



Departamento de Engenharia Civil

Certificação Energética de Edifícios Existentes – Estudo técnico-económico das medidas de simplificação e das propostas de melhoria

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construção Urbana

Autor

Tiago André Fernandes Gonçalves Mota

Orientadores

Professor Doutor Eduardo Natividade

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Professor Mestre Rui Ferreira

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Instituto Politécnico de Coimbra

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, maio, 2018

Agradecimentos

A realização desta dissertação não seria possível sem o apoio, o conhecimento e ajuda de algumas pessoas às quais pretendo endereçar os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus orientadores, Eng.º Eduardo Natividade e Eng.º Rui Ferreira, Professores do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, por todo o apoio prestado e todos os conhecimentos transmitidos ao longo da concretização deste trabalho.

À minha família, principalmente aos meus pais e irmãos, por toda a paciência, incentivo e dedicação que me têm dado ao longo da vida.

À minha companheira, Marta, por toda a dedicação e apoio na realização deste trabalho.

E por fim aos meus amigos por todos os conhecimentos e ensinamentos partilhados.

A todos, um sincero obrigado.

Resumo

Com a crescente consciencialização no que respeita a uma melhor gestão dos recursos naturais, o tema da eficiência energética merece cada vez mais empenho por parte das entidades reguladoras e de toda a comunidade em geral.

A recente aplicação do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), que surge na sequência desta consciencialização, introduziu novos parâmetros de conforto térmico interior para os edifícios a construir em Portugal e a obrigatoriedade da realização do certificado energético a quem pretenda vender ou alugar imóveis.

A informação que consta num certificado energético, permite ao utilizador, perceber a classe energética do imóvel e onde pode melhorar aplicando as medidas de melhoria sugeridas pelo Perito Qualificado, de modo a obter uma melhor eficiência energética e consequentemente uma redução dos consumos de energia.

Neste sentido foi feita uma análise das metodologias de cálculo aplicadas para a realização do certificado energético em edifícios existentes, aplicando o método detalhado quando existe informação detalhada, ou utilizando o método simplificado quando o Perito Qualificado não dispõe da mesma informação.

Por fim é realizada uma análise técnico-económica das medidas de melhoria aplicadas nos diversos casos práticos estudados.

PALAVRAS-CHAVE

Eficiência Energética; Edifícios Existentes; Metodologia de cálculo; Medidas de Melhoria; Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

Abstract

With increasing awareness of better management of natural resources, the issue of energy efficiency is increasingly deserving of attention from regulators and the community as a whole.

The recent application of the System Energy Certification of Buildings (SCE), which emerges as a result of this awareness, has introduced new parameters of interior thermal comfort for the buildings to be built in Portugal and the obligation of realizing the energy certificate to those who intend to sell or rent real estate .

The information contained in an energy certificate allows the user to perceive the energy class of the property and where it can improve by applying the improvement measures suggested by the Qualified Expert in order to obtain a better energy efficiency and consequently a reduction of the energy consumptions.

In this sense, an analysis was made of the calculation methodologies applied for the realization of the energy certificate in existing buildings, applying the detailed method when there is detailed information, or using the simplified method when the Qualified Expert does not have the same information.

Finally, a technical-economic analysis of the improvement measures applied in the various practical cases studied is carried out.

KEY-WORDS

Energy Efficiency; Existing Buildings; Methodology of calculation; Improvement Measures; System Energy Certification of Buildings (SCE).

Índice

Agradecimentos	II
Resumo	IV
Abstract.....	VI
Índice VIII	
Índice de Tabelas	X
Índice de Figuras	XIV
Abreviaturas.....	XVI
1. Introdução.....	1
1.1 Âmbito de Estudo e Enquadramento Geral	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Estruturação do Texto	2
2. Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)	5
2.1 O Processo de Certificação Energética	5
2.2 Classes de Desempenho Energético em Edifícios	5
2.3 Cálculo do Desempenho Energético em Edifícios.....	7
3. Certificação Energética de Edifícios Existentes	9
3.1 A Problemática dos Edifícios Existentes	9
Regras de Simplificação.....	10
3.1.1 Envolvente.....	11
3.1.2 Parâmetros Térmicos.....	13
3.1.3 Ventilação.....	19
3.1.4 Eficiência dos Sistemas Técnicos	21
3.1.5 Contribuição de Sistemas Solares Térmicos	23
4. Medidas de Melhoria	29
4.1 Parede Exteriores	29
4.2 Coberturas	30
4.3 Envidraçados e Proteções Solares.....	32
4.4 Sistemas de Ventilação	34
5. Caso Prático.....	35
5.1 Descrição da Fracção	36
5.1.1 Caracterização das envolventes.....	38

5.2 Soluções Construtivas.....	40
5.2.1 Década de 80	40
5.2.2 Década de 2000	43
6. Cálculo Regulamentar	47
6.1 Cálculo Detalhado.....	47
6.1.1 Envolvente Exterior.....	47
6.1.2 Envolvente Interior.....	50
6.1.3 Ventilação.....	51
6.1.4 Sistemas Técnicos	52
6.1.5 Inércia Térmica	52
6.2 Resultados.....	53
6.3 Cálculo Simplificado	54
6.3.1 Resultados obtidos.....	55
7. Análise dos Resultados.....	57
7.1 Soluções Construtivas Década de 80	57
7.1.1 Cálculo 01	57
7.1.2 Cálculo 02	60
7.1.3 Cálculo 03	63
7.2 Soluções Construtivas Década de 2000.....	66
7.2.1 Cálculo 04	66
7.2.2 Cálculo 05	69
7.2.3 Cálculo 06	72
7.3 Análise Geral	75
8. Análise de Medidas de Melhoria.....	77
8.1 Medida de Melhoria 1	78
8.2 Medida de Melhoria 2.....	82
8.3 Medida de Melhoria 3.....	85
8.4 Análise das Medidas de Melhoria.....	88
9. Conclusão	91
10. Referências Bibliográficas.....	93
11. Anexos.....	95
ANEXO 1 – Cálculo Detalhado 01.....	95

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Intervalos de valores de R_{nt} , para a determinação para determinação da classe energética em pré-certificados e certificados SCE.	7
Tabela 2 - Valores do coeficiente de transmissão térmica por elementos em contacto com o solo.	15
Tabela 3 - Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares.	16
Tabela 4 - Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inercia térmica interior	17
Tabela 5 - Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o cálculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes.....	18
Tabela 6 - Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes.....	19
Tabela 7 - Valores base de eficiência para equipamentos convencionais de climatização e de produção de AQS em edifícios existentes.	22
Tabela 8 - Radiação solar global na horizontal, G_h , por zona climática, em kWh/m ² por ano.	24
Tabela 9 - Fator de redução relativo ao posicionamento ótimo.	26
Tabela 10 - Fator de redução relativo ao sombreamento.....	27
Tabela 11 - Fator de redução relativo ao tempo de vida.	27
Tabela 12- Levantamento dimensional.....	37
Tabela 13 - Caracterização dos espaços não-uteis.....	37
Tabela 14 - Solução construtiva de paredes exteriores	40
Tabela 15 - Solução construtiva de pontes térmicas planas (pilares e vigas).....	40
Tabela 16 - Solução construtiva de paredes interiores	41
Tabela 17 - Solução construtiva de pontes térmicas planas interiores	41
Tabela 18 - Solução construtiva de cobertura interior.....	41
Tabela 19- Solução construtiva de pavimento interior	42
Tabela 20 - Solução construtiva de pontes térmicas planas (caixas de estore)	42
Tabela 21 - Solução construtiva de vãos envidraçados	42
Tabela 22 - Soluções construtivas de paredes exteriores	43
Tabela 23 - Soluções Construtivas de pontes térmicas planas (pilares e vigas exteriores)	43

Tabela 24 - Soluções construtivas de paredes interiores	44
Tabela 25 - Solução construtiva de pontes térmicas planas (pilares e vigas interiores).....	44
Tabela 26 - Solução construtiva de cobertura interior.....	44
Tabela 27 - Solução construtiva de pavimento interior.....	45
Tabela 28- Solução construtiva de pontes térmicas planas (caixa de estore).....	45
Tabela 29 - Solução construtiva de vãos envidraçados	45
Tabela 30 - Paredes Exteriores, Soluções correntes e pontes térmicas planas	47
Tabela 31 - Áreas dos vãos envidraçados exteriores por orientação.....	48
Tabela 32 - Sombreamentos dos vãos envidraçados	48
Tabela 33 - Pontes térmicas lineares exteriores.....	49
Tabela 34 - Paredes Interiores, Soluções correntes e pontes térmicas planas	50
Tabela 35 - Solução adotada para os sistemas técnicos.....	52
Tabela 36 - Cálculo da Inércia Térmica	52
Tabela 37 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de aquecimento.....	53
Tabela 38 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de arrefecimento	53
Tabela 39 - Indicadores energéticos	54
Tabela 40 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de aquecimento.....	55
Tabela 41 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de arrefecimento	55
Tabela 42 - Resumo dos cálculos efetuados (década de 80)	57
Tabela 43 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 01).....	58
Tabela 44 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 01)	59
Tabela 45 - Indicadores energéticos (cálculo 01).....	59
Tabela 46 – Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 02)	61
Tabela 47 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 02)	61
Tabela 48 - Indicadores energéticos (cálculo 02).....	62
Tabela 49 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 03).....	64
Tabela 50 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 03)	64
Tabela 51 - Indicadores energéticos (cálculo 03).....	65
Tabela 52 - Resumo dos cálculos efetuados (década de 2000)	66
Tabela 53 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 04).....	67
Tabela 54 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 04)	68
Tabela 55 – Indicadores energéticos (cálculo 04)	68

Tabela 56 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 05).....	70
Tabela 57 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 05)	70
Tabela 58 - Indicadores energéticos (cálculo 05)	71
Tabela 59 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 06).....	73
Tabela 60 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 06)	73
Tabela 61 - Indicadores energéticos (cálculo 06)	74
Tabela 62 - Resumo das classes energéticas obtidas.	76
Tabela 63 - Síntese da MM1 para o cálculo 01 (Método Detalhado).....	78
Tabela 64 - Síntese da MM1 para o cálculo 01 (Método Simplificado).	79
Tabela 65 - Síntese da MM1 para o cálculo 04 (Método Detalhado).....	80
Tabela 66 - Síntese da MM1 para o cálculo 04 (Método Simplificado).	81
Tabela 67 - Síntese da MM2 para o cálculo 02 (Método Detalhado).....	82
Tabela 68 - Síntese da MM2 para o cálculo 02 (Método Simplificado).	82
Tabela 69 - Síntese da MM2 para o cálculo 05 (Método Detalhado).....	83
Tabela 70 - Síntese da MM2 para o cálculo 05 (Método Simplificado).	83
Tabela 71 - Síntese da MM3 para o cálculo 03 (Método Detalhado).....	85
Tabela 72 - Síntese da MM3 para o cálculo 03 (Método Simplificado).	85
Tabela 73 - Síntese da MM3 para o cálculo 06 (Método Detalhado).....	86
Tabela 74 - Síntese da MM3 para o cálculo 06 (Método Simplificado).	87
Tabela 75 - Resumo da medida de melhoria 1.	88
Tabela 76 - Resumo da medida de melhoria 2.	89
Tabela 77 - Resumo da medida de melhoria 3.	89

Índice de Figuras

Figura 1 - Classes de desempenho energético	6
Figura 2 - Perdas típicas de calor numa habitação.	30
Figura 3 - Principais soluções para colocação de isolamento térmico em coberturas.....	31
Figura 4 - Janelas com fraco comportamento térmico.	32
Figura 5 - Ganhos de calor numa habitação (valores médios).	33
Figura 6 - Vantagens da boa utilização das proteções solares.....	33
Figura 7 - Planta da fracção autónoma.	36
Figura 8 - Envolventes ao nível do pavimento.	38
Figura 9 - Envolventes ao nível do teto.....	39
Figura 10 - Legenda das envolventes	39
Figura 11 - Cálculo da ventilação.....	51
Figura 12 - Indicadores na Estação de Aquecimento (cálculo 01).....	58
Figura 13 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 02).....	60
Figura 14 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 03).....	63
Figura 15- Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 04).....	67
Figura 16 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 05).....	69
Figura 17 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 06).....	72
Figura 18 - Análise Geral	75

Abreviaturas

ADENE – Agência para a Energia;

AQS – Águas quentes sanitárias;

btr – Coeficiente de redução de perdas;

CE – Certificado Energético

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive;

g – Fator solar;

gT – Fator solar dos vãos envidraçados com os dispositivos de proteção solar ativos;

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil;

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia;

Ntc – Necessidades nominais anuais de energia primária;

Nic – Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento;

Nvc – Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento;

Nv – Valor máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento;

PCE – Pré-Certificado;

PQ – Perito Qualificado;

PTL's – Pontes Térmicas Lineares;

PTP's – Pontes Térmicas Planas;

Qa – Energia útil para preparação de águas quentes sanitárias;

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação;

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios;

U – Coeficiente de transmissão térmica expresso em $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

λ – Coeficiente de condutibilidade térmica expresso em $W/m \cdot ^\circ C$;

ψ – Coeficiente de transmissão térmica linear expresso em $W/m \cdot ^\circ C$;

1. Introdução

1.1 Âmbito de Estudo e Enquadramento Geral

Atualmente um dos principais desafios que se colocam em prol da sustentabilidade ambiental é a gestão dos recursos naturais. Durante décadas o desenvolvimento económico foi se alimentando de uma forma excessiva de recursos de origem fóssil. A natureza finita desses recursos naturais, e o impacto ambiental da sua produção e consumo, alertaram o mundo para a necessidade de mudanças. Diversos estudos científicos têm vindo a alertar para o fato de a temperatura global poder aumentar dramaticamente se não forem controladas de forma imediata as taxas de poluição. É de extrema importância criar soluções que permitam ajudar a controlar o progresso do aquecimento global pois este vai provocar danos como a desertificação, migração das populações, erosão da costa marítima, perda de biodiversidade, entre outros.

Em abril de 2016, num país com alguma relevância para a América do Sul, a Venezuela, o governo venezuelano foi obrigado a impor um racionamento no fornecimento de energia elétrica. Luis Motta Dominguez, ministro da Energia destaca que “Não houve consciência das pessoas na economia residencial, motivo pelo qual será necessário aplicar um plano de administração da distribuição”, destacando ainda que o maior consumo elétrico é o residencial.

Devido a estas preocupações, a União Europeia adotou, um conjunto importante e significativo de medidas, que visam modificar e reduzir os consumos de energia, por motivos éticos e sociais, estratégicos e principalmente económicos.

Uma dessas medidas passa pela otimização dos consumos energéticos no setor doméstico, visto que este é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. Surgiu então a diretiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD). Para além de outros requisitos, a EPBD estabelece que todos os Estados-Membros implementem um sistema de certificação energética nos edifícios. Revista em 2010 como Diretiva nº 2010/31/CE, esta versão da EPBD trás um conjunto de novos desafios, parte deles alavancados com o Certificado Energético.

