 \text{ m}^2$$

$$f_{a,k} = 1,0$$

$\eta_k = 0,84$ → Valor do rendimento nominal de caldeiras e esquentadores com potência superior a 10 kW

$F_{pu,j} = 1,0 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de sistemas de alimentados a combustível gasoso.

Depois de determinados estes parâmetros, já é possível determinar as necessidades nominais de energia primária:

$$N_t = \left(\frac{1,0 \times 47,57}{1,0} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times 13,86}{2,5} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times \left(\frac{1782,96}{90,72} \right)}{0,84} \right) \times 1,0 \leftrightarrow$$

$$N_t = 154,70 \text{ kWh}_{ep}/\text{m}^2 \times \text{ano}$$

Método Simplificado

Os valores para a aplicação do método simplificado são praticamente iguais aos do método detalhado, diferindo apenas nos seguintes valores:

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_i = 46,14 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_v = 13,86 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para a preparação de AQS:

$$A_p = 84,52 \text{ m}^2$$

Depois de determinados estes parâmetros, já é possível determinar as necessidades nominais de energia primária:

$$N_t = \left(\frac{1,0 \times 46,14}{1,0} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times 13,86}{2,5} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times \left(\frac{1782,96}{84,52} \right)}{0,84} \right) \times 1,0 \leftrightarrow$$

$$N_t = 152,84 \text{ kWhep/m}^2 \times \text{ano}$$

Anexo G

Folha de Cálculo Ventilação – Proposta de Revisão do RCCTE

Anexo Ventilação v2.2a - 2012-07-17

1. Enquadramento do edifício

Tipo de edifício	Habitação existente
Região	A
Rugosidade	1
Altitude do local (m)	72
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	1
Existem edifícios situados em frente das fachadas?	Não
Altura de referência do edifício (H_{edif}) em m	12
Altura de referência da fracção (H_{FA}) em m	12
Sistema de ventilação	Outro sistema de ventilação

Área útil (m2):	90,7
Pd (m):	2,70
Vol (m3):	245
Local	Grande Porto
Texterior (°C)	10,1
Zref (m)	98
Text ref (°C)	10,0
Aenv/Au:	6%
Classe de protecção:	Desprotegido
Zona da fachada:	Baixa

2. Permeabilidade ao ar da envolvente

Foi medido valor n50	Não			
Para cada Janela ou grupo de janelas:				
Área dos vãos envidraçados (m2)	5,2			
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	4			
Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Baixa			

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)				

4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não
Escoamento de ar				
Perda de carga				
Altura da conduta (m)				
Cobertura				

5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não			
Escoamento de ar				
Caudal nominal (m3/h)				
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento				
Pressão total (Pa)				
Rendimento total do ventilador(%)				
Tem sistema de recuperação de calor				
Rendimento da recuperação de calor (%)				

6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

Existem meios híbridos	Não			
Escoamento de ar				
Caudal nominal (m3/h)				
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento				
Pressão total (Pa)				
Rendimento total do ventilador(%)				

7. Verão

--	--

8. Resultados

8.1 - Balanço de Energia - Edifício

Rph aq (h-1)	0,40		
Rph arr (h-1)	0,60		
Ev (kWh)	0,0		

0,00

ok

8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência

Rph ref (h-1)	0,40
---------------	------

8.3 - Critério do caudal mínimo de ventilação

Rph estimada em condições nominais (h-1)	0,00
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Critério Rph mínimo	Ponderadas medidas de melhoria do sistema de ventilação

Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classe, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.

Anexo H

Orçamento - Janelas SEEP

Orçamento 13.000.00.235(1)

Exm. Sr. Ricardo Coelho
Rua do Pinheiro D'Áquem Nº 122 3º Esq.
4420 - 532 Valbom
Gondomar Portugal

Obra: Obra de Renovação de Alumínio



Orçamento 13.000.00.235(1)

Exm(s). Sr(s) Ricardo Coelho

Desde já muito agradecemos a credibilidade depositada na nossa Empresa, para elaboração deste Orçamento para a Obra: Obra de Renovação de Alumínio. Este mereceu a nossa melhor atenção, tendo-nos além do pedido focalizado também na Eficiência Energética.

A Eficiência Energética surge como o modo mais rápido, barato e limpo de reduzir os consumos de energia, e deste modo atingir os objetivos de Quioto para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, e de travar o crescimento dos consumos energéticos e conseqüente impacto ambiental sem, no entanto, hipotecar os níveis de conforto e qualidade dos edifícios. As Janelas Eficientes fabricadas pela nossa Empresa, contribuem decisivamente para a redução dos consumos de energia de aquecimento e arrefecimento, apresentando-se como mais um elemento que contribui para o desenvolvimento sustentável.

Em relação á entrega e montagem está prevista para Rua do Pinheiro D'Áquem Nº 122 3º Esq., , 4420 - 532 Valbom, pelo que caso seja em qualquer outra morada, deverá informar-nos

Em anexo enviamos o Orçamento discriminado, para que possa vizualizar item a item todos os dados, e verificar se estão de encontro com as vossas necessidades, sendo que em cada um dos itens segue a declaração de características, para que possa ter a certeza do que irá adquirir.

Prazos de Entrega: Janelas em Branco: 2 a 3 Semanas; Janelas em Não Brancos Standard: 4 a 5 Semanas; Janelas em Não Brancos Cor Não Standard: 6 a 8 Semanas. Contudo estes prazos deverão ser sempre confirmados antes de qualquer encomenda, visto que são prazos médios de fornecimento e poderão ser diferentes de acordo com a altura do Ano

Em relação ás condições comerciais encontram-se mencionadas no final do Orçamento.

Perante qualquer eventual dúvida ou esclarecimento adicional, ou sugestão, queira por favor contactar-nos.

Subscrevemo-nos com elevada estima e consideração,

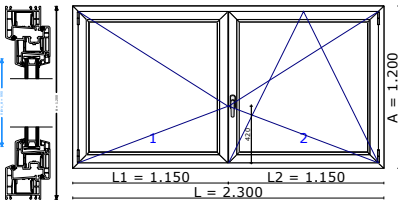
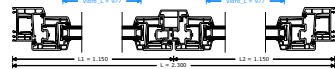
Tânia Ezequiel

Modelo	Descrição
	<p>Janela de 2 folhas Sistema REHAU de 70mm com 5 Câmaras Kit REHAU AirComfort Aro 68 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta Aro/Folha Negra Ferragem GU com nível de Segurança WK 2, norma ENV 1627 Com Sistema de Micro-Ventilação Furo de Fixação C/Tampa de 10mm Folha Z60 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta de Vidragem em cor Negra Manete Atlanta Secustik em Branco 1-2: Vidro Duplo Planilux 4/Cx 18 Ar/Planitherm Ultra N 6 Bite Reto 18.5mm C/Junta Negra</p> <p>CE Transmissão térmica: 1.541316 W/m²K Insonorização: 34(-1;-4) dB Permeabilidade ao vento: Classe 4 Estanquidade al agua: Classe 9A Resistência ao vento: Pressão de ensaio P1: Classe B2 RadiationPropertiesSolarFactor: 0.57 RadiationPropertiesLightTransmittance: 53 Calculado ISO 10077-1 U□ = 1,3; A□ = 1,14 Nós (U?) U(W/m²k): 1,3 A(m²): 1,14 REH550713;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,82 REH550413;REH550530;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,32 Vidro (U?) U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 9,82 A(m²): 2,22 VD 28 0002 00 R U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 9,82 A(m²): 2,22 Total (U?) U(W/m²k): 1,5 ? : 0,06 L(m): 9,82 A(m²): 3,36</p>

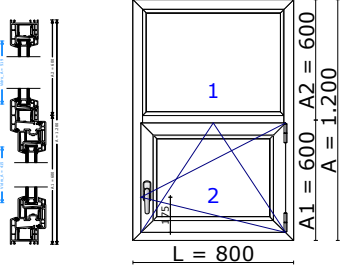
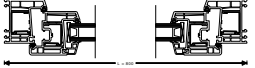
Nome	Posição	Largura	Altura	Unidades	Valor Unitário	Valor Total
V001	(Pos. 1)	1.600	2.100	1	460,98 €	460,98 €

Modelo	Descrição
	<p>Janela de 2 folhas Sistema REHAU de 70mm com 5 Câmaras Kit REHAU AirComfort Aro 68 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta Aro/Folha Negra Ferragem GU com nível de Segurança WK 2, norma ENV 1627 Com Sistema de Micro-Ventilação Furo de Fixação C/Tampa de 10mm Folha Z60 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta de Vidragem em cor Negra Manete Atlanta Secustik em Branco 1-2: Vidro Duplo Planilux 4/Cx 18 Ar/Planitherm Ultra N 6 Bite Reto 18.5mm C/Junta Negra</p> <p>CE Transmissão térmica: 1.555156 W/m²K Insonorização: 35(-1;-4) dB Permeabilidade ao vento: Classe 4 Estanquidade al agua: Classe 9A Resistência ao vento: Pressão de ensaio P1: Classe B2 RadiationPropertiesSolarFactor: 0.57 RadiationPropertiesLightTransmittance: 53 Calculado ISO 10077-1 U□ = 1,3; A□ = 0,76 Nós (U?) U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,76 REH550713;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,59 REH550413;REH550530;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,16 Vidro (U?) U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 6,02 A(m²): 1,08 VD 28 0002 00 R U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 6,02 A(m²): 1,08 Total (U?) U(W/m²k): 1,6 ? : 0,06 L(m): 6,02 A(m²): 1,84</p>

Nome	Posição	Largura	Altura	Unidades	Valor Unitário	Valor Total
V002	(Pos. 2)	1.600	1.150	1	325,30 €	325,30 €