A utilização destas medidas provocou uma maior sensibilização para a necessidade de se adotarem um conjunto de medidas que visassem a promoção da utilização racional de energia, desde a preparação das águas quentes sanitárias (AQS), passando pela iluminação e pelos equipamentos energéticos. A melhoria da envolvente dos edifícios é também fundamental, devido ao grande impacto que esta tem sobre os consumos de energia necessários para assegurar o conforto térmico. Subsiste atualmente uma maior sensibilização para a utilização de energias renováveis (sol, vento, água), para a produção de energia necessária ao desenvolvimento económico.

A utilização do sistema de certificação energética permitiu aos utentes, comprovar a correta aplicação da regulamentação térmica e da qualidade do ar interior em vigor para o edifício e para os seus sistemas energéticos, bem como obter informação sobre o desempenho energético

em condições nominais de utilização, no caso dos novos edifícios ou, no caso de edifícios existentes, em condições reais.

Desta forma, os consumos energéticos nos edifícios, são um fator de comparação credível aquando da compra ou arrendamento de um imóvel, sendo o certificado energético a face visível da aplicação dos regulamentos.

É, portanto, no domínio da Térmica, da Eficiência Energética e da Certificação Energética dos Edifícios, que este estudo se encontra inserido.

1.2 Objetivos

Esta dissertação insere-se no âmbito da certificação energética de edifícios existentes, adotando-se o método de cálculo simplificado definido pela Nota Técnica 01 que resulta do esforço conjunto desenvolvido pela ADENE, pelo LNEC, ITeCons entre outros.

O objetivo principal inerente a este trabalho passa pela verificação do efeito da aplicação das regras de simplificação aos edifícios existentes, o qual se baseia no método simplificado a um conjunto de edifícios habitacionais existentes, com o intuito de avaliar as suas necessidades energéticas e conseqüentemente a sua classificação energética. Numa segunda fase, pretende-se definir e caracterizar soluções construtivas e equipamentos que permitam melhorar a eficiência energética de edifícios existentes e por fim realizar um estudo sobre as valias técnicas e económicas de cada uma das soluções construtivas preconizadas.

1.3 Estruturação do Texto

Este trabalho foi organizado em 10 capítulos, onde numa primeira fase é apresentado os conceitos abordados juntamente com uma breve explicação, e nos capítulos finais a parte prática propriamente dita, onde é realizada uma comparação entre dois métodos de cálculo e feita uma análise técnico económica das medidas de melhoria aplicadas.

Nos capítulos 2 e 3 é apresentada uma abordagem geral sobre a Certificação Energética e a sua evolução ao longo dos anos e sobre a aplicação do processo de certificação energética em edifícios existentes, mostrando quais as diferenças entre a realização deste processo em edifícios novos e edifícios existentes.

O capítulo 4 faz uma pequena introdução às medidas de melhoria que se podem utilizar para obter um edifício mais eficiente ao nível do comportamento térmico.

Do capítulo 5 em diante, inicia-se a parte demonstrativa do trabalho, mostrando através de cálculos, uma comparação entre o método detalhado e o método simplificado para a obtenção da classe energética de um edifício.

No capítulo 8, com os cálculos efetuados, é feita uma análise técnico-económica das medidas de melhoria aplicadas.

Por fim, são apresentadas as considerações gerais retiradas deste estudo.

2. Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)

2.1 O Processo de Certificação Energética

O avanço de uma certificação energética inicia-se com a verificação da conformidade regulamentar de um edifício (no âmbito dos regulamentos aplicáveis).

Esta vistoria é feita por um perito qualificado, que terá de verificar e classificar de acordo com as classes de desempenho energético, o edifício, e eventualmente propor medidas de melhoria.

Com o resultado da sua análise o perito pode emitir:

- Pré-Certificado (PCE), após a verificação do projeto do edifício ou fração autónoma e que deverá ser integrada no processo de pedido de licenciamento ou de autorização de construção;
- Certificado Energético e da Qualidade do Ar Interior (CE), após a verificação da obra concluída, e que será utilizado no processo de pedido de licenciamento/autorização de utilização ou no caso de edifícios existentes, para venda ou aluguer do imóvel.

Apesar de se obterem através do mesmo processo base, estes documentos são bem distintos um do outro, vejamos:

Na prática, um PCE tem o mesmo formato e tipo de conteúdos que um CE, com algumas diferenças a nível de apresentação final (nome e número do documento). A informação contida no PCE tem um caráter provisório, pois baseia-se em elementos dados de projeto (incluindo a classificação energética). Essa informação passa a definitiva com a emissão do CE, após a verificação do perito qualificado no final da obra. O processo de certificação dos edifícios existentes não carece de apresentação do PCE, apresentando-se de forma definitiva o CE.

2.2 Classes de Desempenho Energético em Edifícios

O sistema Nacional de Certificação de Edifícios (SCE) implementado por Portugal, tem na sua base, o objetivo de apresentar um conjunto de informação a diversos intervenientes do sistema, nomeadamente:

- Informar do desempenho energético dos edifícios, classificando-os de modo a que o consumidor final os possa comparar e escolher em função da classe energética;
- Apresentar um quadro de medidas de melhoria, identificadas pelo Perito Qualificado, que conduzam à melhoria da eficiência energética, do conforto e da eventual redução de consumos de energia para diversos fins;

- Identificar as componentes do edifício e os seus sistemas técnicos, permitindo assim cadastrar, num único documento, informação relacionada com o desempenho energético e que por vezes não está ao alcance imediato do utilizador do edifício.

A classificação do edifício segue uma escala pré-definida de 8 classes (A+, A, B, B-, C, D, E e F), em que a classe A+ corresponde a um edifício com melhor desempenho energético, e a classe F corresponde a um edifício de pior desempenho energético. Embora o número de classes na escala seja o mesmo, os edifícios de habitação e de serviços têm indicadores e formas de classificação diferentes.

Nos edifícios novos (com pedido de licença de construção após entrada em vigor do SCE), as classes energéticas variam apenas entre as classes A+ e B-, sendo esta última o limiar inferior a que estes edifícios estão sujeitos. Os edifícios sujeitos a grandes intervenções têm um limiar inferior a C. Já os edifícios existentes poderão apresentar qualquer classe.

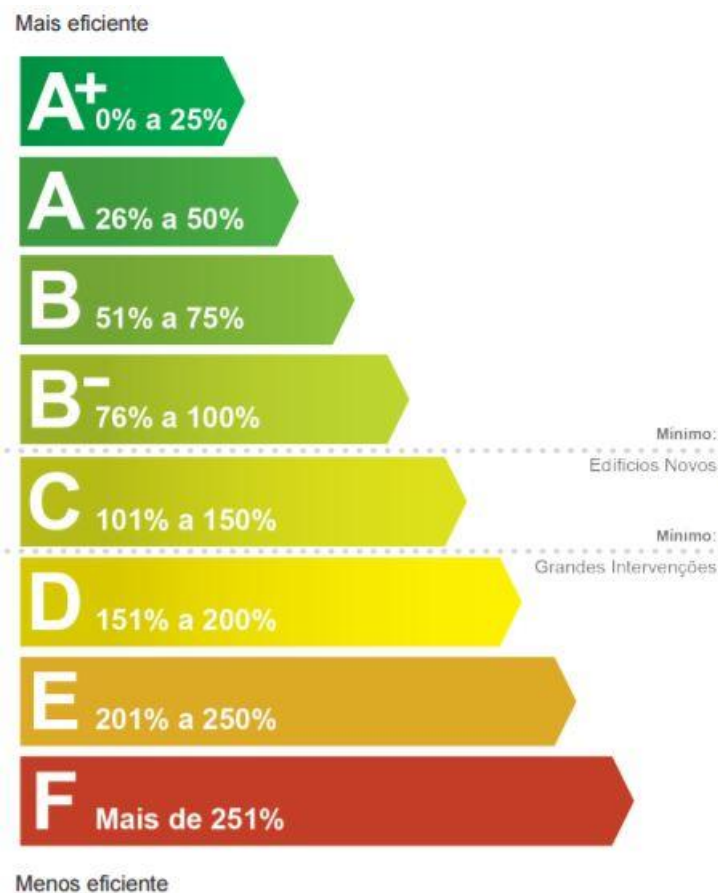


Figura 1 - Classes de desempenho energético

2.3 Cálculo do Desempenho Energético em Edifícios

No caso de pré-certificados e certificados SCE de edifícios de habitação, a classe energética é determinada através do rácio de classe energética:

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t},$$

onde N_{tc} corresponde ao valor das necessidades nominais anuais de energia primária e N_t corresponde ao valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária, ambos calculados de acordo com o disposto no regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação.

A escala de classificação energética dos edifícios ou frações autónomas de edifícios referidos anteriormente é composta por 8 classes, correspondendo a cada classe um intervalo de valores de R_{Nt} , de acordo com o apresentado na tabela seguinte, arredondados a duas casas decimais.

Tabela 1 - Intervalos de valores de R_{Nt} , para a determinação para determinação da classe energética em pré-certificados e certificados SCE.

Classe Energética	Valor de R_{Nt}
A +	$R_{Nt} \leq 0,25$
A	$0,26 \leq R_{Nt} \leq 0,50$
B	$0,51 \leq R_{Nt} \leq 0,75$
B -	$0,76 \leq R_{Nt} \leq 1,00$
C	$1,01 \leq R_{Nt} \leq 1,50$
D	$1,51 \leq R_{Nt} \leq 2,00$
E	$2,01 \leq R_{Nt} \leq 2,50$
F	$R_{Nt} \geq 2,51$

As necessidades nominais de energia primária de um edifício de habitação (N_{tc}) resultam da soma das necessidades nominais específicas de energia primária relacionadas com os n usos: aquecimento, arrefecimento, produção de águas quentes sanitárias (AQS) e ventilação mecânica, deduzidas de eventuais contribuições de fontes de energia renovável.

O valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia primária (N_t) corresponde ao valor das referidas necessidades, admitindo a inexistência de consumos de energia associados à ventilação mecânica e de sistemas de aproveitamento de energias renováveis (incluindo sistemas de energia solar para preparação de AQS) e considerando de igual modo os valores e

condições de referência, indicados na Tabela I.03 da Portaria nº 349-B/2013, para os principais parâmetros, em detrimento das soluções previstas ou instaladas no edifício/fracção.

A classe energética indicada no CE é calculada com base nas características construtivas do imóvel (orientação, paredes, pavimentos, coberturas, portas e janelas), a existência ou não de aproveitamento de energias renováveis, a forma e sistema de ventilação (natural ou mecânica), a eficiência e o tipo de combustível usados nos sistemas de climatização e de produção de águas quentes sanitárias AQS.

Com base na tipologia do imóvel, o CE apresenta uma estimativa das necessidades anuais de energia primária que traduz o consumo de energia necessária para manter a habitação em condições de conforto térmico e para a produção de AQS. Não inclui a energia despendida na iluminação e pelos eletrodomésticos.

Os valores indicativos de energia primária são calculados por m² de área de habitação e por ano, permitindo comparar diferentes imóveis entre si. O consumo real de energia (indicado nas faturas de gás e eletricidade), poderá ser diferente e dependerá dos padrões de utilização dos ocupantes da habitação, ou seja, o consumo é estimado em condições nominais, mas o consumo real dependerá do comportamento dos utilizadores da fracção.

3. Certificação Energética de Edifícios Existentes

O conceito de eficiência energética apresenta na diretiva comunitária que enquadra o desempenho energético dos edifícios obriga a que os estados membros implementem um sistema de certificação energética aquando da construção, venda ou arrendamento de edifícios públicos ou com ocupação “permanente”. A finalidade principal desta norma passa por sensibilizar e informar os cidadãos acerca do desempenho energético dos edifícios tendo essencialmente em conta a problemática da emissão dos gases que contribuem para o efeito de estufa e conseqüentes alterações climáticas.

A certificação energética permite a correta aplicação da regulamentação térmica através da implementação dos requisitos mínimos de desempenho energético no que concerne a edifícios novos ou edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação

Particularmente aos edifícios existentes, a certificação energética serve outra finalidade, a de obter uma classe energética e proporcionar informação acerca das medidas de melhoria de desempenho energético, com viabilidade económica, que o proprietário pode implementar para que no futuro possa reduzir as suas despesas com a energia e, simultaneamente, melhorar a eficiência energética do edifício.

3.1 A Problemática dos Edifícios Existentes

Para a realização de um certificado energético de um edifício é necessário que se faça uma recolha de dados, imprescindíveis para chegar a uma qualquer conclusão, sendo aqui que se delimita o problema entre os edifícios novos e os existentes, isto porque nos edifícios novos os dados são facilmente obtidos com base em projetos, enquanto que nos existentes, na maior parte das vezes, isso não se verifica, o que condiciona os cálculos. A aplicação do método detalhado aos edifícios existentes pode ser condicionada por diversos fatores, nomeadamente:

- Ausência parcial ou total dos dados relativos ao projeto;
- Desconhecimento dos proprietários relativamente às soluções e aos sistemas existentes no edifício;
- Dificuldades inerentes ao levantamento geométrico detalhado do edifício;
- Dificuldades inerentes à identificação das soluções construtivas e dos rendimentos dos sistemas de climatização e produção de AQS instalados na edificação.

Estes obstáculos limitam a certificação dos edifícios existentes criando dificuldades em relação aos edifícios novos o que pode resultar num processo bastante mais dispendioso e toma proporções ainda maiores quando se trata de edifícios que foram submetidos a sucessivas ampliações ou remodelações.

O processo inerente à certificação dos edifícios existentes, que vai desde o encontro inicial com o proprietário, à vistoria para levantamento dos diversos parâmetros, ao cálculo e à análise das

oportunidades de melhoria do desempenho energético, tem um custo tanto mais elevado quanto maior for a sua duração e complexidade. Naturalmente que a obrigatoriedade do processo conduziria a custos, por vezes, inoportáveis para os proprietários. Considerou-se então que seria da máxima importância o desenvolvimento de uma abordagem alternativa que permita a redução significativa dos custos associados à certificação, surgindo assim as “Regras de Simplificação para Edifícios Existentes”.

Este conjunto de regras de simplificação resultam de uma vasta experiência das entidades reguladoras do SCE e vieram não só facilitar o trabalho dos Técnicos, mas surgiram principalmente para homogeneizar e regulamentar as simplificações que muitas vezes são necessárias realizar, pela falta de informação disponível.

Estas regras tomam uma posição mais conservadora pelo que só devem ser utilizadas na impossibilidade de obtenção de melhor informação e serem coerentes com as características observadas *in situ* pelo Perito Qualificado.

Para determinados índices ou parâmetros necessários ao cálculo e na ausência de melhor informação o PQ pode recorrer a documentos devidamente reconhecidos pelo SCE e divulgados pela ADENE que possuam valores de referência desses índices ou parâmetros, que o mesmo considere traduzir da melhor forma a realidade existente.

Regras de Simplificação

Os parâmetros sobre os quais incide o método simplificado são relativos a:

- Levantamento geométrico;
- Definição dos coeficientes de transmissão térmica;
- Determinação do coeficiente de redução de perdas;
- Quantificação das pontes térmicas;
- Quantificação das perdas por elementos e contacto com o solo;
- Avaliação das condições de sombreamento;
- Cálculo do fator solar do envidraçado;
- Determinação da classe de inercia térmica do edifício;
- Contribuição dos sistemas de coletores solares;
- Número de renovações horarias interiores para o caso de ventilação mecânica;
- Potências elétricas dos ventiladores instalados;
- Eficiências dos sistemas de aquecimento, arrefecimento e produção de AQS;

Neste ponto será apresentado o conjunto de regras de simplificação aplicáveis à certificação energética de edifícios existentes, que tem como objetivo não só possibilitar a redução do tempo despendido pelo perito qualificado nas várias etapas do processo, mas também produzir resultados que se aproximem, tanto quanto possível, dos obtidos pelo método detalhado, mas de forma conservadora, de modo a não favorecer a classificação energética.

As regras de simplificação que se apresentam de seguida são parte integrante do Despacho nº15793_E/2013 publicadas em Diário da República em 3 de dezembro de 2013.

As regras de simplificação estão agrupadas em cinco partes:

- *Envolvente* – é possibilitada a consideração de um conjunto de simplificações na obtenção das características dimensionais do edifício ou fracção autónoma que conduzem a uma redução significativa do tempo despendido no levantamento das mesmas.

- *Parâmetros térmicos* – é permitido dispensar a obtenção de alguns parâmetros térmicos, com base no agravamento de outros, dispensando assim o levantamento de diversos elementos, os quais nem sempre seriam de obtenção fácil.

- *Ventilação*

- *Eficiência dos sistemas de climatização e preparação de AQS* – a avaliação da eficiência dos referidos equipamentos, será efetuada em função da idade do equipamento.

- *Contribuição de sistemas solares térmicos* -

De seguida será analisado cada grupo.

3.1.1 Envolvente

Levantamento dimensional:

Neste segmento serão fundamentadas as regras de simplificação que pretendem facilitar a forma de proceder ao levantamento dimensional. É importante salientar que o levantamento dimensional deve corresponder à realidade construída, devendo-se recorrer sempre à melhor informação disponível.

As medições necessárias ao levantamento dimensional devem ser efetuadas pelo interior, podendo ser aplicadas, de forma isolada ou em simultâneo, as regras de simplificação apresentadas na seguinte tabela:

Parâmetro	Regras de Simplificação
Área interior útil de pavimento	- Ignorar áreas de parede/pavimento/cobertura associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0 m;
Área de parede (interior e exterior)	- Ignorar áreas de parede/pavimento/cobertura associadas a recuados e avanços com profundidade inferior a 1,0 m;
Área de pavimento (interior e exterior)	- Reduzir o valor da área interior útil de pavimento total em 10% caso a medição da área seja feita de forma global, incluindo a área de contacto das paredes divisórias com os pavimentos, isto é, sem compartimentação dos espaços;
Área de cobertura (interior e exterior)	- A área das coberturas inclinadas (inclinação superior a 10°) pode ser medida no plano horizontal, agravando-se o valor medido em 25%.
Pé-direito médio	- Em caso de pé-direito variável, deverá ser adotado um valor medio aproximado e estimado em função das áreas de pavimento associadas.
Área de portas (interior e exterior)	As portas de envolvente com uma área envidraçada inferior a 25% poderão considerar-se incluídas na secção corrente da envolvente opaca contigua, sendo que no caso contrário poderão ser tratadas globalmente como um vão envidraçado.

Todas as considerações efetuadas no levantamento dimensional relativas, designadamente, à medição e áreas de elementos, medição do pé-direito, determinação de ângulos de sombreamento e determinação da orientação das fachadas, deverão ser evidenciadas através de registo fotográfico ou outras peças de referência convenientes.

Coefficiente de redução de perdas:

Na determinação dos valores dos coeficientes de redução de perdas, b_{tr} , para o cálculo da transferência de calor por transmissão através da envolvente interior, por elementos em contacto com locais não-uteis e edifícios vizinhos, admite-se que se possam tomar os seguintes valores por defeito:

- 0,8 para todos os espaços não uteis;
- 0,6 para edifícios adjacentes.

Caso se aplique a regra de simplificação descrita no número anterior, deverão considerar-se aqueles mesmos valores de b_{tr} , para efeito de determinação do limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil.

Sempre que se optar por determinar o valor de b_{tr} , para um dos espaços não-uteis, conforme a metodologia prevista no despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos, não se poderá aplicar a regra de simplificação descrita nos números anteriores aos restantes espaços não aquecidos.

Caso se considere os valores por defeito, implica a contabilização de pontes térmicas lineares através de elementos da envolvente interior em contacto com os espaços não uteis, conforme definido do despacho mencionado no ponto anterior, uma vez que $b_{tr} > 0,7$.

3.1.2 Parâmetros Térmicos

- **Transferência de calor por transmissão através da envolvente**

Zonas Correntes da Envolvente

1- A caracterização térmica dos elementos em zonas correntes da envolvente, no que respeita à determinação dos coeficientes de transmissão térmica superficial, deverá realizar-se de acordo com a seguinte hierarquia de fontes de informação:

Preferencialmente 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;

Em alternativa ao indicado na alínea anterior, publicações de referência do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC);

Outras fontes de informação reconhecidas pelo Sistema de Certificação Energética (SCE), mediante despacho da entidade fiscalizadora do SCE.

2- Para efeitos do disposto no número anterior, a solução escolhida deverá ter como base a apreciação crítica dos parâmetros necessários, designadamente, a espessura do elemento construtivo e o ano de construção do edifício;

3- Nos casos em que se recorra às publicações referidas no número 1 mas existam dúvidas na escolha da solução mais adequada, deverá ser adotada a solução mais conservadora de entre as soluções que são apresentadas, desde que coerentes com as características observáveis do elemento no local.

4 – Independentemente da fonte de informação adotada, a caracterização efetuada deverá suportar-se em evidências recolhidas durante a visita ao local, designadamente, fotografias e edições que revelem a composição das soluções construtivas, podendo ainda suportar-se em medições *in situ* de determinação da resistência térmica, de acordo com a norma ISO 9869.

Zonas Não Correntes da Envolvente

No âmbito do cálculo das perdas planas de calor por condução através da envolvente, caso as soluções construtivas, designadamente o isolamento térmico contínuo pelo exterior e paredes exteriores em alvenaria de pedra, garantam a ausência ou reduzida contribuição de zonas de ponte térmica plana, dispensa-se a determinação rigorosa das áreas e dos coeficientes de transmissão térmica das zonas de pilares, vigas, caixas de estore e outras heterogeneidades, podendo ser considerado para estes elementos o coeficiente de transmissão térmica da zona corrente da envolvente.

Nas situações em que não existam evidências de que a solução construtiva garante a ausência ou reduzida contribuição de zonas de ponte térmica plana, dispensa-se a determinação rigorosa das áreas e dos coeficientes de transmissão térmica das zonas de pilares, vigas, caixas de estore e outras heterogeneidades, podendo ser considerado para estes elementos o coeficiente de transmissão térmica determinado para a zona corrente, agravado em 35%.

Nos termos do número anterior, o referido valor agravado será aplicado à globalidade da envolvente, compreendendo zonas correntes e não correntes.

Elementos em contacto com o solo

No âmbito do cálculo das perdas de calor por elementos em contacto com o solo poderá ser determinado o valor do coeficiente de transmissão térmica superficial por pavimentos em contacto com o solo, U_{bf} , e o valor do coeficiente e transmissão térmica por paredes em contacto com o solo U_{bw} , em função da profundidade enterrada do pavimento e da resistência térmica dos elementos que contactam com o solo, conforme a Tabela 02.

Em alternativa, o U_{bw} pode ser considerado igual ao da parede da envolvente exterior adjacente.

Tabela 2 - Valores do coeficiente de transmissão térmica por elementos em contacto com o solo.

z [m]	Pavimento enterrado U_{bf}		Parede enterrada U_{bw}	
	$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$		$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$	
	$R_f < 0,75$	$R_f \geq 0,75$	$R_w < 0,75$	$R_w \geq 0,75$
<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

Em que:

R_f e R_w – Resistências térmicas do pavimento e da parede em contacto com o solo, com exclusão das resistências térmicas superficiais interior R_{si} e exterior R_{se} [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]

Z – Valor medio da profundidade enterrada ao longo do perímetro exposto, [m]

Pontes Térmicas Lineares

No âmbito do cálculo das perdas de calor através de zonas de ponte térmica linear poderão considerar-se os valores constantes da Tabela 03:

Tabela 3 - Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares.

Tipos de ligação	φ [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]
Fachada com pavimentos térreos	0,70
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	
Fachada com cobertura	
Fachada com pavimento de nível intermedio (1)	
Fachada com varanda (1)	
Duas paredes verticais em angulo saliente	0,50
Fachada com caixilharia	0,30
Zona da caixa de estore	

(1)Os valores apresentados dizem respeito a metade da perda originada na ligação.

- **Classe de inércia térmica interior**

A determinação da classe de inercia térmica interior do edifício deverá realizar-se de acordo com a seguinte hierarquia:

Preferencialmente, pela realização do cálculo de acordo com o despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos com base nos valores de massa superficial das soluções e revestimentos implementados no edifício;

Em alternativa ao indicado no número anterior, a classe de inercia térmica interior, pode ser determinada de acordo com as condições descritas na Tabela 4, com base nas soluções e revestimentos implementados no edifício, considerando que:

- No caso de não se verificarem, cumulativamente, os requisitos que definem a classe de inercia térmica Forte ou Fraca, se deve considerar classe de inercia térmica Média.

- Nas situações de duvida entre o tipo de inercia Forte ou Média, deve-se optar pela inércia térmica Média e;
- Nas situações de duvida entre o tipo de inércia térmica Média ou Fraca, se deve optar pelo inercia térmica Fraca.

Tabela 4 - Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inercia térmica interior

Classe de Inercia Térmica Interior	Requisito
Fraca	<p>Caso se verifiquem cumulativamente as seguintes soluções:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura); - Revestimento de piso do tipo flutuante ou pavimento de madeira; - Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação;
Média	<p>Caso não se verifiquem os requisitos necessários para se classificar a classe de inercia térmica em Forte ou Fraca.</p>
Forte	<p>Caso se verifiquem cumulativamente as seguintes soluções, sem aplicação de isolamento térmico pelo interior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pavimento e teto de betão armado ou pré-esforçado; - Revestimento de teto em estuque ou reboco; - Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pelo, com exclusão de soluções de pavimentos flutuantes; - Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco; - Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco; - Paredes da envolvente interior (caixa de escadas, garagem, ...) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco.

• **Ganhos solares brutos**

Para efeitos de cálculo dos ganhos solares brutos, o produto $F_s \times F_g$ necessário à determinação dos ganhos solares através de cada vão envidraçado poderá ser determinado de uma forma expedita, dispensando a avaliação rigorosa dos ângulos formados por elementos horizontais ou verticais sobrepostos aos vãos envidraçados, como palas, varandas, outros elementos do mesmo edifício, e por elementos provocadores de obstruções do horizonte.

Na estação de aquecimento, o produto $F_s \times F_g$ poderá ser calculado assumindo os valores indicados na Tabela 5, mantendo-se a condição que, em nenhum caso o produto $X_j \times F_s$ deverá ser menor que 0,27.

Tabela 5 - Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o cálculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes

Parâmetro	Regra de Simplificação	Regras de aplicação
Produto $F_s \times F_g$	Sem sombreamento $F_s \times F_g = 0,63$	- Envidraçados orientados a Norte - Envidraçados nas restantes orientações, sem obstruções do horizonte e sem palas.
	Sombreamento Normal/Standard $F_s \times F_g = 0,32$	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45°.
	Fortemente sombreado $F_s \times F_g = 0,19$	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um ângulo de obstrução claramente superior a 45°.

Em que:

F_s – Fator de obstrução dos vãos envidraçados

F_g – Fração envidraçada

Na estação de aquecimento, o produto $F_s \times F_g$ poerá ser calculado assumindo os valores indicados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes

Parâmetro	Regra de Simplificação	Regras de aplicação
Produto $F_s \times F_g$	Sem sombreamento $F_s \times F_g = 0,63$	- Envidraçados orientados a Norte - Envidraçados nas restantes orientações, sem obstruções do horizonte e sem palas.
	Sombreamento Normal/Standard $F_s \times F_g = 0,56$	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um angulo de obstrução inferior ou igual a 45°.
	Fortemente sombreado $F_s \times F_g = 0,50$	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um angulo de obstrução claramente superior a 45°.

3.1.3 Ventilação

- **Taxa de renovação horária do ar interior por ventilação natural**

Na determinação do valor de R_{ph} deve ser considerada a metodologia prevista no despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos, sendo que caso seja realizado um ensaio de pressurização para caracterizar a permeabilidade ao ar da envolvente de acordo com a norma EN 13829, pode ser considerado o valor n50 desse ensaio para estimular o caudal de infiltrações.

Nas situações em que não seja possível conhecer as secções das condutas de ventilação, deve ser considerada a relação entre a área livre da grelha sobre a área total da mesma.

Nos casos de janelas em que não existam, ou não seja possível, obter informação sobre a classe de permeabilidade ao ar, mas existam vedantes em todo o perímetro da janela, estas poderão ser consideradas como de classe 2.

- **Taxa de renovação horária do ar interior por ventilação mecânica**

Caso o edifício existente em estudo disponha de sistema de renovação do ar interior por ar novo exterior recorrendo a ventiladores elétricos em funcionamento contínuo, e se verifique o bom funcionamento dos mesmos, a taxa de renovação horária (R_{ph}) poderá ser determinada através da expressão:

$$R_{ph} = \frac{V_{eva}}{A_p \times P_d}$$

Em que:

V_{eva} – Caudal total de ar extraído, [m³/h]

A_p – Área interior útil de pavimento, medida pelo interior [m²]

P_d – Pé-direito médio do edifício, [m]

Na ausência de informação, designadamente sobre o caudal de ar de base de projeto e as características das bocas de extração dos sistemas mecânicos, pode ser considerado um caudal de ar extraído de 45 m³/h em cada instalação sanitária e de 100 m³/h na cozinha.

- **Potência elétrica dos ventiladores**

Para efeito de cálculo do consumo de energia dos ventiladores e na ausência de outra informação, poderá ser considerada uma potência elétrica de 16 W por cada 50 m³/h de ar extraído.

3.1.4 Eficiência dos Sistemas Técnicos

No âmbito do cálculo das necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc} , a determinação da eficiência dos equipamentos de produção nos sistemas técnicos de climatização e de produção de águas quentes sanitárias (AQS) de edifícios existentes deverá ser feita de acordo com a seguinte hierarquia de fontes de informação:

Preferencialmente, pelos resultados de inspeção ou medição realizada no último ano, por entidade habilitada para o efeito;

Em alternativa ao resultado de medições, será permitida a utilização de informação técnica fornecida pelos fabricantes, com base em ensaios normalizados, mediante a verificação do adequado funcionamento dos sistemas.