Modelo	Descrição
	<p>Janela de 2 folhas Sistema REHAU de 70mm com 5 Câmaras Kit REHAU AirComfort Aro 68 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta Aro/Folha Negra Ferragem GU com nível de Segurança WK 2, norma ENV 1627 Com Sistema de Micro-Ventilação Furo de Fixação C/Tampa de 10mm Folha Z60 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta de Vidragem em cor Negra Manete Atlanta Secustik em Branco 1-2: Vidro Duplo Planilux 4/Cx 18 Ar/Planitherm Ultra N 6 Bite Reto 18.5mm C/Junta Negra</p>
	<p>CE Transmissão térmica: 1.531393 W/m²K Insonorização: 34(-1;-4) dB Permeabilidade ao vento: Classe 4 Estanquidade al agua: Classe 9A Resistência ao vento: Pressão de ensaio P1: Classe B2 RadiationPropertiesSolarFactor: 0.57 RadiationPropertiesLightTransmittance: 53 Calculado ISO 10077-1 U□ = 1,3; A□ = 0,95 Nós (U?) U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,95 REH550713;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,77 REH550413;REH550530;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,17 Vidro (U?) U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 7,62 A(m²): 1,82 VD 28 0002 00 R U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 7,62 A(m²): 1,82 Total (U?) U(W/m²k): 1,5 ? : 0,06 L(m): 7,62 A(m²): 2,76</p>

Nome	Posição	Largura	Altura	Unidades	Valor Unitário	Valor Total
V003	(Pos. 3)	2.300	1.200	1	403,29 €	403,29 €

Modelo	Descrição
	<p>Janela de 1 Folha C/Bandeira Sistema REHAU de 70mm com 5 Câmaras Kit REHAU AirComfort Aro 68 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta Aro/Folha Negra, Junta de Vidragem em cor Negra Ferragem GU com nível de Segurança WK 2, norma ENV 1627 Com Sistema de Micro-Ventilação Furo de Fixação C/Tampa de 10mm Folha Z60 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Manete Atlanta Secustik em Branco 1-2: Vidro Duplo Planilux 4/Cx 18 Ar/Planitherm Ultra N 6 Bite Reto 18.5mm C/Junta Negra</p>
	<p>CE Transmissão térmica: 1.616984 W/m²K Insonorização: 35(-1;-4) dB Permeabilidade ao vento: Classe 4 Estanquidade al agua: Classe E1050 Resistência ao vento: Pressão de ensaio P1: Classe B4 RadiationPropertiesSolarFactor: 0.57 RadiationPropertiesLightTransmittance: 53 Calculado ISO 10077-1 U□ = 1,3; A□ = 0,42 Nós (U?) U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,42 REH550713;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,18 REH550713; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,15 REH550813;REH550413; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,09 Vidro (U?) U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 4,19 A(m²): 0,54 VD 28 0002 00 R U(W/m²k): 1,4 ? : 0,06 L(m): 4,19 A(m²): 0,54 Total (U?) U(W/m²k): 1,6 ? : 0,06 L(m): 4,19 A(m²): 0,96</p>

Nome	Posição	Largura	Altura	Unidades	Valor Unitário	Valor Total
V004	(Pos. 4)	800	1.200	1	181,86 €	181,86 €

Modelo	Descrição																																																								
	<p>Porta de Rua 1 Folha C/Travessa Horizontal Sistema REHAU de 70mm com 5 Câmaras Kit REHAU AirComfort Soleira inferior Porta de Rua BRD , Aro 68 Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta Aro/Folha Negra Furo de Fixação C/Tampa de 10mm Folha Porta de Rua Z Interior Branco/Exterior Cinza Antracite 930L Junta de Vidragem em cor Negra Manete Luxemburgo em Branco Dobradiça Siku 3D SIMONSWERK em Branco Fechadura G.U - SECURY Automatic TB35 Cilindro TESA T/60 [5 Chaves] SKG BAL 3104 DIN 18252 1-2: Vidro Duplo Satinovo 4/Cx 18 Ar/Planilux 6 Bite Reto 18.5mm C/Junta Negra</p> <p>CE Transmissão térmica: 2.18708 W/m²K Insonorização: 35(-1;-4) dB Permeabilidade ao vento: Classe 3 Estanquidad al agua: Classe 4A Resistência ao vento: Pressão de ensaio P1: Classe B2 RadiationPropertiesSolarFactor: 0,75 RadiationPropertiesLightTransmittance: 71</p> <p>Calculado ISO 10077-1 U□ = 1,3; A□ = 0,83 Nós (U?) U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,83 REH550160; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,07 REH550713;REH550160; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,71 REH550813; U(W/m²k): 1,3 A(m²): 0,05 Vidro (U?) U(W/m²k): 2,7 ? : 0,06 L(m): 5,29 A(m²): 0,81 VD 28 0005 00 R U(W/m²k): 2,7 ? : 0,06 L(m): 5,29 A(m²): 0,81 Total (U?) U(W/m²k): 2,2 ? : 0,06 L(m): 5,29 A(m²): 1,64</p>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nome</th> <th>Posição</th> <th>Largura</th> <th>Altura</th> <th>Unidades</th> <th>Valor Unitário</th> <th>Valor Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V005</td> <td>(Pos. 5)</td> <td>800</td> <td>2.050</td> <td>1</td> <td>524,52 €</td> <td>524,52 €</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">Sub Total</td> <td>1.895,95 €</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">Sub Total</td> <td>1.895,95 €</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">Instalação em Obra (26,71 %)</td> <td>506,40 €</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Forma de Pagamento:</td> <td>Total €</td> <td>2.402,35 €</td> </tr> <tr> <td colspan="5">40% Adjudicação 60% Entrega</td> <td>IVA (23,00%)</td> <td>552,54 €</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td>Total em €</td> <td>2.954,89 €</td> </tr> </tbody> </table>	Nome	Posição	Largura	Altura	Unidades	Valor Unitário	Valor Total	V005	(Pos. 5)	800	2.050	1	524,52 €	524,52 €	Sub Total						1.895,95 €	Sub Total						1.895,95 €	Instalação em Obra (26,71 %)						506,40 €	Forma de Pagamento:					Total €	2.402,35 €	40% Adjudicação 60% Entrega					IVA (23,00%)	552,54 €						Total em €	2.954,89 €	
Nome	Posição	Largura	Altura	Unidades	Valor Unitário	Valor Total																																																			
V005	(Pos. 5)	800	2.050	1	524,52 €	524,52 €																																																			
Sub Total						1.895,95 €																																																			
Sub Total						1.895,95 €																																																			
Instalação em Obra (26,71 %)						506,40 €																																																			
Forma de Pagamento:					Total €	2.402,35 €																																																			
40% Adjudicação 60% Entrega					IVA (23,00%)	552,54 €																																																			
					Total em €	2.954,89 €																																																			



Orçamento 13.000.00.235(1)

Ricardo Coelho

Obra: Obra de Renovação de Alumínio

Acumulado Anterior : 2.954,89 €

Condições e Informações

A Marcação CE

A Marcação CE é obrigatória, exija sempre o documento ao fornecedor antes de executar a Obra, verifique os resultados obtidos, para que possa comprovar os valores, abaixo verifique os dados obrigatórios.

Coeficiente de transmissão térmica

Desempenho Acústico

Estanquidade à água

Permeabilidade ao ar

Resistência à acção do vento

Na ausência dos dados acima, pode significar que um dos modelos não cumpre a marcação CE, logo, será da responsabilidade do cliente adquirir este modelo.

Poderá verificar site www.benepvc.pt a nossa DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE CE

Coeficiente de transmissão térmica para janelas com pinázios segundo NP EN 14351-1:2006+A1

O coeficiente de transmissão térmica (U_w) para janelas com barramento(s) nos vidros pode ser calculado por incremento (U_w) do coeficiente de transmissão térmica da Janela correspondente sem barramento(s) determinado com 4.12, tal como apresentado no Quadro J.1. no Anexo J página 55 da NP EN 14351-1:2006+A1.

Assim sendo e para uma fácil determinação do mesmo abaixo apresentam-se os dados necessários para um cálculo rápido, sobre os valores apresentados em cada um dos modelos que levem quadrícula.

Quadrícula(s) sobrepostas(s) ao Vidro = $0,0 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Quadrícula única integrada na unidade de vidro isolante (IGU) com ou sem quadrícula(s) sobreposta(s) = $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Quadrícula múltipla integrada na unidade de vidro isolante (IGU) com ou sem quadrícula(s) múltipla(s) sobreposta(s) = $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Pinázio (Cruzeta Real) = $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

Exemplo de cálculo: Janela com Transmissão térmica = $1.55 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ com quadrícula múltipla ($0.2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$) = $1.75 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, seja a transmissão térmica da Janela em questão passa a ser $1.75 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, sendo que o resultado obtido, substitui o resultado presente na Janela em questão

Poderá aceder a www.benepvc.pt para download de outras informações bem como vária documentação tais como certificados e outros necessários para uma análise mais profunda da presente proposta

VANTAGENS DAS JANELAS EFICIENTES

Aumento do isolamento térmico e consequente poupança energética.

Contribuição para a eficiência energética dos edifícios.

Aumento do conforto térmico e acústico.

Contribuição para um meio ambiente sustentável.

Subscrição do Compromisso Voluntário de Reciclagem.

Sabia que?

40% do consumo energético de um edifício ou habitação pode perder-se pelas janelas?

Janelas Eficientes permitem minimizar os ganhos térmicos no verão e maximizá-los no inverno, diminuindo a factura energética?

É obrigatório a Marcação CE das janelas desde 1 de Fevereiro de 2010?

A substituição de janelas antigas por janelas eficientes permite poupar entre 100.000 e 200.000 GWh/a na Europa?

O que é uma Janela Eficiente?

Qualquer Janela com um coeficiente de transmissão térmica inferior a $2,4 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$

Janelas em PVC fabricadas em Portugal, a melhor forma de contribuir para um País melhor!

Anexo I

Orçamento – Coletores Solares Térmicos

Bom dia, antes de mais agradecemos o seu contacto.

Tomei a liberdade de lhe fazer a simulação usando os nossos equipamentos (anexo).

No que diz respeito ao orçamento, envio preço de sistema de circulação forçada completo, que inclui

- 2 colectores
- depósito 200 l c/ duas serpentinas
- bomba circuladora
- centralina de controlo com termóstato diferencial e sondas
- suportes colectores
- vaso expansão
- val. de corte e de controlo
- purgadores...