Na ausência da informação referida nas alíneas do número anterior relativamente aos sistemas instalados, pode ser considerado o valor base de eficiência resultante da aplicação da Tabela 7, tendo em conta que:

O valor de eficiência deve considerar a idade do equipamento de produção do sistema técnico, mediante multiplicação pelo respetivo fator de correção;

Nas situações em que tenha sido realizada uma manutenção do equipamento no último ano, devidamente documentada por evidências, não se aplica o fator de correção;

Caso não seja possível determinar o ano de fabrico do equipamento, deverá ser considerado o ano de construção do edifício ou da última intervenção realizada aos sistemas, devidamente evidenciada.

Tabela 7 - Valores base de eficiência para equipamentos convencionais de climatização e de produção de AQS em edifícios existentes.

Tipo de sistema	Eficiência	Idade do sistema	Fator
Resistência elétrica para aquecimento ambiente	1,00	-	-
Termoacumulador elétrico para aquecimento ambiente e/ou preparação de AQS	0,90	Entre 1 a 10 anos	0,95
		> 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 combustível sólido, recuperadores de calor ou salamandras para aquecimento ambiente e/ou preparação de AQS.	0,75	Entre 1 a 10 anos	0,95
		> 10 anos	0,90
		> 20 anos	0,80
Sistemas de ar condicionado para arrefecimento ambiente, aquecimento ambiente ou bombas de calor para preparação de AQS	2,50	Entre 1 a 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 aplicáveis e indicadas na Tabela I.03 da Portaria nº 349-B/2013, de 29 de novembro, para os diferentes tipos de sistema.

3.1.5 Contribuição de Sistemas Solares Térmicos

A contribuição de sistemas de coletores solares para produção de AQS que sejam certificados ou que inclua coletores certificados, deve ser calculada com recurso à versão mais recente do programa Solterm do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) ou a 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.

Para os casos de sistemas e coletores solares térmicos não abrangidos pelo disposto no número anterior e cuja instalação seja anterior a julho de 2006, o valor da contribuição dos referidos sistemas no cálculo das necessidades nominais de energia primária, deverá ser calculado de acordo com as seguintes expressões:

$$E_{ren} = E_{solar_{ref}} \times f_1 \times f_2 \times f_3$$

Sendo:

$$E_{solar_{ref}} = 0,44A_c \times G_h$$

Em que:

$E_{solar_{ref}}$ – Valor de referência da contribuição anual de sistemas de coletores solares para a produção de AQS [kWh]

f_1 – Fator de redução relativo ao posicionamento ótimo

f_2 – Fator de redução relativo ao sombreamento

f_3 – Fator de redução relativo à idade do equipamento

A_c – Área total de captação dos coletores [m²]

G_h - Total anual médio da radiação solar global recebida numa superfície horizontal, a obter na Tabela 8 em função da zona climática [kWh/m²]

Tabela 8 - Radiação solar global na horizontal, G_h , por zona climática, em kWh/m² por ano.

NUTS III	G_h
Minho-Lima	1550
Alto Trás-os-Montes	1550
Cávado	1560
Ave	1560
Grande Porto	1590
Tâmega	1590
Douro	1580
Entre Douro e Vouga	1610
Baixo Vouga	1625
Baixo Mondego	1650
Beira Interior Norte	1620
Beira Interior Sul	1665
Cova da Beira	1650
Serra da Estrela	1635
Dão-Lafões	1615
Pinhal Interior Norte	1555
Pinhal Interior Sul	1675
Pinhal Litoral	1680
Oeste	1695

Médio Tejo	1690
Lezíria do Tejo	1705
Grande Lisboa	1725
Península de Setúbal	1735
Alto Alentejo	1710
Alentejo Central	1735
Alentejo Litoral	1770
Baixo Alentejo	1780
Algarve	1820
Região Autónoma dos Açores	1360
Região Autónoma da Madeira	1395

O fator de redução relativo ao posicionamento ótimo, f_1 , traduz uma penalização resultante de irregularidades na inclinação e orientação do sistema e que resultam numa deficiente captação da radiação solar, sendo calculado de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9 - Fator de redução relativo ao posicionamento ótimo.

f_1		Azimute					
		0°-15°	16°-30°	31°-45°	46°-60°	61°-75°	76°-90°
Inclinação	0°-15°	0,92	0,92	0,89	0,88	0,87	0,87
	16°-30°	1,00	1,00	0,96	0,92	0,90	0,87
	31°-45°	1,00	1,00	0,98	0,95	0,90	0,85
	46°-60°	0,98	0,98	0,96	0,93	0,88	0,82
	61°-75°	0,90	0,90	0,90	0,87	0,83	0,76
	76°-90°	0,75	0,77	0,77	0,76	0,73	0,67

O fator de redução relativo ao sombreamento, f_2 , traduz uma penalização correspondente às situações em que a superfície útil de captação do coletor se encontra sombreada, calculando-se em função da altura angular provocada pela obstrução (h) e da orientação da instalação dos coletores (azimute) e de acordo com a Tabela 10, considerando que:

São válidos para sombreamentos equivalentes a máscaras de obstruções em bandas de ângulos de azimute de 10°.

Nas situações que conduzam a ângulos superiores, o valor de $E_{solar_{ref}}$ deverá ser afetado de tantos fatores f_2 quanto o número de vezes que o ângulo for superior a 10°.

Tabela 10 - Fator de redução relativo ao sombreamento.

f_2		Azimute		
		0°-30°	31°-60°	61°-90°
h	0°-30°	1,00	1,00	1,00
	31°-60°	0,97	0,98	0,99
	61°-90°	0,96	0,97	0,98

O fator de redução relativo à idade do equipamento, f_3 , traduz uma penalização correspondente ao tempo de vida dos sistemas de coletores solares instalados, sendo calculado de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11 - Fator de redução relativo ao tempo de vida.

Idade do equipamento	f_3
0-9	1,00
10-19	0,90
20-29	0,80
≥ 30	0,50

4. Medidas de Melhoria

4.1 Parede Exteriores

Para responder às crescentes exigências de conforto higrotérmico, que estão intimamente associadas às preocupações com o consumo de energia e proteção ambiental, é necessário isolar termicamente a envolvente dos edifícios, de modo a minimizar as trocas de calor com o exterior, com consequente redução das necessidades de aquecimento/arrefecimento e diminuição dos riscos de ocorrência de condensações.

A maior parte da área da envolvente exterior dos edifícios corresponde à área das paredes exteriores. É através das paredes exteriores que se processa a maior parte das trocas térmicas entre os ambientes interior e exterior, pelo que, o estudo cuidadoso do comportamento térmico das soluções construtivas a adotar na envolvente vertical é fundamental para que se reduza o consumo de energia nas operações de manutenção do conforto térmico dos ocupantes, com todos os benefícios ambientais daí resultantes.

Por este motivo é de extrema importância a existência de paredes eficientes.

Paredes Eficientes	Conservam o calor no interior da habitação e melhoram o conforto. (Melhoria do conforto térmico);
	Contribuem para a redução das necessidades e custos de energia associadas a equipamentos de climatização. (Redução do valor da fatura energética);

A ADENE sugere dois tipos de medidas de melhoria, a aplicação de isolamento pelo exterior ou aplicação de isolamento pelo interior.

Do ponto de vista da eficiência energética o isolamento pelo exterior é a forma de aplicação mais adequada, pois garante uma aplicação uniforme, corrigindo eventuais pontes térmicas da envolvente. Adicionalmente, dá mais garantias de evitar humidade e condensações futuras.

Colocando isolamento pelo interior, reduz a área útil de pavimento, bem como a capacidade da parede em armazenar o calor (inércia térmica), tornando-a mais vulnerável às variações de temperatura.

4.2 Coberturas

As coberturas são fundamentais para o conforto de uma habitação e responsáveis por ganhos e perdas de calor. Em média, as coberturas representam 30% das perdas de calor numa habitação.

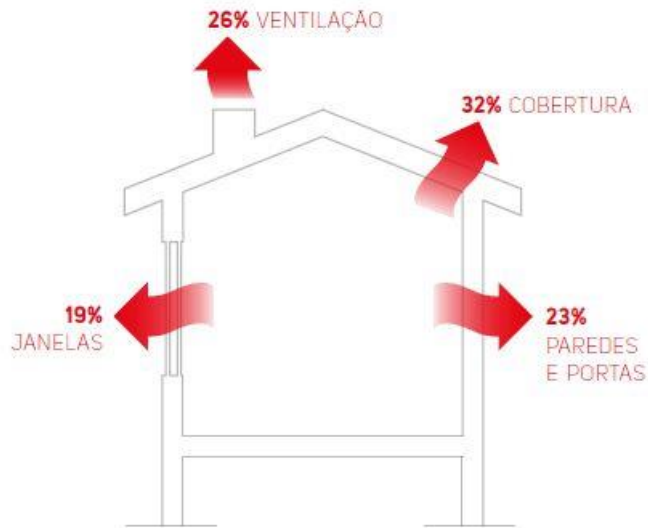


Figura 2 - Perdas típicas de calor numa habitação.

“Exemplo de perdas térmicas pela envolvente para uma habitação T3 com 136 m² de área útil situada no último piso de um edifício multifamiliar.”

Coberturas pouco eficientes são responsáveis por elevadas perdas (ou ganhos) de calor e desenvolvem focos de condensação, fungos ou bolores. Construções anteriores a 1990, provavelmente não têm isolamento térmico na cobertura.

Coberturas Eficientes	Permitem conservar a temperatura no interior da sua habitação melhorando assim o conforto da mesma;
	Minimizam a necessidade de utilização de equipamentos para aquecer e arrefecer os espaços;
	Diminuem as patologias dos edifícios, tais como: condensações, aparecimento de fungos e bolores e aparecimento de manchas, potenciando assim a vida útil do imóvel;
	O isolamento térmico permite também atenuar o sobreaquecimento dos espaços no verão devido a ganhos solares;

As principais soluções/medidas de melhoria sugeridas pela ADENE são:



Figura 3 - Principais soluções para colocação de isolamento térmico em coberturas.

4.3 Envidraçados e Proteções Solares

As superfícies vidradas desempenham um papel muito importante no domínio da eficiência térmica do edifício. Se, por um lado, podem contribuir para a entrada de calor sem custos, por outro, podem ser saídas através das quais o calor se dissipa. A intervenção ao nível das janelas deve ser feita com o intuito de reduzir as infiltrações de ar não-controladas, aumentar a captação de ganhos solares no Inverno, reforçar a proteção da radiação solar durante o verão e melhorar as condições de ventilação natural.

O isolamento térmico de uma janela depende da qualidade do vidro e do tipo de caixilharia utilizado.

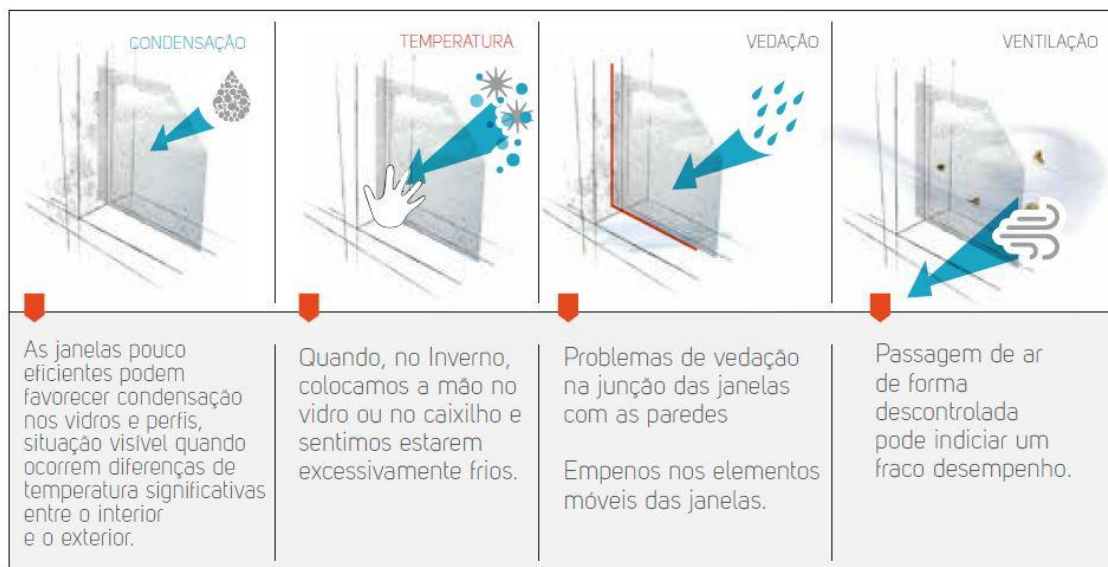


Figura 4 - Janelas com fraco comportamento térmico.

Janelas eficientes são janelas que, pelas suas características, contribuem para aumentar o isolamento térmico e acústico das habitações.

A forte incidência do sol nos vidros, pode representar um aumento significativo da temperatura numa habitação, pelo que no verão é importante proteger contra a incidência direta do sol. “A existência de proteções solares pode reduzir a temperatura interior entre 1°C a 10°C”.

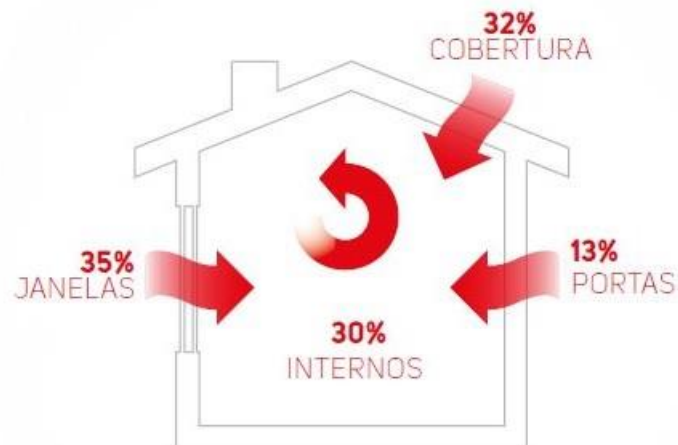


Figura 5 - Ganhos de calor numa habitação (valores médios).

As proteções solares têm uma importância vital ao nível da eficiência energética de um edifício. Estes têm como objetivo controlar a entrada da luz solar e bloquear a luz direta do sol durante o verão enquanto permitem a entrada da luz do sol durante o inverno.

As proteções solares bem dimensionadas e utilizadas permitem controlar diversos fatores como:



Figura 6 - Vantagens da boa utilização das proteções solares.

4.4 Sistemas de Ventilação

A ventilação é a renovação do ar interior por ar exterior, de uma forma controlada. Atualmente, a legislação em vigor requer uma taxa de renovação mínima de ar de pelo menos 40%, por hora, do ar da habitação.