Na prática o sistema proposto só exclui a tubagem, todo o resto está incluído na proposta.

Preço venda a público _ VS200BL2 = 2.845,00 + IVA

Este preço não inclui a instalação do equipamento pois apenas fazemos fornecimento e não a instalação.

Caso tenha mais alguma dúvida agradeço que nos contacte.

SolTerm 5.0

Licenciado a Vanda Pacheco Simões de Araújo
(CAUPEL, Representações Nacionais e Estrangeiras, Lda.)

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de coletor: MEGASUN ST2000

Tipo: Plano

2 módulos (3,6 m²)

Inclinação 45° - Azimute Sul

Coeficientes de perdas térmicas: a₁= 3,900 W/m²/K a₂= 0,013 W/m²/K²

Rendimento óptico: 74,0%

Modificador de ângulo: a

0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°		
1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91		
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,87	0,83	0,77	0,69	0,58	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00

Permutador

Interno ao depósito, tipo serpentina, com eficácia 55%

Caudal no grupo painel/permutador: 47,0 l/m² por hora (=0,05 l/s)

Depósito

Modelo: 150 L

Volume: 150 l

Área externa: 1,88 m²

Material: mau condutor de calor

Posição vertical

Deflectores interiores

Coeficiente de perdas térmicas: 1,88 W/K

Um conjunto depósito/permutador

Tubagens

Comprimento total: 14,0 m

Percurso no exterior: 3,5 m com protecção mecânica

Diâmetro interno: 26,0 mm

Espessura do tubo metálico: 3,0 mm

Espessura do isolamento: 30,0 mm

Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K

Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K

Carga térmica: segunda a sexta

RCCTE 3 ocupantes

Temperatura nominal de consumo: 60°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
19												
20												
21												
22												
23												
24												
diário	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Carga térmica: fim-de-semana

RCCTE 3 ocupantes

Temperatura nominal de consumo: 60°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01												
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
19												
20												
21												
22												
23												
24												
diário	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Abrantes

Coordenadas nominais: 39,4°N, 8,2°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: 3° (por defeito)

Orientação do painel: inclinação 45° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m ²	Rad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	62	108	,	125	195	69
Fevereiro	79	116	,	125	176	50
Março	117	145	,	149	195	46
Abril	156	162	,	162	188	26
Mai	194	176	,	171	195	24
Junho	212	182	,	179	188	10
Julho	231	206	,	190	195	5
Agosto	212	211	5,	192	195	3
Setembro	146	170	2,	176	188	12
Outubro	107	150	,	167	195	27
Novembro	71	119	,	139	188	49
Dezembro	58	106	,	127	195	68
Anual	1645	1851	7,	1903	2292	389

Fracção solar: 83,0%

Rendimento global anual do sistema: 29%

Produtividade: 534 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

SolTerm 5.0

Licenciado a Vanda Pacheco Simões de Araújo
(CAUPEL, Representações Nacionais e Estrangeiras, Lda.)

Análise do interesse num investimento em energia solar
vs. um outro investimento financeiro seguro.

Parâmetros operacionais e económicos do sistema

Área de captação: 3,6 m²

Tempo de vida da instalação: 20 anos
Renovação de componentes: no 11º ano

Componente fixa do preço: 600 €
Componente variável do preço: 450 €/m² de colector
Preço total do sistema: 2202 €

Valor das renovações: 5,0 % do preço do sistema
Manutenção anual: 1,0 % do preço do sistema
Valor residual em fim de vida: 5,0 % do preço do sistema

Fonte de energia convencional: Butano
Poder Calorífico Inferior: 12,79 kWh/kg
Rendimento da transformação: 30 %
Preço da energia convencional: 1,380 €/kg (0,360 €/kWh)
Energia convencional deslocada: 1903 kWh/ano

Cenário financeiro sobre 20 anos

Taxa de inflação média: 2,5 % ao ano
Deriva média do preço da energia: 2,0 % ao ano (acima da inflação)
Rendimento seguro de aplicação alternativa: 4,5 % ao ano

Síntese de resultados da análise

Opção: aplicação num sistema solar

Investimento: -2202 €
Custos energéticos evitados: 21466 €
Valor residual em fim-de-vida: 180 €
Reinvestimentos: 9751 €
Manutenção: -577 €
Reparações: -144 €
Benefícios totais: 28474 €

Opção: aplicação financeira segura alternativa

Investimento: -2202 €
Restituição do capital: 2202 €
Rendimento: 3109 €
Benefícios totais: 5311 €

N.B. Valores a preços correntes (i.e. incluindo inflação); quaisquer poupanças líquidas obtidas com o sistema solar são de imediato reinvestidas com o rendimento seguro da aplicação alternativa.

Análise de rentabilidade

	Valor actualizado líquido	Rentabilidade média anual
Sistema solar:	15175 €	13,6%
Aplicação alternativa:	1039 €	4,5%

Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa) mas verifique bem a razoabilidade dos cenários usados

ANEXO: tabela de cash-flow anual a preços correntes para a operação do sistema solar

Ano	Preço do sistema	Incentivos	Manutenção	Reparações	Energia evitada	Salvados	Balanço anual	Balanço acumulado simples (**)
0	-2202 €						-2202 €	-2202 €
1			-23 €		684 €		662 €(*)	-1540 €
2			-23 €		715 €		692 €(*)	-848 €
3			-24 €		747 €		724 €(*)	-125 €
4			-24 €		781 €		757 €(*)	632 €
5			-25 €		816 €		791 €(*)	1423 €
6			-26 €		853 €		827 €(*)	2250 €
7			-26 €		891 €		865 €(*)	3115 €
8			-27 €		931 €		904 €(*)	4019 €
9			-27 €		973 €		946 €(*)	4965 €
10			-28 €		1017 €		989 €(*)	5953 €
11			-29 €	-144 €	1063 €		889 €(*)	6843 €
12			-30 €		1110 €		1081 €(*)	7923 €
13			-30 €		1160 €		1130 €(*)	9054 €
14			-31 €		1213 €		1182 €(*)	10235 €
15			-32 €		1267 €		1235 €(*)	11470 €
16			-33 €		1324 €		1292 €(*)	12762 €
17			-34 €		1384 €		1350 €(*)	14112 €
18			-34 €		1446 €		1412 €(*)	15524 €
19			-35 €		1511 €		1476 €(*)	17000 €
20			-36 €		1579 €	180 €	1723 €	18723 €(***)

(*) disponível para reinvestimentos a receber no final do período em análise

(**) i.e. balanço excluindo os reinvestimentos

(***) adicionar 9751 € resultado de reinvestimentos

Valor final do investimento no sistema solar a preços correntes: 28474 €

Valor actualizado líquido (VAL): 15175 €

Anexo J

Folhas de Cálculo do RCCTE – Melhoria (Método Detalhado)

Folha de Cálculo FCIV.1a
Perdas associadas à Envoltente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Parede Exterior a N	12,89	1,30	16,76
Parede Exterior a E	14,85	1,30	19,31
Parede Exterior a SE	14,31	1,30	18,60
Parede Exterior a S	1,35	1,30	1,76
			0,00
	43,40	TOTAL	56,42

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	14,30	0,5	7,15
Fachada com cobertura inclinada ou terraço	18,30	0,5	9,15
Fachada com varanda	4,00	0,5	2,00
Duas paredes verticais	5,40	0,5	2,70
Fachada com caixa de estore	3,20	0,5	1,60
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril	12,90	0,5	6,45
Outras			0,00
		TOTAL	29,05

Perdas pela envoltente exterior

da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	85,47
--------------	-------

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envoltente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Parede para Marquise	12,06	1,19	0,80	11,48	9,648
Parede para Caixa de Escadas	15,3	1,98	0,00	0,00	0
Porta para Caixa de Escadas	1,85	2,7	0,00	0,00	0
				0,00	
	29,21		TOTAL	11,48	9,648

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
					0
	0		TOTAL	0,00	0

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Desvão do Telhado	90,72	2,2	1,00	199,58	90,72
				0,00	0
	90,72		TOTAL	199,58	90,72

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Janela da Sala para Marquise	2,76	1,5	0,80	3,31	2,208
Janela da Cozinha para Marquise	0,96	1,6	0,80	1,23	0,768
Porta Envidraçada da Cozinha para Marquise	1,64	2,2	0,80	2,89	1,312
	5,36		TOTAL	7,43	4,288

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com τ > 0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
Parede Marquise com Pavimento	6,45	0,5	0,8	2,58
Parede Marquise com Cobertura	6,45	0,5	0,8	2,58
Parede Marquise com Caixa de Estores	3,1	0,5	0,8	1,24
Parede Marquise com Caixilharia	16,7	0,5	0,8	6,68
				0,00
			TOTAL	13,08

Perdas pela envolvente interior
da Fração Autónoma

(W/°C)

TOTAL	231,57
--------------	---------------

Folha de Cálculo FCIV.1c

Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto 1	3,36	1,5	5,04
Quarto 2	1,84	1,6	2,94
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,2	TOTAL	7,98

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	90,72	(m ²)
	x	
Pé-direito médio	2,7	(m)
	=	
Volume interior (V)	244,94	(m ³)

(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

VENTILAÇÃO NATURAL

Cumpre a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="3"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text" value="0,85"/>
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text" value="S"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text" value="1"/>	
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluír exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	Vf = <input type="text" value="0,00"/>
Caudal Extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>	
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	V = <input type="text" value="0"/> (volume int) RPH (**)
Infiltrações <i>(Vent. Natural)</i> Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0"/>	(Vf / V + Vx)
Consumo de Electricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	(Ev = Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	244,94	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	0,85	
	x	
	1	(1-η)
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	70,79	(W/°C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto 1	Simples	3,36	0,27	0,57	1	0,65	0,9	0,30
Quarto 2	Simples	1,84	0,27	0,57	1	0,65	0,9	0,17
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	0,47
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (G _{sol}) na zona <input type="text" value="I2"/> do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	93
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	7
	=
Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	304,77

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	<input type="text" value="4"/>	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	<input type="text" value="7,00"/>	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	<input type="text" value="90,72"/>	(m ²)
	x	
	<input type="text" value="0,72"/>	
	=	
Ganhos Internos Brutos	<input type="text" value="1828,92"/>	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	2133,69
	15389,29
Inércia do edifício: <input type="text" value="3"/> a = <input type="text" value="4,2"/> $\gamma =$ <input type="text" value="0,14"/>	
<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>	
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	<input type="text" value="1,00"/>
	x
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	<input type="text" value="2133,69"/>
	=
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	<input type="text" value="2133,23"/>

Cálculo intermédio:

Se $\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$

Se $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,999786$

Folha de Cálculo FC IV.1f
Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Factor de forma		
De FCIV.1a e FCIV.1c:	(Áreas)	m ²
Paredes exteriores		43,40
Coberturas exteriores		0,00
Pavimentos exteriores		0,00
Envidraçados exteriores		5,20
De FCIV.1b:	(Áreas equivalentes, A .τ)	
Paredes interiores		9,65
Coberturas interiores		90,72
Pavimentos interiores		0,00
Envidraçados interiores		4,29
Área total:		153,26
		/
Volume (de FCIV.1d):		244,94
		=
FF		0,626

Graus-dias no local (°C.dia) (do Quadro III.1) 1620

Ni = 4,5 + 0,0395 GD	Para FF < 0,5	Auxiliar 68,49
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD	Para 0,5 < FF < 1	76,02
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD] (1,2 - 0,2FF)	Para 1 < FF < 1,5	81,71
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	Para FF > 1,5	115,59

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 76,02

Folha de Cálculo FC IV.2
Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	85,47
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	231,57
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	7,98
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	70,79

	=
Coefficiente Global de Perdas (W/°C)	395,82
	x
Graus-dias no Local (°C.dia)	1620,00
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	15389,29
	+
Consumo dos ventiladores	0,00
	-
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	2133,23
	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	13256,06
	/
Área Útil de Pavimento (m ²)	90,72
	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m ² .ano)	146,12
	≤
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m ² .ano)	76,02

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 1,92

Folha de cálculo FCV.1a

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	<input type="text" value="56,42"/>	(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)	(FCV.1b)	<input type="text" value="0,00"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	<input type="text" value="7,98"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	<input type="text" value="70,79"/>	(W/°C)
		/	
se tiver recuperador de calor / (1-h)	h <input type="text" value=""/>	<input type="text" value="1,00"/>	
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="135,19"/>	(W/°C)

Temperatura interior de referência		<input type="text" value="25"/>	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		<input type="text" value="19"/>	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="135,19"/>	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	<input type="text" value="2375,07"/>	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1c
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (*inclui paredes e cobertura*)

Orientação	Parede N	Parede E	Parede SE	Parede S	...	...	...	...
Área, A (m ²)	12,89	14,85	14,31	1,35					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	1,30	1,30	1,30	1,30					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,8	0,4	0,4	0,4					
	=	=	=	=	=	=	=	=	
α.U.A (W/°C)	13,41	7,72	7,44	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	200	420	430	380					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	=	=	=	=	=	=	=	=	
								TOTAL	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	107,24	129,73	127,99	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	375,63 (kWh)

Folha de cálculo FC V.1e

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m2)	90,72	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	1062,51	(KWh)

Folha de cálculo FC V.1f

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	113,77	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	375,63	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	1062,51	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	1551,92	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais 1551,92 (kWh)
 (FCV.1f)

/

Perdas Térmicas Totais 2375,07 (kWh)
 (FCV.1a)

=

Relação Ganhos-Perdas 0,65
 γ

Inércia do edifício *(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)* 3

Cálculo intermédio:

a = 4,2

$\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$
 $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,934848$

	1	
	-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)	0,935	
	=	
	0,065	
	x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)	1551,92	(kWh)
	=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento	101,11	(kWh/ano)
	+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)	0,00	<small>(Ev=Pv x (24x122)/1000 (kWh))</small>
	=	
TOTAL	101,11	(kWh/ano)
	/	
Área Útil de Pavimento (m ²)	90,72	
	=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	1,11	(kWh/m².ano)
	≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv <i>(Nº2 do Artigo 15º)</i>	16	(kWh/m².ano)

Nvc/Nv = 0,070

Verifica

O.K.

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3,00	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) <i>(edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)</i>	40,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) <i>(considerar igual a 45°C)</i>	45,00	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365,00	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	2292,38	(kW.h/ano)
Eficiência de conversão do sistema de preparação de AQS (η_a) (Ponto 3 do Anexo VI)	0,65	
E_{solar}	1903	<i>Programa SOLTERM do INETI / sistemas ou equipamentos certificados pela DGGE</i>
E_{ren}	0,00	
Necessidades de energia para preparação de AQS , N_{ac}	17,90	(kW.h/m ² .ano)
Valor máximo para as nec. de energia para preparação de AQS , N_a	39,11	(kW.h/m ² .ano)
$N_{ac} / N_a =$	0,46	
$N_{ac} \leq N_a?$	Verifica	

Necessidades Globais de Energia Primária

N_i (kW.h/m ² .ano)	76,02	
N_{ic} (kW.h/m ² .ano)	146,12	
N_v (kW.h/m ² .ano)	16,00	
N_{vc} (kW.h/m ² .ano)	1,11	
N_a (kW.h/m ² .ano)	39,11	
N_{ac} (kW.h/m ² .ano)	17,90	
η_i	1,00	Art. 18.º - ponto 2
η_v	3,00	Art. 18.º - ponto 2
F_{pui} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{puv} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pua} (kgep/kW.h)	0,086	Art. 18º - ponto 1

Necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc}

5,79

(kgep/m².ano)

Valor máximo das nec. nominais globais de energia primária, N_t

6,11

(kgep/m².ano)

N_{tc} ≤ N_t? Verifica

0,95

B -

Anexo K

Folhas de Cálculo do RCCTE – Melhoria (Método Simplificado)

Folha de Cálculo FCIV.1a
Perdas associadas à Envoltente Exterior

Paredes Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Parede Exterior a N	12,89	1,30	16,76
Parede Exterior a E	14,85	1,30	19,31
Parede Exterior a SE	14,31	1,30	18,60
Parede Exterior a S	1,35	1,30	1,76
			0,00
	43,40	TOTAL	56,42

Pavimentos Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Coberturas Exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Paredes e pavimentos em contacto com o solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
			0,00
	0,00	TOTAL	0,00

Pontes térmicas lineares	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	ψ.B (W/°C)
Ligações entre:			
Fachada com os pavimentos térreos			0,00
Fachada com os pavimentos			0,00
Fachada com pavimentos intermédios	14,30	0,75	10,73
Fachada com cobertura inclinada ou terraço	18,30	0,75	13,73
Fachada com varanda	4,00	0,75	3,00
Duas paredes verticais			
Fachada com caixa de estore			
Fachada com padieira, ombreira ou peitoril			
Outras			0,00
		TOTAL	27,45

Perdas pela envoltente exterior

da Fracção Autónoma

(W/°C)

TOTAL	83,87
--------------	-------

Folha de Cálculo FCIV.1b
Perdas associadas à Envoltente Interior

Paredes em contacto com espaços não-úteis ou edifícios adjacentes	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Parede para Marquise	12,06	1,19	0,75	10,76	9,045
Parede para Caixa de Escadas	15,3	1,98	0,75	22,72	11,475
Porta para Caixa de Escadas	1,85	2,7	0,75	3,75	1,3875
				0,00	
	29,21		TOTAL	37,23	21,91

Pavimentos sobre espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
					0
	0		TOTAL	0,00	0

Coberturas Interiores (tectos sob espaços não-úteis)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Desvão do Telhado	84,52	2,2	0,75	139,46	63,39
				0,00	0
	84,52		TOTAL	139,46	63,39

Vãos envidraçados em contacto com espaços não-úteis	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	τ (-)	τ.U.A (W/°C)	τ.A
Janela da Sala para Marquise	2,76	1,5	0,75	3,11	2,07
Janela da Cozinha para Marquise	0,96	1,6	0,75	1,15	0,72
Porta Envidraçada da Cozinha para Marquise	1,64	2,2	0,75	2,71	1,23
	5,36		TOTAL	6,96	4,02

Pontes térmicas (apenas para paredes de separação para espaços não-úteis com τ>0,7)	Comp. B (m)	ψ (W/m.°C)	τ (-)	τ.ψ.B (W/°C)
Parede Marquise com Pavimento	6,45	0,75	0,75	3,63
Parede Marquise com Cobertura	6,45	0,75	0,75	3,63
Parede Caixa de Escadas com Pavimento	6,35	0,75	0,75	3,57
Parede Caixa de Escadas com Cobertura	6,35	0,75	0,75	3,57
				0,00
			TOTAL	14,40

Perdas pela envoltente interior da Fração Autónoma

(W/°C)

TOTAL	198,05
--------------	---------------

Folha de Cálculo FCIV.1c

Perdas Associadas aos Vãos Envidraçados Exteriores

Vãos envidraçados exteriores	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	U.A (W/°C)
Verticais:			0,00
Quarto 1	3,36	1,5	5,04
Quarto 2	1,84	1,6	2,94
			0,00
			0,00
Horizontais:			0,00
			0,00
			0,00
	5,2	TOTAL	7,98

Folha de Cálculo FC IV.1d
Perdas associadas à Renovação de Ar

Área Útil de Pavimento	84,52	(m ²)
	x	
Pé-direito médio	2,7	(m)
	=	
Volume interior (V)	228,20	(m ³)

(Quadro a considerar sempre que o único dispositivo de ventilação mecânica existente seja o exaustor da cozinha)

VENTILAÇÃO NATURAL

Cumprir a NP 1037-1? (S ou N) se SIM: RPH =

Se NÃO:

Classe da Caixilharia (s/c, 1, 2 ou 3)	<input type="text" value="3"/>	Taxa de Renovação Nominal: Ver Quadro IV.1 RPH = <input type="text" value="0,85"/>
Caixas de Estore (S ou N)	<input type="text" value="S"/>	
Classe de Exposição (1, 2, 3 ou 4) <i>(Ver Quadro IV.2)</i>	<input type="text" value="1"/>	
Aberturas Auto-reguladas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Área de envidraçados > 15% Ap? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	
Portas Exteriores bem vedadas? (S ou N)	<input type="text" value="N"/>	