<p>Consequências de uma má ventilação</p>	<p>Ao isolar as habitações, por vezes, a ventilação não é acautelada, impedindo a renovação do ar interior e promovendo o aparecimento de humidades e bolores prejudiciais.</p>
	<p>Uma fraca ventilação pode também originar patologias na habitação comprometendo a vida útil da mesma.</p> <p>Uma ventilação desadequada dos espaços pode ser responsável por 50% das perdas térmicas da fracção.</p>

Existem três tipos de ventilação:

- Ventilação natural em que a renovação do ar é promovida pelas ações naturais (térmica e vento), que asseguram de uma forma controlada o escoamento do ar entre aberturas de admissão de ar exterior (janelas e grelhas) e as aberturas de extração de ar (chaminés).
- Ventilação mecânica em que a renovação do ar é promovida por ventiladores mecânicos, que asseguram de uma forma controlada e ininterrupta o escoamento do ar entre aberturas de admissão de ar exterior e as aberturas de extração de ar ligadas a condutas. Existem sistemas com insuflação e extração mecânica e sistemas apenas com ventiladores de extração.
- Ventilação mista que é a conjugação dos dois tipos de ventilação, natural e mecânica, sendo caracterizado pela existência de extratores individuais ligados a condutas individuais.

5. Caso Prático

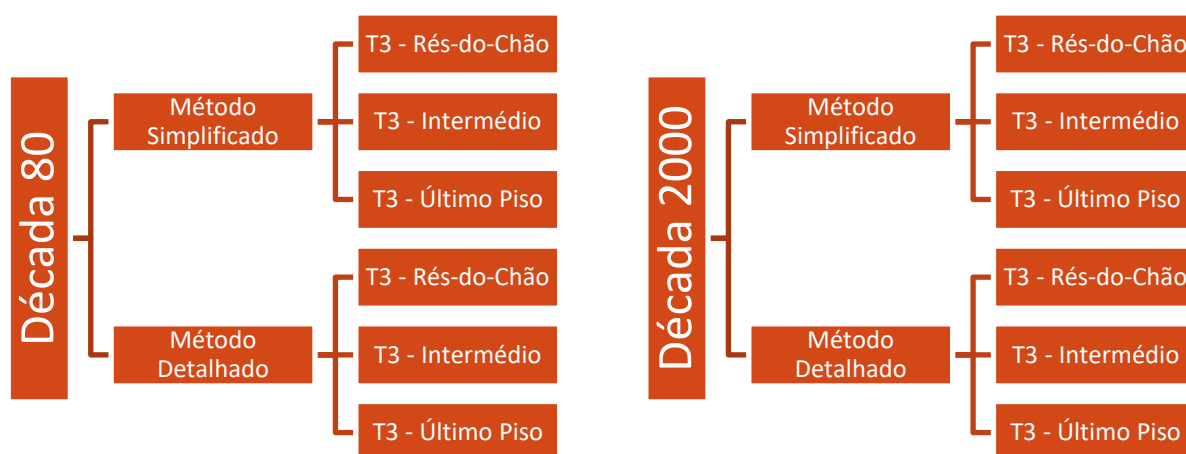
Este capítulo apresenta o estudo de uma fracção do tipo apartamento, localizada num prédio com 4 andares em que a mesma fracção vai ser analisada em diversas situações para se conseguir obter diversos casos comuns em situações reais. A mesma fracção vai ser estudada em seis situações diferentes.

- Fracção localizada no Rés-do-Chão, sobre garagens (Espaço não-útil);
- Fracção localizada num Piso Intermédio;
- Fracção localizada no último andar, sob desvão de cobertura (Espaço não-útil);

Para se obter um leque variado de cálculos para se conseguir realizar uma análise térmica e energética de soluções construtivas coerentes e utilizadas frequentemente, foram adotadas duas alturas distintas de soluções construtivas mais comuns em Portugal.

Numa primeira fase vai ser realizado o cálculo com soluções bastante utilizadas na década de oitenta, altura em que pouca legislação existia e poucos eram os edifícios que dispunham de isolamentos térmicos e numa segunda fase vai ser estudada uma situação mais recente, década de 2000, em que se começou a ter mais atenção ao estudo da térmica em Portugal.

Posteriormente cada cálculo detalhado com as soluções construtivas analisadas foi analisado aplicando os métodos simplificados.



5.1 Descrição da Fracção

A fracção autónoma em estudo é do tipo apartamento, fracção residencial sem sistema de climatização, localizada no concelho de Moimenta da Beira, na periferia de uma zona urbana ou zona rural, tem uma distância à costa superior a 5 km, uma altitude de 650 m (Região B), numa zona climática I3 (estação de aquecimento) e V3 (estação de arrefecimento). A duração da estação de aquecimento é de 6,9 meses e de 4,0 meses na estação de arrefecimento, o número de graus-dias é 1863°C.dias, a temperatura média do ar exterior na estação de arrefecimento é 22,3°C e na estação de aquecimento é 6,0°C.

A fracção tem uma tipologia T3, com um único piso, compartimentada (espaços úteis) por hall/circulação interior, sala, cozinha, três quartos e duas instalações sanitárias. O conjunto dos compartimentos úteis perfaz uma área útil de pavimento, apenas para efeitos do Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto, de 118,85 m² e um pé direito médio de 2,60 m. Os espaços úteis vão estar em contacto com garagens (cálculo da fracção localizada no rés-do-chão) e desvão de cobertura (cálculo da fracção localizada no último piso), considerados à luz da legislação em vigor, como espaços não úteis. De acordo com as soluções construtivas, a inércia térmica da fracção em estudo é forte.

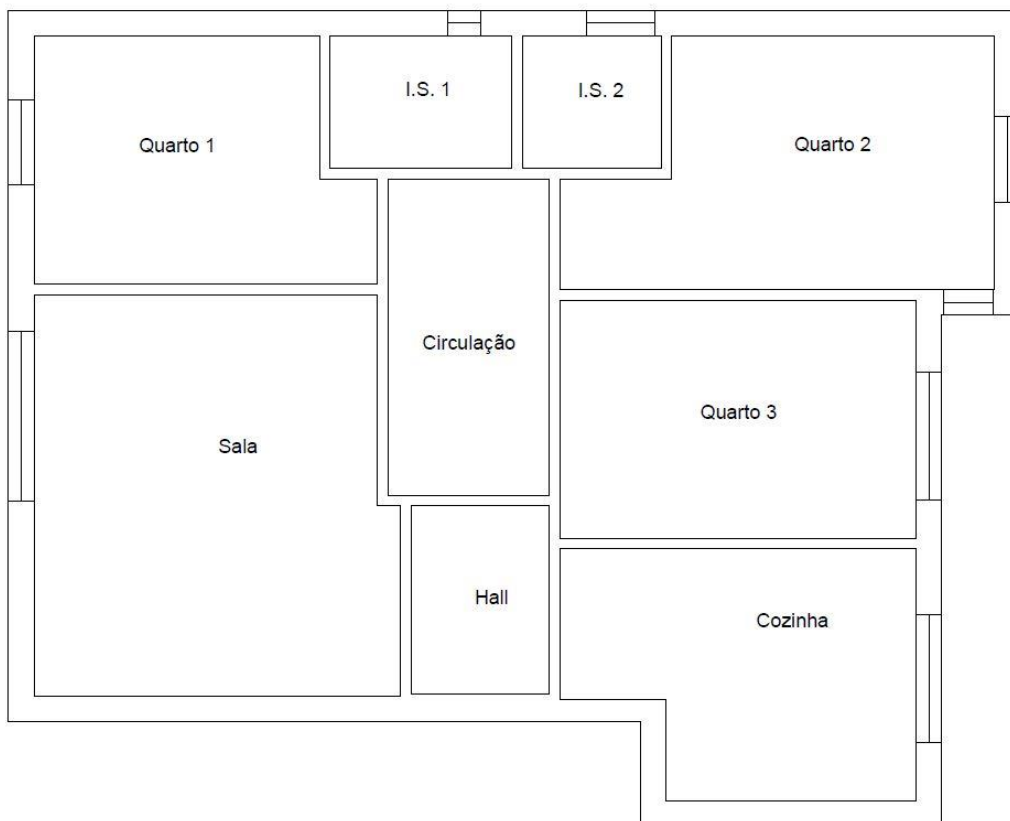


Figura 7 - Planta da fracção autónoma.

A fachada principal é orientada a Este.

As áreas dos espaços uteis são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 12- Levantamento dimensional

Divisão	Área (m2)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m3)
Sala	28,36	2,60	23,9	73,74
Cozinha	15,71	2,60	13,2	40,85
Quarto 1	15,32	2,60	12,9	39,83
Quarto 2	18,79	2,60	15,8	48,85
Quarto 3	16,90	2,60	14,2	43,94
Hall	5,19	2,60	4,4	13,49
Circulação interior	10,12	2,60	8,5	26,31
Instalação sanitária 1	4,81	2,60	4,0	12,51
Instalação sanitária 2	3,65	2,60	3,1	9,49
TOTAL	118,85	2,60	100,0	309,01

Para os espaços não úteis, o coeficiente de redução de perdas de espaços não úteis, btr, foi considerado de acordo com os métodos simplificados, pois como se trata de um caso meramente académico, em que se está a analisar apenas uma fracção, não existe informação das áreas e volumes da circulação comum e garagens. Por este motivo optou-se, para ser o mais coerente possível, por se adaptar os valores de btr para espaços não uteis de acordo com a seguinte tabela.

Tabela 13 - Caracterização dos espaços não-uteis

Espaço não-útil	btr
Garagens	0,80
Desvão de cobertura	0,80

5.1.1 Caracterização das envolventes

Como são diversos cálculos da mesma fracção, mas localizada em diversos andares, a demonstração de todo o cálculo detalhado vai ser apenas para a fracção localizada no rés-do-chão, e para as soluções construtivas da década de 80.

Nas figuras seguintes pode-se verificar que a fracção é constituída por paredes exteriores nas fachadas (Sul, Oeste, Norte e Este), paredes interiores (circulação comum) e pavimento interior (garagens).

Verifica-se também que a fracção é constituída por 8 envidraçados distribuídos por todas as fachadas.



Figura 8 - Envolventes ao nível do pavimento.

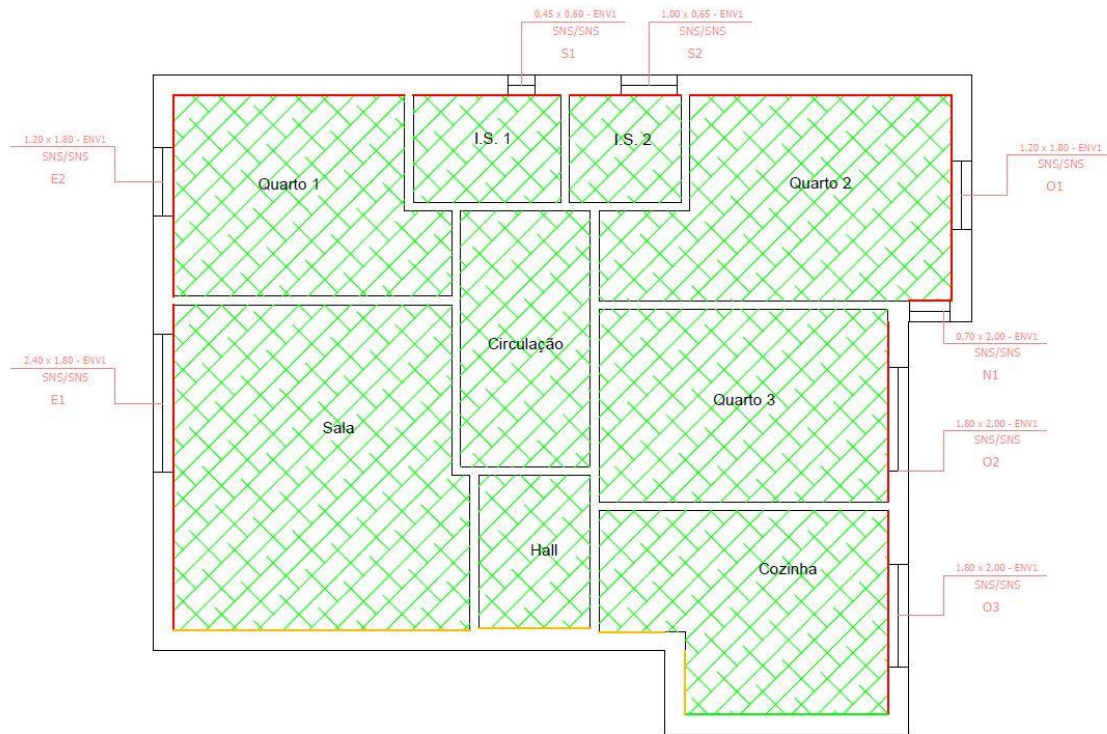


Figura 9 - Envolventes ao nível do teto



Figura 10 - Legenda das envolventes

5.2 Soluções Construtivas

5.2.1 Década de 80

As soluções construtivas adotadas foram escolhidas tendo em conta uma análise de observação do tipo de construção em Portugal na década de 80 e as soluções construtivas utilizadas regularmente na altura.

Os coeficientes térmicos das soluções construtivas foram obtidos recorrendo a publicações técnicas, nomeadamente no ITE50.