VENTILAÇÃO MECÂNICA *(excluir exaustor da cozinha)*

Caudal de Insuflação Vins - (m ³ /h)	<input type="text"/>	Vf = <input type="text" value="0,00"/>
Caudal Extraído Vev - (m ³ /h)	<input type="text"/>	
Diferença entre Vins e Vev (m ³ /h)	<input type="text" value="0,00"/>	V = <input type="text" value="0"/> (volume int) RPH (**)
Infiltrações <i>(Vent. Natural)</i> Vx - (h ⁻¹)	<input type="text"/>	
Recuperador de calor (S ou N)	<input type="text"/>	se SIM, η = <input type="text"/> se NÃO, η = <input type="text" value="0"/>
Taxa de Renovação Nominal (mínimo: 0,6)	<input type="text" value="0"/>	(Vf / V + Vx)
Consumo de Electricidade para os ventiladores	<input type="text"/>	(Ev = Pvx24x0,03xM(kWh))

Volume	228,20	
	x	
Taxa de Renovação Nominal	0,85	
	x	
	1	(1-η)
	x	
	0,34	
	=	
TOTAL	65,95	(W/°C)

Folha de Cálculo FC IV.1e
Ganhos Úteis na Estação de Aquecimento (Inverno)

Ganhos Solares:

Orientação do vão envidraçado	Tipo (simples ou duplo)	Área A (m ²)	Factor de orientação X (-)	Factor Solar do vidro g (-)	Factor de Obstrução Fs (-) Fh.Fo.Ff	Fracção Envidraçada Fg (-)	Factor de Sel. Angular Fw (-)	Área Efectiva Ae (m ²)
Quarto 1	Simples	3,36	0,27	0,57	0,9	0,7	0,9	0,29
Quarto 2	Simples	1,84	0,27	0,57	0,9	0,7	0,9	0,16
								0,00

Área efectiva total equivalente na orientação Sul (m ²)	0,45
	x
Radiação incidente num envidraçado a Sul (G _{sol}) na zona <input type="text" value="I2"/> do Quadro III. 8 (Anexo III) - (kWh/m ² .mês)	93
	x
Duração da estação de aquecimento - do Quadro III.1 (meses)	7
	=
Ganhos Solares Brutos (kWh/ano)	295,40

Ganhos Internos

Ganhos internos médios (Quadro IV.3)	<input type="text" value="4"/>	(W/m ²)
	x	
Duração da Estação de Aquecimento	<input type="text" value="7,00"/>	(meses)
	x	
Área Útil de pavimento	<input type="text" value="84,52"/>	(m ²)
	x	
	<input type="text" value="0,72"/>	
	=	
Ganhos Internos Brutos	<input type="text" value="1703,92"/>	(kWh/ano)

Ganhos Úteis Totais:

$\gamma = \frac{\text{Ganhos Solares Brutos} + \text{Ganhos Internos Brutos}}{\text{Necessidades Brutas de Aquecimento (da FC IV.2)}}$	1999,32
	13835,69
Inércia do edifício: <input type="text" value="3"/> a = <input type="text" value="4,2"/> $\gamma =$ <input type="text" value="0,14"/>	
<i>(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)</i>	
Factor de Utilização dos Ganhos Térmicos (η)	<input type="text" value="1,00"/>
	x
Ganhos Solares Brutos + Ganhos Internos Brutos	<input type="text" value="1999,32"/>
	=
Ganhos Úteis Totais (kWh/ano)	<input type="text" value="1998,81"/>

Cálculo intermédio:

Se $\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$

Se $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,999747$

Folha de Cálculo FC IV.1f
Valor Máximo das Necessidades de Aquecimento (Ni)

Factor de forma		
De FCIV.1a e FCIV.1c:	(Áreas)	m ²
Paredes exteriores		43,40
Coberturas exteriores		0,00
Pavimentos exteriores		0,00
Envidraçados exteriores		5,20
De FCIV.1b:	(Áreas equivalentes, A .τ)	
Paredes interiores		21,91
Coberturas interiores		63,39
Pavimentos interiores		0,00
Envidraçados interiores		4,02
Área total:		137,92
		/
Volume (de FCIV.1d):		228,20
		=
FF		0,604

Graus-dias no local (°C.dia) (do Quadro III.1) 1620

Ni = 4,5 + 0,0395 GD	Para FF < 0,5	Auxiliar 68,49
Ni = 4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD	Para 0,5 < FF < 1	74,75
Ni = [4,5 + (0,021 + 0,037FF) GD] (1,2 - 0,2FF)	Para 1 < FF < 1,5	80,66
Ni = 4,05 + 0,06885 GD	Para FF > 1,5	115,59

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano) 74,75

Folha de Cálculo FC IV.2
Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W/°C)
Envolvente Exterior (de FCIV.1a)	83,87
Envolvente Interior (de FCIV.1b)	198,05
Vãos Envidraçados (de FCIV.1c)	7,98
Renovação de Ar (de FCIV.1d)	65,95

	=	355,86
Coefficiente Global de Perdas (W/°C)	x	
Graus-dias no Local (°C.dia)	x	1620,00
	x	0,024
	=	
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	+	13835,69
Consumo dos ventiladores	+	0,00
	-	
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (de FCIV.1e)	-	1998,81
	=	
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	=	11836,88
	/	
Área Útil de Pavimento (m2)	/	84,52
	=	
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m2.ano)	=	140,05
	≤	
Nec. Nominais de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m2.ano)	≤	74,75

Não verifica

K.O.

Nic/Ni = 1,87

Folha de cálculo FCV.1a

Perdas

Perdas associadas às paredes exteriores (U.A)	(FCIV.1a)	<input type="text" value="56,42"/>	(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)	(FCV.1b)	<input type="text" value="0,00"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas aos envidraçados exteriores (U.A)	(FCV.1b)	<input type="text" value="7,98"/>	(W/°C)
		+	
Perdas associadas à renovação do ar	(FCIV.1d)	<input type="text" value="65,95"/>	(W/°C)
		/	
se tiver recuperador de calor / (1-h)	h <input type="text" value=""/>	<input type="text" value="1,00"/>	
		=	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="130,35"/>	(W/°C)

Temperatura interior de referência		<input type="text" value="25"/>	(°C)
		-	
Temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento (Quadro III.9)		<input type="text" value="19"/>	(°C)
		=	
Diferença de temperatura interior-exterior		6	
		x	
Perdas específicas totais	(Q1a)	<input type="text" value="130,35"/>	(W/°C)
		x	
		2,928	
		=	
Perdas térmicas totais	(Q1b)	<input type="text" value="2290,08"/>	(kWh)

Folha de Cálculo FC V.1c
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL (*inclui paredes e cobertura*)

Orientação	Parede N	Parede E	Parede SE	Parede S	...	...	...	...
Área, A (m ²)	12,89	14,85	14,31	1,35					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
U (W/m ² °C)	1,30	1,30	1,30	1,30					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Coefficiente de absorção, α (Quadro V.5)	0,8	0,4	0,4	0,4					
	=	=	=	=	=	=	=	=	
α.U.A (W/°C)	13,41	7,72	7,44	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	
	x	x	x	x	x	x	x	x	
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m ²) (Quadro III.9)	200	420	430	380					
	x	x	x	x	x	x	x	x	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	=	=	=	=	=	=	=	=	
								TOTAL	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior	107,24	129,73	127,99	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	375,63 (kWh)

Folha de Cálculo FC V.1d
Ganhos Solares pelos Envidraçados Exteriores

POR ORIENTAÇÃO E HORIZONTAL

Orientação	Quarto 1 N	Quarto 2 N	...	...	...	...	...	...
Área, A (m ²)	3,36	1,84						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor solar do vão envidraçado <i>(protecção solar activada a 70%)</i>	0,22	0,22						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Fracção envidraçada, Fg (Quadro IV.5)	0,7	0,7						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de obstrução, Fs	0,96	0,96						
	x	x	x	x	x	x	x	x
Factor de selectividade do vidro, Fw (Quadro V.3)	0,85	0,85						
	=	=	=	=	=	=	=	=
Área Efectiva, Ae	0,42	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x	x	x	x	x	x	x	x
Int. de rad. solar na estação de arrefec. (kWh/m2) (Quadro III.9)	200	200						
	=	=	=	=	=	=	=	=
Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores	84,45	46,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
								130,69 (KWh)

Folha de cálculo FC V.1e

Ganhos Internos

Ganhos Internos médios (W/m ²) (Quadro IV.3)	4	
	x	
Área Útil de Pavimento (m ²)	84,52	
	x	
	2,928	
	=	
Ganhos internos Totais	989,90	(KWh)

Folha de cálculo FC V.1f

Ganhos Totais na estação de arrefecimento (verão)

Ganhos Solares pelos Vãos Envidraçados Exteriores (FCV.1d)	130,69	(KWh)
	+	
Ganhos Solares pela Envolvente Opaca Exterior (FCV.1c)	375,63	(KWh)
	+	
Ganhos internos (FCV.1e)	989,90	(KWh)
	=	
Ganhos Térmicos Totais	1496,22	(KWh)

Folha de cálculo FCV.1g
Valor das Necessidades Nominais de Arrefecimento (Nvc)

Ganhos Térmicos Totais 1496,22 (kWh)
 (FCV.1f)

/

Perdas Térmicas Totais 2290,08 (kWh)
 (FCV.1a)

=

Relação Ganhos-Perdas 0,65
 γ

Inércia do edifício *(In. Fraca=1; In. Média=2; In. Forte=3)* 3

Cálculo intermédio:

a = 4,2

$\gamma = 1$ $\eta = 0,807692$
 $\gamma \neq 1$ $\eta = 0,934869$

	1	
	-	
Factor de utilização dos ganhos, η (Gráfico IV.1)	0,935	
	=	
	0,065	
	x	
Ganhos Térmicos Totais (FCV.1f)	1496,22	(kWh)
	=	
Necessidades Brutas de Arrefecimento	97,45	(kWh/ano)
	+	
Consumo dos ventiladores (se houver, exaustor da cozinha excluído)	0,00	<small>(Ev=Pv x (24x122)/1000 (kWh))</small>
	=	
TOTAL	97,45	(kWh/ano)
	/	
Área Útil de Pavimento (m ²)	84,52	
	=	
Necessidades Nominais de Arrefecimento - Nvc	1,15	(kWh/m².ano)
	≤	
Necessidades Nominais de Arref. Máximas - Nv <i>(Nº2 do Artigo 15º)</i>	16	(kWh/m².ano)

Nvc/Nv = 0,072

Verifica

O.K.

Cálculo das necessidades de energia para preparação de água quente sanitária

Nº de ocupantes (Quadro VI.1)	3,00	
Consumo médio diário de referência de AQS (M_{AQS}) <i>(edifícios residenciais - 40 litros/ocupante)</i>	40,00	
Aumento de temperatura necessário (ΔT) <i>(considerar igual a 45°C)</i>	45,00	
Número anual de dias de consumo (n_d) (Quadro VI.2)	365,00	
Energia despendida com sistemas convencionais (Q_a)	2292,38	(kW.h/ano)
Eficiência de conversão do sistema de preparação de AQS (η_a) (Ponto 3 do Anexo VI)	0,40	
E_{solar}	1903	<i>Programa SOLTERM do INETI / sistemas ou equipamentos certificados pela DGGE</i>
E_{ren}	0,00	
Necessidades de energia para preparação de AQS , N_{ac}	45,29	(kW.h/m ² .ano)
Valor máximo para as nec. de energia para preparação de AQS , N_a	41,98	(kW.h/m ² .ano)
$N_{ac} / N_a =$	1,08	
$N_{ac} \leq N_a$?	Não verifica	

Necessidades Globais de Energia Primária

N_i (kW.h/m ² .ano)	74,75	
N_{ic} (kW.h/m ² .ano)	140,05	
N_v (kW.h/m ² .ano)	16,00	
N_{vc} (kW.h/m ² .ano)	1,15	
N_a (kW.h/m ² .ano)	41,98	
N_{ac} (kW.h/m ² .ano)	45,29	
η_i	1,00	Art. 18.º - ponto 2
η_v	3,00	Art. 18.º - ponto 2
F_{pui} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{puv} (kgep/kW.h)	0,290	Art. 18º - ponto 1
F_{pua} (kgep/kW.h)	0,086	Art. 18º - ponto 1

Necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc}

7,97

(kgep/m².ano)

Valor máximo das nec. nominais globais de energia primária, N_t

6,48

(kgep/m².ano)

N_{tc} ≤ N_t? Não verifica

1,23

C

Anexo L

Cálculos para Nova Proposta do RCCTE

Melhoria

Aplicação da proposta de melhoria na proposta de revisão do RCCTE

Com a aplicação da proposta de melhoria são alterados nos vãos envidraçados os seguintes valores:

- Coefficientes de transmissão térmica superficial, U

Estes valores aplicam-se quer no método detalhado quer no método simplificado:

Coeficiente de transmissão Térmica - U		
Envidraçados Exteriores	Quarto 1	1,5 W/m ² .°C
	Quarto 2	1,6 W/m ² .°C
Envidraçados Interiores (Para Marquise)	Sala	1,5 W/m ² .°C
	Cozinha	1,6 W/m ² .°C
	Porta Envidraçada	2,2 W/m ² .°C

- Fator solar dos vãos envidraçados, $g_{\perp,vi}$

Estes valores aplicam-se quer no método detalhado quer no método simplificado:

Para a estação de aquecimento:

$$gi = g_{\perp,vi} \times F_{w,i}$$

Envidraçados exteriores e interiores, com exceção dos envidraçados da marquise:

- Fator solar dos envidraçados (fornecidos no orçamento) → $g_{\perp,vi} = 0,57$

- Para o cálculo das necessidade nominais de aquecimento → $F_{w,i} = 0,90$

Então: $gi = 0,57 \times 0,90 \leftrightarrow gi = 0,513$

Para a estação de arrefecimento:

$$gv = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{Tp}$$

Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

- O fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou moveis totalmente ativados, para vidros duplos é determinado pela seguinte

expressão: $g_T = g_{\perp,vi} \times \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0,75}$

- Fator solar dos envidraçados (fornecidos no orçamento) $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,57$

- Vidro duplo com proteção exterior de persianas de régua plásticas $\rightarrow g_{Tvc} = 0,04$

Logo $g_T = 0,57 \times \frac{0,04}{0,75} \leftrightarrow g_T = 0,03$

- Na ausência de dispositivos de proteção fixos, o fator solar do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes é dado por: $g_{Tp} = g_{\perp,vi} \times F_{w,i}$

Na estação de arrefecimento, para envidraçados duplos orientados a Norte $\rightarrow F_{w,i} = 0,80$

Logo: $g_{Tp} = 0,80 \times 0,57 \leftrightarrow g_{Tp} = 0,456$

Então: $gv = 0 \times 0,03 + (1 - 0) \times 0,456 \leftrightarrow gv = 0,456$

Envidraçados interiores (Envidraçados para a marquise orientados a Sul)

- A fração de tempo em que os dispositivos de proteção se encontram totalmente ativados para envidraçados orientados a Sul é de 0,60 $\rightarrow F_{mv} = 0,60$

- O fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou moveis totalmente ativados, para vidros duplos é determinado pela

seguinte expressão: $g_T = g_{\perp,vi} \times \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0,75}$

- Fator solar dos envidraçados (fornecidos no orçamento) $\rightarrow g_{\perp,vi} = 0,57$

- Vidro simples com proteção exterior de persianas de régua plásticas $\rightarrow g_{Tvc} = 0,04$

$$\text{Logo } g_T = 0,85 \times \frac{0,04}{0,85} \leftrightarrow g_T = 0,07$$

- Na ausência de dispositivos de proteção fixos, o fator solar do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes é dado por: $g_{Tp} = g_{\perp,vi} \times F_{w,i}$

- Na estação de arrefecimento, para envidraçados duplos orientados a Sul $\rightarrow F_{w,i} = 0,75$

$$\text{Logo: } g_{Tp} = 0,75 \times 0,57 \leftrightarrow g_{Tp} = 0,428$$

$$\text{Então: } (gv)_{int} = 0,60 \times 0,03 + (1 - 0,60) \times 0,428 \leftrightarrow (gv)_{int} = \mathbf{0,189}$$

- Área efetiva coletora de radiação solar pelos vãos envidraçados

Método Detalhado

Para a estação de aquecimento:

Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,iN} = A_w \times F_{s,i} \times F_g \times g_i$$

$A_w = 5,20m^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados exteriores orientados a Norte

$F_{s,i} = 1,0 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação

$F_g = 0,65 \rightarrow$ Envidraçados em PVC e sem quadrícula

$g_i = 0,513 \rightarrow$ Calculado no ponto anterior para a estação de aquecimento

$$A_{s,iN} = 5,20 \times 1,0 \times 0,65 \times 0,513 \leftrightarrow A_{s,iN} = \mathbf{1,734 m^2}$$

Envidraçados interiores (orientados a Sul)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados interiores deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,i_s} = (A_w)_{int} \times (F_{s,i})_{int} \times (F_g)_{int} \times (F_g)_{enu} \times (g_i)_{int} \times (g_i)_{enu}$$

$A_w = 5,36m^2$ → Área dos vãos envidraçados interiores orientados a Sul

$F_{s,i} = 0,63$ → Conforme determinado no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação

$(F_g)_{int} = 0,65$ → Envidraçados em PVC e sem quadrícula

$(g_i)_{int} = 0,513$ → Calculado no ponto anterior para a estação de aquecimento

$(F_g)_{enu} = 0,70$ → Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$(g_i)_{enu} = 0,765$ → Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_s} = 5,36 \times 0,63 \times 0,65 \times 0,70 \times 0,513 \times 0,765 \leftrightarrow A_{s,i_s} = \mathbf{0,603 m^2}$$

Para a estação de arrefecimento:

Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,v_N} = A_w \times F_g \times g_v$$

$A_w = 5,20m^2$ → Área dos vãos envidraçados exteriores orientados a Norte

$F_g = 0,65$ → Envidraçados em PVC e sem quadrícula

$g_v = 0,456$ → Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,v_N} = 5,20 \times 0,65 \times 0,456 \leftrightarrow A_{s,v_N} = \mathbf{1,541 m^2}$$

Envidraçados interiores (orientados a Sul)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados interiores deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,i_S} = (A_w)_{int} \times (F_g)_{int} \times (g_v)_{int} \times (g_v)_{enu}$$

$A_w = 5,36m^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados interiores orientados a Sul

$(F_g)_{int} = 0,65 \rightarrow$ Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$(g_v)_{int} = 0,189 \rightarrow$ Calculado no ponto anterior para a estação de arrefecimento

$(g_v)_{enu} = 1,0 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_S} = 5,36 \times 0,65 \times 0,189 \times 1,0 \leftrightarrow \mathbf{A_{s,i_S} = 0,658 m^2}$$

Método Simplificado

Para a estação de aquecimento:

Envidraçados exteriores (orientados a Norte)

Igual ao calculado anteriormente para o método detalhado: $\mathbf{A_{s,i_N} = 1,734 m^2}$

Envidraçados interiores (orientados a Sul)

A área efetiva coletora de radiação solar dos vãos envidraçados interiores deve ser calculada através da seguinte expressão:

$$A_{s,i_S} = (A_w)_{int} \times (F_{s,i})_{int} \times (F_g)_{int} \times (F_g)_{enu} \times (g_i)_{int} \times (g_i)_{enu}$$

$A_w = 5,36m^2 \rightarrow$ Área dos vãos envidraçados interiores orientados a Sul

$F_{s,i} = 0,45 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.2 da presente dissertação

$(F_g)_{int} = 0,65 \rightarrow$ Envidraçados em PVC e sem quadrícula

$(g_i)_{int} = 0,513 \rightarrow$ Calculado no ponto anterior para a estação de aquecimento

$(F_g)_{enu} = 0,70 \rightarrow$ Envidraçados em alumínio e sem quadrícula

$(g_i)_{enu} = 0,765 \rightarrow$ Conforme determinado no ponto 3.3.4.1 da presente dissertação

$$A_{s,i_s} = 5,36 \times 0,45 \times 0,65 \times 0,70 \times 0,765 \times 0,765 \leftrightarrow A_{s,i_s} = \mathbf{0,431 m^2}$$

Para a estação de arrefecimento:

As áreas coletoras de radiação solar para o método simplificado são iguais às áreas calculados para o método detalhado, na estação de arrefecimento.