Tabela 14 - Solução construtiva de paredes exteriores

PAREDES EXTERIORES: Parede da envolvente exterior sem isolamento térmico, constituída do exterior para o interior, por reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm; tijolo furado 15 (resistência térmica 0,39 m ² C/W); caixa-de-ar (resistência térmica 0,18 m ² C/W), 40 mm; tijolo furado 11 (resistência térmica 0,27 m ² C/W); reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. U=0,96 W/m²C; mt=266 kg/m²; msi=150 kg/m²								
CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² C/W]	U [W/m ² C]	Factor de Correção
<i>resistência superficial exterior</i>						0,04	0,96	1,00
reboco tradicional	-	1,30	0,02	36	266	0,02		
tijolo furado 15	650	-	0,15	98		0,39		
caixa-de-ar	-	-	0,04	0		0,18		
tijolo furado 11	-	-	0,11	96,3		0,27		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
<i>resistência superficial interior</i>						0,13		

Tabela 15 - Solução construtiva de pontes térmicas planas (pilares e vigas)

PILARES E VIGAS EXTERIORES: Ponte térmica plana da envolvente exterior sem correcção térmica, constituída do exterior para o interior, por reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm; elemento em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 30 cm; reboco interior (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. U=2,85 W/m²C; mt=762 kg/m²; msi=150 kg/m²								
CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² C/W]	U [W/m ² C]	Factor de Correção
<i>resistência superficial exterior</i>						0,04	2,85	1,00
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36	762	0,02		
ento em betão armado	2300	2,00	0,30	690		0,15		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
<i>resistência superficial interior</i>						0,13		

Tabela 16 - Solução construtiva de paredes interiores

PAREDES INTERIORES C/ LNA (circulação comum): Parede da envolvente interior sem isolamento térmico, constituída do espaço não útil para o interior, por reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm; tijolo furado 15 (resistência térmica 0,39 m²C/W); tijolo furado 11 (resistência térmica 0,27 m²C/W); reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=1,05 W/m²C; mt=170 kg/m²; msi=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² C/W]	U [W/m ² C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,13	1,05	1,00
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36	266	0,02		
tijolo furado 11	-	-	0,11	96,3		0,27		
tijolo furado 15	650	-	0,15	98		0,39		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

Tabela 17 - Solução construtiva de pontes térmicas planas interiores

PILARES E VIGAS INTERIORES C/ LNA (circulação comum): Ponte térmica plana da envolvente interior sem correcção térmica, constituída do espaço não útil para o interior, por elemento em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 30 cm; reboco interior (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=2,35 W/m²C; mt=726 kg/m²; msi=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² C/W]	U [W/m ² C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,13	2,35	1,00
ento em betão armado	2300	2,00	0,30	690	726	0,15		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

Tabela 18 - Solução construtiva de cobertura interior

COBERTURA INTERIOR C/ LNA (desvão): Cobertura de envolvente interior sem isolamento térmico, constituída do espaço não útil para o interior, por laje maciça em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 25 cm; estuque projectado (condutibilidade térmica 0,56 W/m°C), 20 mm. **U=2,77W/m²C; mt=599 kg/m²; msi=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² C/W]	U [W/m ² C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,10	2,77	1,00
ça em betão armado	2300	2,00	0,25	575	599	0,13		
estuque projectado	1200	0,56	0,02	24		0,04		
resistência superficial interior						0,10		

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS EXISTENTES

Tabela 19- Solução construtiva de pavimento interior

PAVIMENTO INTERIOR C/ LNA (garagens): Pavimento da envolvente interior sem isolamento térmico, constituído do espaço não útil para o interior, por isolamento térmico; laje maciça em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 25 cm; camada de enchimento (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 10 cm; revestimento cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=1,78 W/m²°C; mI=801 kg/m²; mSI=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mI [kg/m ²]	R [m ² °C/W]	U↓ [W/m ² °C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,17	1,78	1,00
ça em betão armado	2300	2,00	0,25	575	801	0,13		
mada de enchimento	1800	1,30	0,10	180		0,08		
vestimento cerâmico	2300	1,04	0,02	46		0,02		
resistência superficial interior						0,17		

Tabela 20 - Solução construtiva de pontes térmicas planas (caixas de estore)

CAIXAS DE ESTORE: Caixa de estore sem isolamento térmico em madeira; madeira densa (condutibilidade térmica 0,23 W/m°C), 20 mm; reboco interior (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 15 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=2,76 W/m²°C; mI=53 kg/m²; mSI=53 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mI [kg/m ²]	R [m ² °C/W]	U [W/m ² °C]	Factor de Correção
resistência superficial interior (espaço não-útil)						0,13	2,76	1,00
madeira densa	870	0,23	0,02	17	53	0,09		
reboco interior	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

Tabela 21 - Solução construtiva de vãos envidraçados

VÃOS ENVIDRAÇADOS (c/ protecção solar): Vãos envidraçados verticais simples, vidro simples incolor, vidro incolor 4 mm, caixilharia de alumínio sem corte térmico, sem classificação de permeabilidade ao ar, sem quadrícula, dispositivo de oclusão nocturna com persiana exterior de réguas plásticas (cor clara). **U=4,10 W/m²°C** (caixilharia metálica sem corte térmico, de correr, vidro simples e dispositivo de oclusão nocturna com permeabilidade ao ar baixa; fonte: ITE50); **gvi=0,88, gT=0,07.**

Tipo de vão envidraçado	Número de vidros	Tipo de janela	Esp. da lâmina de ar [mm]	U _{wdn} [W/(m ² °C)]	g _{vi}	g _T	g _{máx}
Simplex (1 janela)	1 (vidro simples)	correr	-	4,10	0,88	0,07	-

5.2.2 Década de 2000

As soluções construtivas adotadas foram escolhidas tendo em conta uma maior preocupação com a térmica em edifícios, utilizando os isolamentos térmicos, apesar de não serem com os requisitos utilizados nos dias de hoje.

Tabela 22 - Soluções construtivas de paredes exteriores

PAREDES EXTERIORES: Parede da envolvente exterior com isolamento térmico na caixa-de-ar, constituída do exterior para o interior, por reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm; tijolo furado 15 (resistência térmica 0,39 m²C/W); caixa-de-ar (resistência térmica 0,18 m²C/W), 40 mm; isolamento térmico em poliestireno extrudido - xps (condutibilidade térmica 0,037 W/m°C), 30 mm; tijolo furado 11 (resistência térmica 0,27 m²C/W); reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=0,54 W/m²C; mt=132 kg/m²; msi=132 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² C/W]	U [W/m ² C]	Factor de Correção
resistência superficial exterior						0,04	0,54	1,00
reboco tradicional	-	1,30	0,02	0	132	0,02		
tijolo furado 15	-	-	0,15	0		0,39		
caixa-de-ar	-	-	0,04	0		0,18		
estireno extrudido - xps	-	0,037	0,03	0		0,81		
tijolo furado 11	-	-	0,11	96,3		0,27		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

Tabela 23 - Soluções Construtivas de pontes térmicas planas (pilares e vigas exteriores)

PILARES E VIGAS EXTERIORES: Ponte térmica plana da envolvente exterior com correção térmica pelo exterior, constituída do exterior para o interior, por reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm; forra de tijolo furado 3 (resistência térmica 0,07 m²C/W); isolamento térmico em poliestireno extrudido - xps (condutibilidade térmica 0,037 W/m°C), 30 mm; elemento em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 25 cm; reboco interior (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=0,81 W/m²C; mt=611 kg/m²; msi=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² C/W]	U [W/m ² C]	Factor de Correção
resistência superficial exterior						0,04	0,81	1,00
reboco tradicional	-	1,30	0,02	0	611	0,02		
forra de tijolo furado 3	-	-	0,03	0		0,07		
estireno extrudido - xps	-	0,037	0,03	0		0,81		
ento em betão armado	2300	2,00	0,30	575		0,15		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS EXISTENTES

Tabela 24 - Soluções construtivas de paredes interiores

PAREDES INTERIORES C/ LNA (circulação comum): Parede da envolvente interior com isolamento térmico na caixa-de-ar, constituída do espaço não útil para o interior, por reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm; tijolo furado 11 (resistência térmica 0,27 m²C/W); isolamento térmico com lã de rocha (condutibilidade térmica 0,04 W/m°C), 30 mm; tijolo furado 11 (resistência térmica 0,27 m²C/W); reboco tradicional (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=0,63 W/m²C; mf=132 kg/m²; msi=132 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mf [kg/m ²]	R [m ² °C/W]	U [W/m ² °C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,13	0,63	1,00
reboco tradicional	-	1,30	0,02	0	132	0,02		
tijolo furado 11	-	-	0,11	0		0,27		
lã de rocha	-	0,04	0,03	0		0,75		
tijolo furado 11	-	-	0,11	96,3		0,27		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

Tabela 25 - Solução construtiva de pontes térmicas planas (pilares e vigas interiores)

PILARES E VIGAS INTERIORES C/ LNA (circulação comum): Ponte térmica plana da envolvente interior com correcção térmica pelo exterior, constituída do espaço não útil para o interior, por isolamento térmico em poliestireno extrudido - xps (condutibilidade térmica 0,037 W/m°C), 30 mm; elemento em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 30 cm; reboco interior (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 20 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=0,81 W/m²C; Umáx=0,90 W/m²C; mf=611 kg/m²; msi=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mf [kg/m ²]	R [m ² °C/W]	U [W/m ² °C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,13	0,81	1,00
estireno extrudido - xps	-	0,037	0,03	0	611	0,81		
ento em betão armado	2300	2,00	0,30	575		0,15		
reboco tradicional	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

Tabela 26 - Solução construtiva de cobertura interior

COBERTURA INTERIOR C/ LNA (desvão): Cobertura de envolvente interior com isolamento térmico na face superior da laje, constituída do espaço não útil para o interior, por isolamento térmico em poliestireno extrudido - xps (condutibilidade térmica 0,037 W/m°C), 30 mm; laje maciça em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 25 cm; estuque projectado (condutibilidade térmica 0,56 W/m°C), 20 mm. **U=0,85W/m²C; mf=274 kg/m²; msi=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mf [kg/m ²]	R [m ² °C/W]	U [W/m ² °C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,10	0,85	1,00
estireno extrudido - xps	-	0,037	0,03	0	274	0,81		
ça em betão armado	2300	2,00	0,25	250		0,13		
estuque projectado	1200	0,56	0,02	24		0,04		
resistência superficial interior						0,10		

Tabela 27 - Solução construtiva de pavimento interior

PAVIMENTO INTERIOR C/ LNA (garagens): Pavimento da envolvente interior com isolamento térmico na face inferior da laje, constituído do espaço não útil para o interior, por isolamento térmico em poliestireno extrudido - xps (condutibilidade térmica 0,037 W/m°C, 30 mm; laje maciça em betão armado (condutibilidade térmica 2,00 W/m°C), 25 cm; camada de enchimento (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 10 cm; revestimento cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=0,73 W/m²°C; mt=801 kg/m²; msi=150 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² °C/W]	U↓ [W/m ² °C]	Factor de Correção
resistência superficial interior						0,17	0,73	1,00
estireno extrudido - xps	-	0,037	0,03	0	801	0,81		
laje em betão armado	2300	2,00	0,25	575		0,13		
camada de enchimento	1800	1,30	0,10	180		0,08		
revestimento cerâmico	2300	1,04	0,02	46		0,02		
resistência superficial interior						0,17		

Tabela 28- Solução construtiva de pontes térmicas planas (caixa de estore)

CAIXAS DE ESTORE: Caixa em poliestireno expandido moldado (resistência térmica 1,00 m²°C/W) 40 mm; reboco interior (condutibilidade térmica 1,30 W/m°C), 15 mm ou azulejo cerâmico (condutibilidade térmica 1,04 W/m°C), 20 mm. **U=0,78 W/m²°C; mt=36 kg/m²; msi=36 kg/m²**

CAMADA	ρ [kg/m ³]	λ [W/m°C]	e [m]	m [kg/m ²]	mt [kg/m ²]	R [m ² °C/W]	U [W/m ² °C]	Factor de Correção
resistência superficial interior (espaço não-útil)						0,13	0,78	1,00
estireno moldado (EPS)	-	0,04	0,04	0	36	1,00		
reboco interior	1800	1,30	0,02	36		0,02		
resistência superficial interior						0,13		

Tabela 29 - Solução construtiva de vãos envidraçados

VÃOS ENVIDRAÇADOS (c/ protecção solar): Vãos envidraçados verticais simples, vidro duplo incolor, vidro incolor 4 mm + caixa-de-ar 6mm + vidro incolor 4 mm, caixilharia de alumínio sem corte térmico, sem classificação de permeabilidade ao ar, sem quadrícula, dispositivo de oclusão nocturna com persiana exterior de réguas plásticas (cor clara). **U=3,00 W/m²°C** (caixilharia metálica sem corte térmico, giratória, vidro duplo e dispositivo de oclusão nocturna com permeabilidade ao ar baixa; fonte: ITE50); **gvi=0,78, gT=0,04.**

Tipo de vão envidraçado	Número de vidros	Tipo de janela	Esp. da lâmina de ar [mm]	U _{wdn} [W/(m ² °C)]	g _{vi}	g _T	g _{máx}
Simplex (1 janela)	2 (vidro duplo)	giratória	6	3,00	0,78	0,04	-

6. Cálculo Regulamentar

6.1 Cálculo Detalhado

Como são diversos cálculos da mesma fracção, mas localizada em diversos andares, a demonstração de todo o cálculo detalhado vai ser apenas para a fracção localizada no rés-do-chão, e para as soluções construtivas da década de 80.

Num capítulo posterior será feita a análise de todos os cálculos efetuados

6.1.1 Envolvente Exterior

6.1.1.1 Paredes Exteriores

Tabela 30 - Paredes Exteriores, Soluções correntes e pontes térmicas planas

Designação do tipo de solução	Áreas por orientação (m ²)				Área Total (m ²)	Usolução (W/m ² °C)	Ureferência (W/m ² °C)
	N	E	S	O			
PDE1	N	E	S	O	52,84	0,96	0,35
	0,01	12,73	27,99	12,11			
PTPPDE1	N	E	S	O	10,34	2,85	0,35
	0,19	2,83	4,45	2,86			
PTPPDE2	N	E	S	O	5,28	2,76	0,35
	0,35	1,80	0,73	2,40			

Como o cálculo de fatores de sombreamento relativos a paredes de fachada não é obrigatório, foi considerado que os ângulos de sombreamento de palas horizontais e verticais é igual a 0°.

6.1.1.2. Vãos Envidraçados Exteriores

Tabela 31 - Áreas dos vãos envidraçados exteriores por orientação

ID vão	Divisão	Envidraçado	Orientação	Área (m²)
S1	Instalação sanitária 1	VE1	Sul	0,27
S2	Instalação sanitária 2	VE1	Sul	0,65
O1	Quarto 2	VE1	Oeste	2,16
O2	Quarto 3	VE1	Oeste	3,60
O3	Cozinha	VE1	Oeste	3,60
N1	Quarto 2	VE1	Norte	1,40
E1	Sala	VE1	Este	4,32
E2	Quarto 1	VE1	Este	2,16

As medições dos sombreamentos para envidraçados apresentam-se na tabela seguinte:

Tabela 32 - Sombreamentos dos vãos envidraçados

ID vão	Obstrução do Horizonte	Pala horizontal (°)	Pala vertical à esquerda (°)	Pala vertical à direita (°)
S1	45	0	0	0
S2	45	0	0	0
O1	45	0	0	0
O2	45	35	37	13
O3	45	35	14	33
N1	45	77	0	87
E1	45	0	0	0

E2	45	0	0	0
----	----	---	---	---

6.1.1.3 Pontes Térmicas Lineares Exteriores

O cálculo das pontes térmicas lineares foram calculados de acordo com os valores tabelados, no despacho 15793-K2013 “Parâmetros Térmicos” Tabela 07.

Tabela 33 - Pontes térmicas lineares exteriores

Tipo de Ligação entre Elementos	Comp. B (m)	Φ (W/m.°C)
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50
Fachada com varanda	14,90	0,55
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50
Fachada com caixilharia	46,40	0,25
Zona da caixa de estores	10,55	0,30
Fachada com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,75

6.1.2 Envolvente Interior

6.1.2.1 Paredes Interiores

Tabela 34 - Paredes Interiores, Soluções correntes e pontes térmicas planas

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	btr	U _{solução} (W/m ² °C)	U _{referência} (W/m ² °C)
PDI1	21,71	0,80	1,05	0,35
PTPPDI1	2,65	0,80	2,35	0,35

6.1.2.2 Pavimentos Interiores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	btr	U _{solução} (W/m ² °C)	U _{referência} (W/m ² °C)
PVI1	118,85	0,80	1,78	0,30

6.1.2.3 Pontes térmicas lineares interiores

Tipo de Ligação entre Elementos	Comp. B (m)	Φ (W/m.°C)
Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50
Fachada com pavimento sobre o exterior ou ENU	9,37	0,35

6.1.3 Ventilação

Para o cálculo da ventilação utilizou-se a folha de cálculo “Ferramenta de cálculo de ventilação REH - ITeCons”.