Envidraçados exteriores: $A_{s,v_N} = \mathbf{1,541 m^2}$

Envidraçados interiores: $A_{s,v_S} = \mathbf{0,658 m^2}$

1. Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (*Nic*)

Método Detalhado

Aplicando a mesma metodologia de cálculo do Anexo F para o método detalhado, pode determinar-se o valor de *Nic*, em que apenas são alterados os seguintes valores:

Transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício.

- H_{ext} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com o exteriores:

$$H_{ext} = \sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j]$$

$$H_{ext} = 1,30 \times (12,89 + 14,85 + 14,31 + 1,35) + 1,5 \times 3,36 + 1,6 \times 1,84 + (0,70 \times 14,30) +$$

Paredes exteriores

Envidraçados exteriores

$$+(0,70 \times 18,30) + (0,70 \times 4,0) + (0,50 \times 5,40) + (0,30 \times 3,20) + (0,30 \times 12,90) \leftrightarrow$$

Pontes térmicas lineares

$$\mathbf{H_{ext} = 97,55 W/^{\circ}C}$$

- H_{enu} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis:

$$H_{enu} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

$$H_{enu} = 0,90 \times (1,19 \times 12,06) + (0,70 \times 6,45 + 0,70 \times 6,45 + 0,30 \times 3,10 + 0,30 \times 16,70) +$$

Marquise

$$0,80 \times (1,98 \times 15,30) + (0,70 \times 6,35 + 0,70 \times 6,35) + 0,80 \times (2,70 \times 1,85) +$$

Caixa de escadas

Porta da entrada

$$1,0 \times (2,20 \times 90,72) + 0 + 0,90 \times (1,5 \times 2,76 + 1,6 \times 0,96 + 2,2 \times 1,64) \leftrightarrow$$

Desvão da cobertura

Envidraçados para marquise

$$\mathbf{H_{enu} = 269,67 W/^{\circ}C}$$

Então, já se pode determinar o coeficiente global de transferência de calor por transmissão,

$$H_{tr,i} = 97,55 + 269,67 + 0 + 0 \leftrightarrow \mathbf{H_{tr,i} = 367,22 W/^{\circ}C}$$

Após determinados estes coeficientes de transmissão, já é possível determinar a transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício:

$$Q_{tr,i} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i} \leftrightarrow Q_{tr,i} = 0,024 \times 1615 \times 367,22 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{tr,i} = 14233,45 kWh}$$

Ganhos térmicos úteis:

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados foram determinados através da seguinte expressão:

$$Q_{sol,i} = G_{sul} \times \sum_j \left[X_j \times \sum_n A_{s,i_{nj}} \right] \times M$$

$$Q_{sol,i} = 93 \times [0,27 \times 1,734 + 1,0 \times 0,603] \times 6,8 \leftrightarrow Q_{sol,i} = 694,12 \text{ kWh}$$

Assim, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i} \leftrightarrow Q_{g,i} = 1763,60 + 694,12$$

$$Q_{g,i} = 2457,72 \text{ kWh}$$

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i , na estação de aquecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_i , uma vez que este depende de vários fatores.

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,i}}{Q_{tr,i} + Q_{ve,i}} \leftrightarrow \gamma = \frac{2457,72}{14233,45 + 1291,26} \leftrightarrow$$

$$\gamma = 0,158$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,i} + H_{ve,i}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 90,72}{367,22 + 33,31} \leftrightarrow a = 1,35$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i .

$$\eta_i = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1 - 0,158^{1,35}}{1 - 0,158^{1,35+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\eta_i = 0,93$$

Assim, já é possível determinar os ganhos úteis na estação de aquecimento através da seguinte expressão, conforme mencionado anteriormente:

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i} \leftrightarrow Q_{gu,i} = 0,93 \times 2457,72 \leftrightarrow$$

$$Q_{gu,i} = 2285,68 \text{ kWh}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_{ic} através da seguinte expressão:

$$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p} \leftrightarrow N_{ic} = \frac{14233,45 + 1291,26 - 2285,68}{90,72} \leftrightarrow$$

$$N_{ic} = 145,93 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Método Simplificado

Aplicando a mesma metodologia de cálculo do Anexo F para o método simplificado, pode determinar-se o valor de N_{ic} , em que apenas são alterados os seguintes valores:

Transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício.

- H_{ext} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com o exteriores:

$$H_{ext} = \sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j]$$

$$H_{ext} = 1,30 \times (12,89 + 14,85 + 14,31 + 1,35) + 1,5 \times 3,36 + 1,6 \times 1,84 + (0,70 \times 14,30) +$$

Paredes exteriores

Envidraçados exteriores

$$+(0,70 \times 18,30) + (0,70 \times 4,0) + (0,50 \times 5,40) + (0,30 \times 3,20) + (0,30 \times 12,90) \leftrightarrow$$

Pontes térmicas lineares

$$\mathbf{H_{ext} = 97,55 W/^{\circ}C}$$

- H_{enu} é o coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contato com espaços não úteis:

$$H_{enu} = b_{tr} \left(\sum_i [U_i \times A_i] + \sum_j [\psi_j \times B_j] \right)$$

$$H_{enu} = 0,80 \times (1,19 \times 12,06) + (0,70 \times 6,45 + 0,70 \times 6,45 + 0,30 \times 3,10 + 0,30 \times 16,70) +$$

Marquise

$$0,80 \times (1,98 \times 15,30) + (0,70 \times 6,35 + 0,70 \times 6,35) + 0,80 \times (2,70 \times 1,85) +$$

Caixa de escadas

Porta da entrada

$$0,80 \times (2,20 \times 90,72) + 0 + 0,80 \times (1,5 \times 2,76 + 1,6 \times 0,96 + 2,2 \times 1,64) \leftrightarrow$$

Desvão da cobertura

Envidraçados para marquise

$$\mathbf{H_{enu} = 215,15 W/^{\circ}C}$$

Então, já se pode determinar o coeficiente global de transferência de calor por transmissão,

$$H_{tr,i} = 97,55 + 215,15 + 0 + 0 \leftrightarrow \mathbf{H_{tr,i} = 312,70 W/^{\circ}C}$$

Após determinados estes coeficientes de transmissão, já é possível determinar a transferência de calor por transmissão através da envolvente do edifício:

$$Q_{tr,i} = 0,024 \times GD \times H_{tr,i} \leftrightarrow Q_{tr,i} = 0,024 \times 1615 \times 312,70 \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{tr,i} = 12121,75 kWh}$$

Ganhos térmicos úteis:

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados foram determinados através da seguinte expressão:

$$Q_{sol,i} = G_{sul} \times \sum_j \left[X_j \times \sum_n A_{s,i_{nj}} \right] \times M$$

$$Q_{sol,i} = 93 \times [0,27 \times 1,734 + 1,0 \times 0,431] \times 6,8 \leftrightarrow \mathbf{Q_{sol,i} = 568,64 kWh}$$

Assim, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} \times Q_{sol,i} \leftrightarrow Q_{g,i} = 1763,60 + 568,64$$

$$\mathbf{Q_{g,i} = 2211,71 kWh}$$

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i , na estação de aquecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_i , uma vez que este depende de vários fatores.

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,i}}{Q_{tr,i} + Q_{ve,i}} \leftrightarrow \gamma = \frac{2211,71}{12121,75 + 1203,26} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{\gamma = 0,166}$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,i} + H_{ve,i}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 84,52}{312,70 + 31,04} \leftrightarrow a = 1,39$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_i .

$$\eta_i = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1 - 0,166^{1,39}}{1 - 0,166^{1,39+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\eta_i = 0,93$$

Assim, já é possível determinar os ganhos úteis na estação de aquecimento através da seguinte expressão, conforme mencionado anteriormente:

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i} \leftrightarrow Q_{gu,i} = 0,93 \times 2211,71 \leftrightarrow$$

$$Q_{gu,i} = 2056,89 \text{ kWh}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_{ic} através da seguinte expressão:

$$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p} \leftrightarrow N_{ic} = \frac{12121,75 + 1203,26 - 2056,89}{84,52} \leftrightarrow$$

$$N_{ic} = 133,26 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

2. Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (N_{vc})

O valor de N_{vc} é determinado através da seguinte expressão:

$$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p}$$

Método Detalhado

Aplicando a mesma metodologia de cálculo do Anexo F para o método detalhado, pode determinar-se o valor de N_{vc} , em que apenas são alterados os seguintes valores:

Ganhos térmicos brutos

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar foram determinados através da seguinte expressão:

$$Q_{sol,v} = \sum_j \left[I_{sol,j} \times \sum_n F_{s,v,nj} \times A_{s,i,nj} \right]$$

$$Q_{sol,v} = \underbrace{193 \times (1,0 \times 1,541 + 1,0 \times 0,54)}_{\text{Orientação a Norte}} + \underbrace{379 \times (0,55 \times 0,658 + 0,55 \times 0,03)}_{\text{Orientação a Sul}}$$

Orientação a Norte

Orientação a Sul

$$+ \underbrace{396 \times (0,83 \times 0,31)}_{\text{Orientação a Nascente}} + \underbrace{416 \times (0,78 \times 0,30)}_{\text{Orientação a Sudeste}} \leftrightarrow$$

Orientação a Nascente

Orientação a Sudeste

$$\mathbf{Q_{sol,v} = 744,28 kWh}$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} \times Q_{sol,v} \leftrightarrow Q_{g,v} = 1062,51 + 744,28$$

$$\mathbf{Q_{g,v} = 1806,79 kWh}$$

Fator de utilização dos ganhos térmicos

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v , na estação de arrefecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_v , uma vez que este depende de vários fatores, nomeadamente:

- Coeficiente global de transferência de calor por transmissão

$\mathbf{H_{tr,v} = 317,22 W/^\circ C}$ → Igual ao calculado na proposta de melhoria para a estação de aquecimento, no método detalhado.

- Transferência de calor por transmissão:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times \frac{L_v}{1000} \leftrightarrow Q_{tr,v} = 317,22 \times (25 - 19) \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{tr,v} = 5572,92 kWh}$$

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,v}}{Q_{tr,v} + Q_{ve,v}} \leftrightarrow \gamma = \frac{1806,79}{5572,92 + 877,90} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{\gamma = 0,280}$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,v} + H_{ve,v}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 90,72}{317,22 + 49,97} \leftrightarrow a = 1,39$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v .

$$\eta_v = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1 - 0,280^{1,39}}{1 - 0,280^{1,39+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{\eta_v = 0,87}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de N_{vc} através da seguinte expressão:

$$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p} \leftrightarrow N_{vc} = \frac{1806,79 \times (1 - 0,87)}{90,72} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{N_{vc} = 2,59 kWh/m^2 \times ano}$$

Método Simplificado

Aplicando a mesma metodologia de cálculo do Anexo F para o método simplificado, pode determinar-se o valor de Nvc , em que apenas são alterados os seguintes valores:

Ganhos térmicos brutos

- Os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar foram determinados através da seguinte expressão:

$$Q_{sol,v} = \sum_j \left[I_{sol,j} \times \sum_n F_{s,v,nj} \times A_{s,i,nj} \right]$$
$$Q_{sol,v} = \underbrace{193 \times (1,0 \times 1,541 + 1,0 \times 0,54)}_{\text{Orientação a Norte}} + \underbrace{379 \times (0,89 \times 0,658 + 0,89 \times 0,03)}_{\text{Orientação a Sul}}$$
$$+ \underbrace{396 \times (0,79 \times 0,31)}_{\text{Orientação a Nascente}} + \underbrace{416 \times (0,79 \times 0,30)}_{\text{Orientação a Sudeste}} \leftrightarrow$$
$$Q_{sol,v} = \mathbf{829,27 kWh}$$

Assim, após calculados os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar, já é possível determinar o valor dos ganhos térmicos brutos:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} \times Q_{sol,v} \leftrightarrow Q_{g,v} = 989,90 + 829,27$$

$$Q_{g,v} = \mathbf{1819,17 kWh}$$

Fator de utilização dos ganhos térmicos

Para determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v , na estação de arrefecimento, foi necessário determinar vários parâmetros para chegar à expressão de cálculo do η_v , uma vez que este depende de vários fatores, nomeadamente:

- Coeficiente global de transferência de calor por transmissão

$H_{tr,v} = 312,70 \text{ W/}^\circ\text{C}$ → Igual ao calculado na proposta de melhoria para a estação de aquecimento, no método simplificado.

- Transferência de calor por transmissão:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times \frac{L_v}{1000} \leftrightarrow Q_{tr,v} = 312,70 \times (25 - 19) \times \frac{2928}{1000} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{Q_{tr,v} = 5493,51 \text{ kWh}}$$

Relação entre os ganhos térmicos brutos e as perdas térmicas do edifício (γ)

$$\gamma = \frac{Q_{g,v}}{Q_{tr,v} + Q_{ve,v}} \leftrightarrow \gamma = \frac{1819,17}{5493,51 + 817,79} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{\gamma = 0,290}$$

$$\gamma \neq 1,0 \text{ e } \gamma > 0 \rightarrow \eta_i = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Cálculo do parâmetro a em função da inércia térmica do edifício

$$a = 0,8 + \frac{C_m}{H_{tr,v} + H_{ve,v}}$$

$$C_m = 2,407 \times A_p \rightarrow \text{Inércia térmica forte}$$

$$a = 0,8 + \frac{2,407 \times 90,72}{312,70 + 46,55} \leftrightarrow a = 1,37$$

Após calculados os fatores γ e a já é possível determinar o fator de utilização dos ganhos térmicos, η_v .

$$\eta_v = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}} \leftrightarrow \eta_i = \frac{1-0,290^{1,37}}{1-0,280^{1,39+1,0}} \leftrightarrow$$

$$\mathbf{\eta_v = 0,87}$$

Após determinados todos estes parâmetros, já é possível determinar o valor de Nvc através da seguinte expressão:

$$N_{vc} = \frac{Q_{g,v} \times (1 - \eta_v)}{A_p} \leftrightarrow N_{vc} = \frac{1819,17 \times (1 - 0,87)}{84,52} \leftrightarrow$$

$$N_{vc} = 3,05 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

3. Necessidades nominais de energia primária (*Ntc*)

Com a aplicação da proposta de melhoria são colocados coletores solares térmicos para a preparação de AQS em que o balanço energético anual do sistema é de **1903 kWh/ano**.

O valor de *Ntc* é determinado através da seguinte expressão:

$$N_{tc} = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \times N_{ic}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \times N_{vc}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} \\ + \sum_p \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} + \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p}$$

Como na FA não existem sistemas de ventilação mecânica: $\sum_p \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} = 0$

Método Detalhado

Aplicando a mesma metodologia de cálculo do Anexo F para o método detalhado, pode determinar-se o valor de *Ntc*, em que apenas são alterados os seguintes valores:

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{ic} = 145,93 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{vc} = 2,59 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para a energia produzida a partir de fontes renováveis:

$$E_{ren,p} = 1903 \text{ kWh/ano}$$

$F_{pu,p} = 1,0 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de energia térmica de origem renovável

Depois de obtidos estes parâmetros, já é possível determinar as necessidades nominais de energia primária:

$$N_{tc} = \left(\frac{1,0 \times 145,93}{0,90} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times 1,0 \times 2,59}{2,5} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times \left(\frac{1782,96}{90,72} \right)}{0,675} \right) \times 1,0$$
$$- \left(\frac{1903}{90,72} \right) \times 1,0 \leftrightarrow N_{tc} = 416,09 \text{ kWh}/\text{m}^2 \times \text{ano}$$

Método Simplificado

Aplicando a mesma metodologia de cálculo do Anexo F para o método simplificado, pode determinar-se o valor de N_{tc} , em que apenas são alterados os seguintes valores:

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{ic} = 133,26 \text{ kWh}/\text{m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para as necessidades de aquecimento:

$$N_{vc} = 3,05 \text{ kWh}/\text{m}^2 \times \text{ano}$$

Valores para a energia produzida a partir de fontes renováveis:

$$E_{ren,p} = 1903 \text{ kWh}/\text{ano}$$

$F_{pu,p} = 1,0 \text{ kWh}_{ep}/\text{kWh}$ → Fator de conversão de energia útil e energia primária no caso de energia térmica de origem renovável

Depois de obtidos estes parâmetros, já é possível determinar as necessidades nominais de energia primária:

$$N_{tc} = \left(\frac{1,0 \times 133,26}{0,90} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times 1,0 \times 3,05}{2,5} \right) \times 2,5 + \left(\frac{1,0 \times \left(\frac{1782,96}{84,52} \right)}{0,7125} \right) \times 1,0$$

$$- \left(\frac{1903}{84,52} \right) \times 1,0 \quad \leftrightarrow \quad N_{tc} = 380,31 \text{ kWhep/m}^2 \times \text{ano}$$

5. Valores máximos das necessidades energéticas

Os valores máximos das necessidades energéticas não são alterados com a proposta de melhoria. Assim sendo os valores são iguais aos determinados no Anexo F.

Método Detalhado

$$N_i = 47,57 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

$$N_v = 13,86 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

$$N_t = 154,70 \text{ kWhep/m}^2 \times \text{ano}$$

Método Simplificado

$$N_i = 46,14 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

$$N_v = 13,86 \text{ kWh/m}^2 \times \text{ano}$$

$$N_t = 152,84 \text{ kWhep/m}^2 \times \text{ano}$$

Anexo M

Folha de Cálculo Ventilação - Proposta de Revisão do RCCTE (Melhoria)

Anexo Ventilação v2.2a - 2012-07-17

1. Enquadramento do edifício

Tipo de edifício	Habitação existente
Região	A
Rugosidade	1
Altitude do local (m)	72
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	1
Existem edifícios situados em frente das fachadas?	Não
Altura de referência do edifício (H_{edif}) em m	12
Altura de referência da fracção (H_{FA}) em m	12
Sistema de ventilação	Outro sistema de ventilação

Área útil (m2):	90,7
Pd (m):	2,70
Vol (m3):	245
Local	Grande Porto
Texterior (°C)	10,1
Zref (m)	98
Text ref (°C)	10,0
Aenv/Au:	6%
Classe de protecção:	Desprotegido
Zona da fachada:	Baixa

2. Permeabilidade ao ar da envolvente

Foi medido valor n50	Não		
Para cada Janela ou grupo de janelas:			
Área dos vãos envidraçados (m2)	5,2		
Classe de permeabilidade ao ar das janelas	Sem classificação		
Caixa de estore - permeabilidade	Perm. Alta		

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)			

4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não
Escoamento de ar				
Perda de carga				
Altura da conduta (m)				
Cobertura				

5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não		
Escoamento de ar			
Caudal nominal (m3/h)			
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento			
Pressão total (Pa)			
Rendimento total do ventilador(%)			
Tem sistema de recuperação de calor			
Rendimento da recuperação de calor (%)			

6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

Existem meios híbridos	Não		
Escoamento de ar			
Caudal nominal (m3/h)			
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento			
Pressão total (Pa)			
Rendimento total do ventilador(%)			

7. Verão

--	--

8. Resultados

8.1 - Balanço de Energia - Edifício

Rph aq (h-1)	0,40		
Rph arr (h-1)	0,60		
Ev (kWh)	0,0		

0,06

ok

8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência

Rph ref (h-1)	0,40
---------------	------

8.3 - Critério do caudal mínimo de ventilação

Rph estimada em condições nominais (h-1)	0,06
Requisito mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Critério Rph mínimo	Ponderadas medidas de melhoria do sistema de ventilação

Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classe, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.