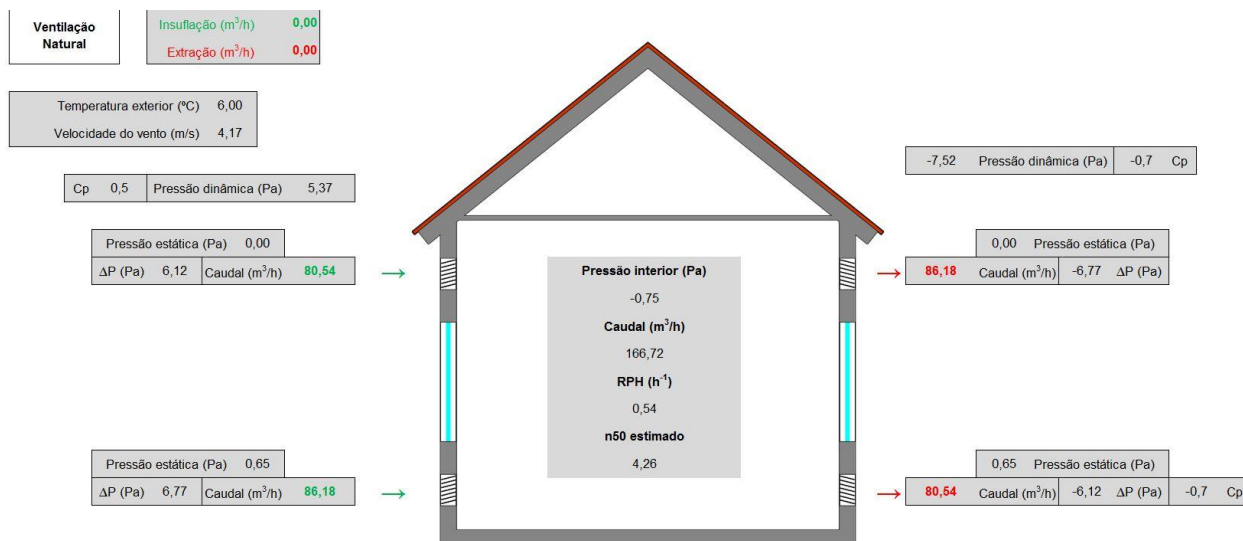


Figura 11 - Cálculo da ventilação

Ventilação natural, taxa de renovação do ar interior igual a 0,54 h⁻¹ (aquecimento) / 0,60 h⁻¹ (arrefecimento) para efeitos de cálculo, sendo a taxa de renovação nominal igual a 0,54 h⁻¹. A fracção está a mais de 5 km da costa, na periferia de uma zona urbana, não foram contabilizados dispositivos de admissão na fachada e não se consideraram condutas para exaustão.

6.1.4 Sistemas Técnicos

Em relação aos sistemas técnicos, foi considerado para o aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS), um termoacumulador elétrico por defeito, considerando a idade do imóvel.

Tabela 35 - Solução adotada para os sistemas técnicos

Identificação do Sistema	Função	Potência (kW)	Idade do sistema	Eficiência do equipamento	Eficiência de referência	Consumo Energia Final (kWh/ano)
Termoacumulador	AQS	2	> 20 Anos	0,72	0,95	3668,65

Não foi considerado nenhum sistema para climatização.

6.1.5 Inércia Térmica

Tabela 36 - Cálculo da Inércia Térmica

Designação do Tipo de Solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	52,84	266,00	150,00	1,00	7926
PTPPDE1	10,34	762,00	150,00	1,00	1551
PTPPDE2	5,28	53,00	53,00	1,00	279,84
PDI1	21,71	266,00	150,00	1,00	3256,5
PTPPDI1	2,65	266,00	150,00	1,00	397,50
PVI1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50

De acordo com os valores apresentados no quadro anterior, o valor obtido para a inércia térmica é de 412,83 kg/m², resultando numa classe de inércia Forte.

Para se obter comparações mais coerentes entre o método detalhado e o método simplificado considerou-se que a inércia no método simplificado também é forte.

6.2 Resultados

Devido às soluções construtivas adotadas, utilizadas na década de 80 em Portugal, não se poderia esperar que se obtivesse uma boa classificação energética.

Na tabela seguinte é apresentado os principais indicadores obtidos para a estação de aquecimento.

Tabela 37 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de aquecimento

	Coeficientes de Transferência de calor na Estação de Aquecimento (W/°C)	
Envolvente Exterior	Paredes Exteriores	50,72
	PTP's Exteriores	44,02
	Vãos Envidraçados	74,46
	PTL's Exteriores	68,50
	Ventilação	56,68
Envolvente Interior	Paredes Interiores	18,24
	PTP's Interiores	4,98
	Pavimento Interior	169,24
	PTL's Interiores	6,37

Em relação aos coeficientes de transferência de calor na estação de arrefecimento foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 38 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de arrefecimento

Ganhos Térmicos Brutos na Estação de Arrefecimento (kWh/ano)	
Ganhos internos brutos	1391,97
Vãos envidraçados	1769,35
Envolvente exterior opaca	689,68

Na tabela seguinte são apresentados os indicadores energéticos, onde finalmente se obtém a classe energética final.

Tabela 39 - Indicadores energéticos

Sigla	Designação	Valor	Referencia
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m ² .ano)	143,10	58,13
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m ² .ano)	5,78	13,97
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh _{ep} /m ² .ano)	434,92	209,61
Classe Energética obtida			E (2,08)

6.3 Cálculo Simplificado

Como já referido anteriormente, após o cálculo detalhado, foi realizado um cálculo simplificado da mesma fracção e com as mesmas envolventes.

As simplificações adotadas foram:

- Admitindo que o perito qualificado à data do levantamento não tinha em sua posse o projeto de estabilidade do edifício, foi considerado um agravamento de 35% no coeficiente de transmissão térmica para a envolvente opaca (paredes exteriores e paredes interiores);
- Foi aplicada a regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento nas paredes exteriores;
- Foi aplicada a regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento dos vãos envidraçados;
- Para o cálculo das pontes térmicas lineares (exteriores e interiores) optou-se por utilizar a metodologia simplificada;
- Aplicou-se a regra de simplificação relativa à determinação do coeficiente ed redução de perdas de ENU;

Tudo o resto se manteve igual ao método detalhado, soluções construtivas, medições, inércia térmica, cálculo da ventilação e sistemas técnicos, de modo a fazer uma comparação mais realista apenas das simplificações utilizadas.

6.3.1 Resultados obtidos

Tabela 40 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de aquecimento

	Coeficientes de Transferência de calor na Estação de Aquecimento (W/°C)	
Envolvente Exterior	Paredes Exteriores	88,71
	Vãos Envidraçados	74,46
	PTL's Exteriores	78,05
	Ventilação	56,68
Envolvente Interior	Paredes Interiores	27,62
	Pavimento Interior	169,24
	PTL's Interiores	10,49

Tabela 41 - Coeficientes de Transferência de calor na estação de arrefecimento

Ganhos Térmicos Brutos na Estação de Arrefecimento (kWh/ano)	
Ganhos internos brutos	1391,97
Vãos envidraçados	1889,77
Envolvente exterior opaca	579,81

Sigla	Designação	Valor	Referencia
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano)	137,81	58,13
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano)	5,54	13,97
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano)	421,70	209,61
Classe Energética obtida			E (2,01)

7. Análise dos Resultados

7.1 Soluções Construtivas Década de 80

Como descrito no capítulo anterior, foram feitos cálculos em 3 frações localizadas num edifício multifamiliar, utilizando soluções construtivas utilizadas correntemente em Portugal nos anos 80.

A ordem em que foram feitos os cálculos e para uma melhor compreensão, foi:

Tabela 42 - Resumo dos cálculos efetuados (década de 80)

Cálculo	Soluções Construtivas Década de 80	
01	Piso Intermédio	Método Detalhado / Método Simplificado
02	R/C (sobre garagens)	Método Detalhado / Método Simplificado
03	Último Piso (sob desvão de cobertura)	Método Detalhado / Método Simplificado

7.1.1 Cálculo 01

Na figura seguinte é feita uma análise dos coeficientes de transferência de calor na estação de aquecimento ($W/^{\circ}C$) comparando o método detalhado e o método simplificado.

Pode-se observar no eixo das abcissas onde ocorrem as maiores perdas de calor:

- 1 – Paredes exteriores e Pontes térmicas planas exteriores;
- 2 – Vãos envidraçados;
- 3 – Pontes térmicas lineares exteriores;
- 4 – Ventilação;
- 5 – Paredes interiores e Pontes térmicas planas interiores;
- 6 – Pontes térmicas lineares interiores.

E no eixo das ordenadas o respectivo valor do coeficiente de transferência de calor indicado em W/°C.

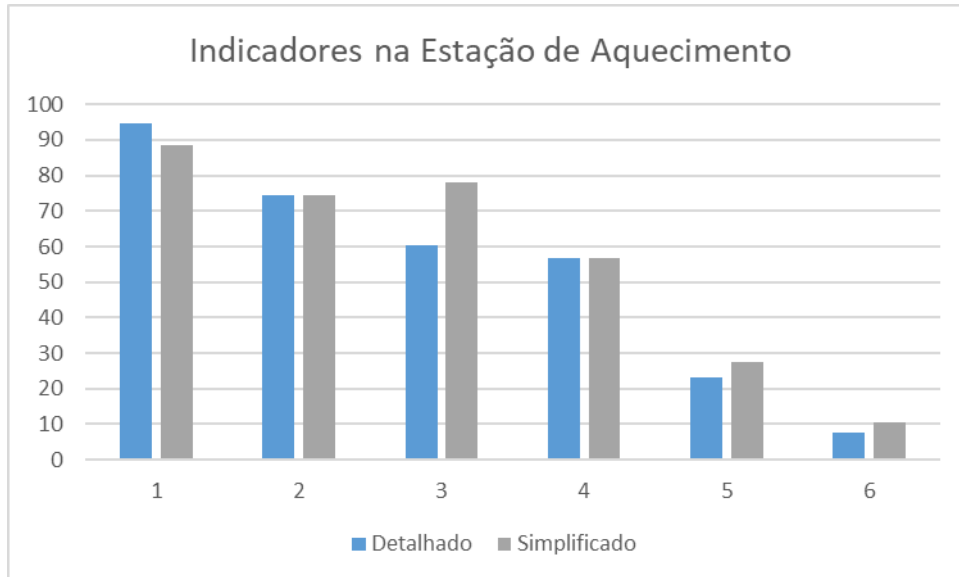


Figura 12 - Indicadores na Estação de Aquecimento (cálculo 01)

Para o cálculo 01, verifica-se claramente que as maiores perdas térmicas ocorrem nas paredes exteriores (incluindo pontes térmicas planas exteriores), utilizando qualquer um dos métodos.

Na tabela seguinte, é apresentado uma comparação, em termos globais e percentuais dos locais onde ocorrem as maiores perdas térmicas, entre os dois métodos.

Tabela 43 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 01)

Cálculo 01	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes exteriores (c/PTP's)	30%	26%
Vãos envidraçados	24%	22%
PTL's exteriores	19%	23%
Ventilação	18%	17%
Paredes interiores (c/PTP's)	7%	8%
PTL's interiores	2%	3%

As maiores variações entre os dois métodos, ocorrem nas paredes exteriores e nas pontes térmicas lineares exteriores. Nas paredes exteriores deve-se claramente à simplificação utilizada que provoca um agravamento de 35% no coeficiente de transmissão térmica da envolvente opaca.

Ao contrário do que seria de esperar, este agravamento no coeficiente de transmissão térmica da envolvente opaca não vai provocar um aumento de perdas da mesma grandeza para o método simplificado, antes pelo contrário, neste caso o método detalhado é mais prejudicial.

Relativamente aos indicadores obtidos para a estação de arrefecimento, estes são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 44 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 01)

Cálculo 01	Método Detalhado	Método Simplificado
Ganhos internos brutos	1391,97 kWh/ano (36%)	1391,97 kWh/ano (36%)
Vãos envidraçados	1769,35 kWh/ano (46%)	1889,77 kWh/ano (49%)
Envolvente exterior opaca	689,68 kWh/ano (18%)	579,81 kWh/ano (15%)

Em relação aos ganhos térmicos, a maior percentagem ocorre nos vãos envidraçados como já era esperado. Verificando a diferença entre os dois métodos, verifica-se que a diferença, neste caso, não é muito considerável (3%).

Por fim, são apresentados na tabela seguinte os indicadores energéticos.

Tabela 45 - Indicadores energéticos (cálculo 01)

	Método Detalhado		Método Simplificado	
	Valor	Referência	Valor	Referência
Nic (kWh/m2.ano)	77,00	47,40	74,73	47,4
Nvc (kWh/m2.ano)	12,22	13,97	11,38	13,97
Ntc (kWh/m2.ano)	279,86	182,78	273,48	182,77
Classe Energética	D (1,53)		C (1,50)	

Apesar das pequenas variações nos dois métodos de cálculo, o valor da classe energética ficou muito próximo do valor de 1,50, valor limite entre a classe energética C e D. Devido a esse fator, neste caso o método simplificado iria resultar numa melhor classe energética.

7.1.2 Cálculo 02

Na figura 13 é feita uma análise aos indicadores na estação de aquecimento comparando o método detalhado e o método simplificado.

É possível observar no eixo das abcissas onde ocorrem as maiores perdas de calor:

- 1 – Paredes exteriores e Pontes térmicas planas exteriores;
- 2 – Vãos envidraçados;
- 3 – Pontes térmicas lineares exteriores;
- 4 – Ventilação;
- 5 – Paredes interiores e Pontes térmicas planas interiores;
- 6 – Pavimento interior;
- 7 – Pontes térmicas lineares interiores.

E no eixo das ordenadas o respetivo valor do coeficiente de transferência de calor indicado em $W/^{\circ}C$.

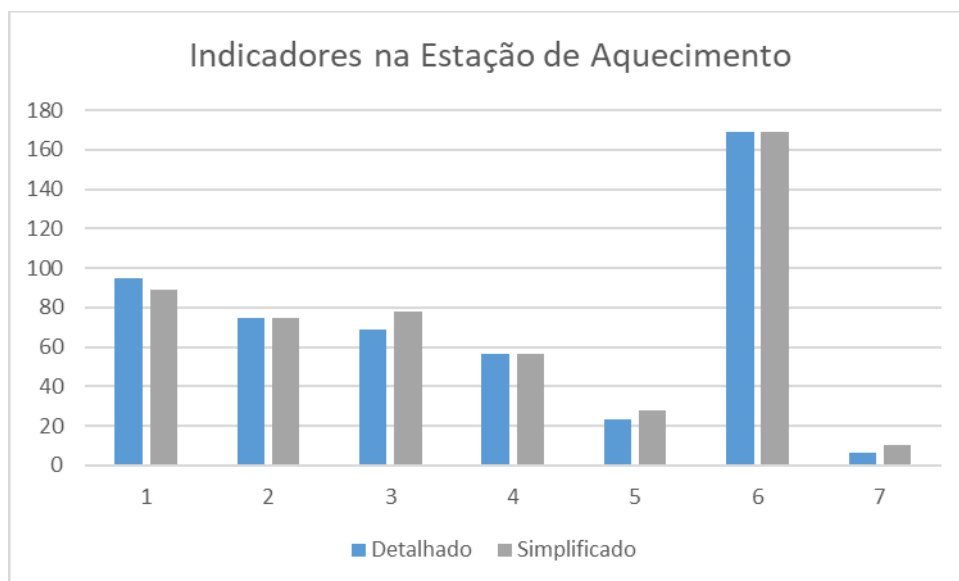


Figura 13 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 02)

No cálculo 02, rés-do-chão, verifica-se que as maiores perdas térmicas, ocorrem no pavimento interior, sobre as garagens, exatamente com o mesmo valor quer no método detalhado quer no método simplificado.

Na tabela 46 é apresentado em termos percentuais, as variações entre os dois métodos de cálculo, onde ocorrem as perdas térmicas na estação de aquecimento.

Tabela 46 – Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 02)

Cálculo 02	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes exteriores (c/PTP's)	19%	18%
Vãos envidraçados	15%	15%
PTL's exteriores	14%	15%
Ventilação	11%	11%
Paredes interiores (c/PTP's)	5%	6%
Pavimento Interior	34%	33%
PTL's interiores	1%	2%

Analisando os resultados, verifica-se que as variações entre os dois métodos de cálculo ocorrem nas paredes exteriores, nas pontes térmicas exteriores, nas paredes interiores e nas pontes térmicas lineares interiores.

Na tabela 47, são apresentados os indicadores obtidos para a estação de arrefecimento.

Tabela 47 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 02)

Cálculo 02	Método Detalhado	Método Simplificado
Ganhos internos brutos	1391,97 kWh/ano (36%)	1391,97 kWh/ano (36%)
Vãos envidraçados	1769,35 kWh/ano (46%)	1889,77 kWh/ano (49%)
Envoltente exterior opaca	689,68 kWh/ano (18%)	579,81 kWh/ano (15%)

Previsivelmente, a maior percentagem de ganhos térmicos ocorre através da radiação incidente nos vãos envidraçados.

Verifica-se ainda que entre os dois métodos de cálculo utilizados existem ligeiras variações, nomeadamente uma variação de 3% de ganhos térmicos nos vãos envidraçados, superior no método simplificado, e de 3% na envolvente exterior opaca, superior no método detalhado.

Na tabela 48, são apresentados os indicadores globais.

Tabela 48 - Indicadores energéticos (cálculo 02)

	Método Detalhado		Método Simplificado	
	Valor	Referência	Valor	Referência
Nic (kWh/m².ano)	143,10	58,13	137,81	58,13
Nvc (kWh/m².ano)	5,78	13,97	5,54	13,97
Ntc (kWh/m².ano)	434,92	209,61	421,7	209,61
Classe Energética	E (2,08)		E (2,01)	

Como no cálculo 01, as variações entre os dois métodos não são muito significativas, tal como neste caso em que até se obteve a mesma classe energética.

É possível notar que as necessidades nominais anuais globais (Ntc) são superiores no método detalhado, o que poderia indicar que o método simplificado iria ter uma melhor classificação energética, mas isso não se deve, devido ao facto de o valor de referência também se ajustar de acordo com as simplificações adotadas.

7.1.3 Cálculo 03

Na figura 14 é feita uma análise aos indicadores na estação de aquecimento comparando o método detalhado e o método simplificado.

É possível observar no eixo das abcissas onde ocorrem as maiores perdas de calor:

- 1 – Paredes exteriores e Pontes térmicas planas exteriores;
- 2 – Vãos envidraçados;
- 3 – Pontes térmicas lineares exteriores;
- 4 – Ventilação;
- 5 – Paredes interiores e Pontes térmicas planas interiores;
- 6 – Cobertura interior;
- 7 – Pontes térmicas lineares interiores.

E no eixo das ordenadas o respetivo valor do coeficiente de transferência de calor indicado em $W/^{\circ}C$.

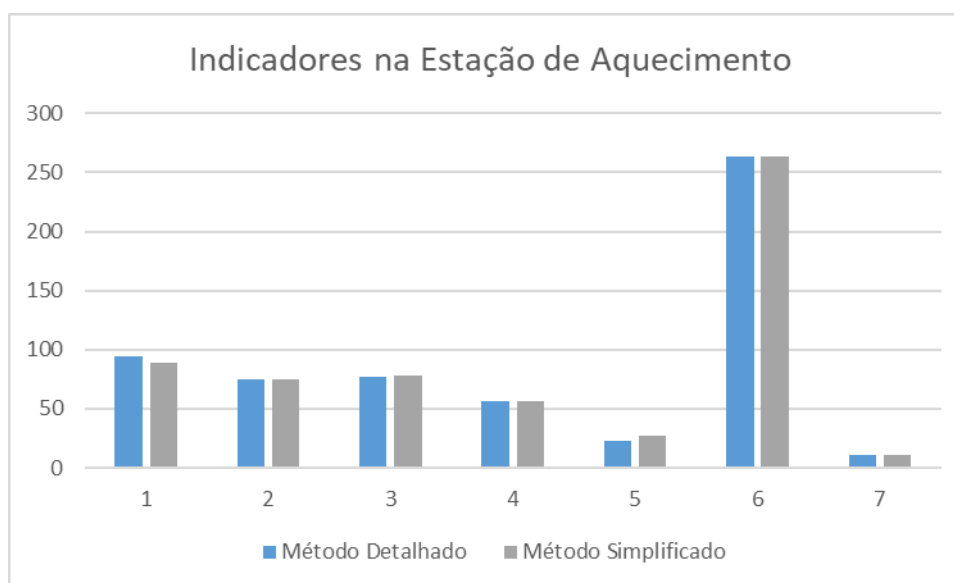


Figura 14 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 03)

No cálculo 03, último piso, com seria previsível, as maiores perdas térmicas ocorrem na zona da cobertura, sob desvão da cobertura.

Na tabela 49 é apresentado em termos percentuais, as variações entre os dois métodos de cálculo, onde ocorrem as perdas térmicas na estação de aquecimento.

Tabela 49 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 03)

Cálculo 03	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes exteriores (c/PTP's)	16%	15%
Vãos envidraçados	12%	12%
PTL's exteriores	13%	13%
Ventilação	9%	9%
Paredes interiores (c/PTP's)	4%	5%
Cobertura Interior	44%	44%
PTL's interiores	2%	2%

Analisando os resultados, verifica-se que as variações, variando cerca de 1%, ocorrem nas paredes exteriores e nas paredes interiores.

Na tabela 50, são apresentados os indicadores obtidos para a estação de arrefecimento.

Tabela 50 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 03)

Cálculo 03	Método Detalhado	Método Simplificado
Ganhos internos brutos	1391,97 kWh/ano (20%)	1391,97 kWh/ano (20%)
Vãos envidraçados	1769,35 kWh/ano (26%)	1889,77 kWh/ano (27%)
Envoltente exterior opaca	689,68 kWh/ano (10%)	579,81 kWh/ano (8%)
Cobertura Interior	3061,58 kWh/ano (44%)	3061,58 kWh/ano (44%)

Analisando os ganhos térmicos na estação de arrefecimento, verifica-se que os maiores ganhos são através da cobertura interior, com 44% dos ganhos térmicos totais. A outra grande parcela ocorre nos vãos envidraçados.

Na tabela 51, são apresentados os indicadores globais.

Tabela 51 - Indicadores energéticos (cálculo 03)

	Método Detalhado		Método Simplificado	
	Valor	Referência	Valor	Referência
Nic (kWh/m².ano)	183,45	58,13	173,15	58,13
Nvc (kWh/m².ano)	20,66	13,97	20,78	13,97
Ntc (kWh/m².ano)	553,01	209,61	527,36	209,61
Classe Energética	F (2,64)		F (2,52)	

Analisando os indicadores globais, no cálculo 03, verifica-se algumas diferenças entre os dois métodos, apesar de darem a mesma classe energética (F), o método simplificado deu um valor muito próximo da classe E.

Verifica-se ainda que as necessidades de arrefecimento nos dois métodos de cálculo são superiores aos valores de referência correspondentes.

7.2 Soluções Construtivas Década de 2000

Tal como nas soluções construtivas utilizadas na década de 80, a ordem utilizada para os cálculos foi a seguinte:

Tabela 52 - Resumo dos cálculos efetuados (década de 2000)

Cálculo	Soluções Construtivas Década de 2000	
04	Piso Intermédio	Método Detalhado / Método Simplificado
05	R/C (sobre garagens)	Método Detalhado / Método Simplificado
06	Último Piso (sob desvão de cobertura)	Método Detalhado / Método Simplificado

7.2.1 Cálculo 04

Na figura seguinte é feita uma análise dos coeficientes de transferência de calor na estação de aquecimento ($W/°C$) comparando o método detalhado e o método simplificado.

Pode-se observar no eixo das abcissas onde ocorrem as maiores perdas de calor:

- 1 – Paredes exteriores e Pontes térmicas planas exteriores;
- 2 – Vãos envidraçados;
- 3 – Pontes térmicas lineares exteriores;
- 4 – Ventilação;
- 5 – Paredes interiores e Pontes térmicas planas interiores;
- 6 – Pontes térmicas lineares interiores.

E no eixo das ordenadas o respetivo valor do coeficiente de transferência de calor indicado em $W/°C$.

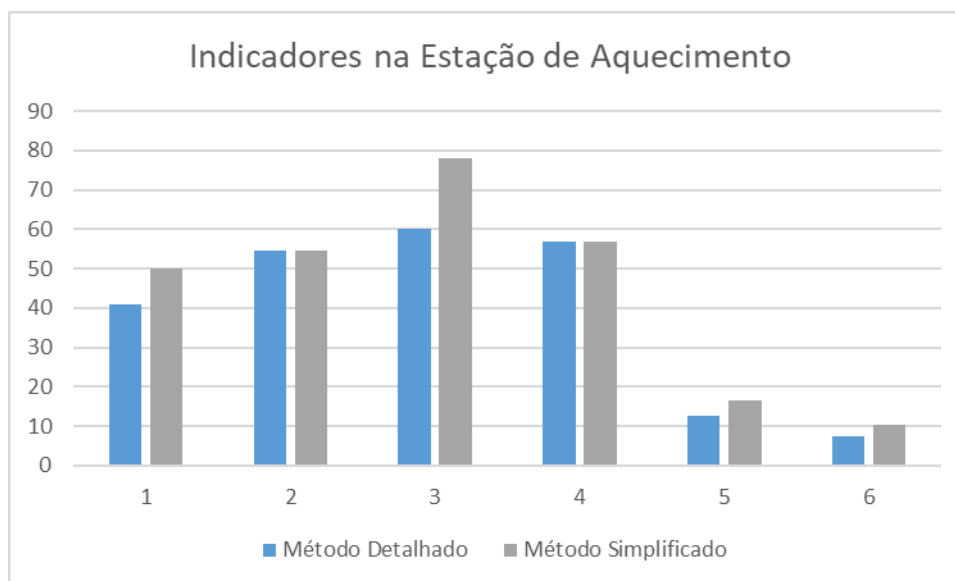


Figura 15- Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 04)

Analisando o gráfico, verifica-se que existem algumas variações entre os dois métodos, notando-se uma maior variação no que diz respeito às pontes térmicas lineares exteriores e às paredes exteriores.

Na tabela 53 é apresentado em termos percentuais, as variações entre os dois métodos de cálculo, onde ocorrem as perdas térmicas na estação de aquecimento.

Tabela 53 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 04)

Cálculo 04	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes exteriores (c/PTP's)	18%	19%
Vãos envidraçados	23%	20%
PTL's exteriores	26%	29%
Ventilação	24%	21%
Paredes interiores (c/PTP's)	5%	6%
PTL's interiores	3%	4%

Observando a tabela, verifica-se que a maior variação entre os dois métodos de cálculo em estudo, ocorre nos vãos envidraçados, nas pontes térmicas lineares exteriores e na ventilação

com 3% de variação. As paredes exteriores, paredes interiores e as pontes térmicas lineares interiores variam apenas 1% entre os métodos de cálculo em estudo.

Na tabela 54, são apresentados os indicadores obtidos para a estação de arrefecimento.

Tabela 54 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 04)

Cálculo 04	Método Detalhado	Método Simplificado
Ganhos internos brutos	1391,97 kWh/ano (44%)	1391,97 kWh/ano (42%)
Vãos envidraçados	1508,09 kWh/ano (47%)	1610,39 kWh/ano (48%)
Envolvente exterior opaca	298,12 kWh/ano (9%)	326,14 kWh/ano (10%)

Pode-se verificar que em relação aos ganhos térmicos, a maior percentagem de ganhos térmicos ocorre nos vãos envidraçados. Verifica-se ainda que a diferença entre os dois métodos de cálculo não é muito significativa, variando no máximo 1% nos vãos envidraçados.

Na tabela 55, são apresentados os indicadores globais.

Tabela 55 – Indicadores energéticos (cálculo 04)

	Método Detalhado		Método Simplificado	
	Valor	Referência	Valor	Referência
Nic (kWh/m2.ano)	48,34	47,40	52,63	47,40
Nvc (kWh/m2.ano)	11,66	13,97	10,90	13,97
Ntc (kWhep/m2.ano)	199,15	182,78	209,26	182,77
Classe Energética	C (1,09)		C (1,15)	

No caso do cálculo 04, piso intermédio, verifica-se que existem algumas variações entre os dois métodos de cálculo, dando uma diferença de 0,06 no valor da classe energética.

7.2.2 Cálculo 05

Na figura 16 é feita uma análise aos indicadores na estação de aquecimento comparando o método detalhado e o método simplificado.

É possível observar no eixo das abcissas onde ocorrem as maiores perdas de calor:

- 1 – Paredes exteriores e Pontes térmicas planas exteriores;
- 2 – Vãos envidraçados;
- 3 – Pontes térmicas lineares exteriores;
- 4 – Ventilação;
- 5 – Paredes interiores e Pontes térmicas planas interiores;
- 6 – Pavimento interior;
- 7 – Pontes térmicas lineares interiores.

E no eixo das ordenadas o respetivo valor do coeficiente de transferência de calor indicado em $W/^\circ C$.

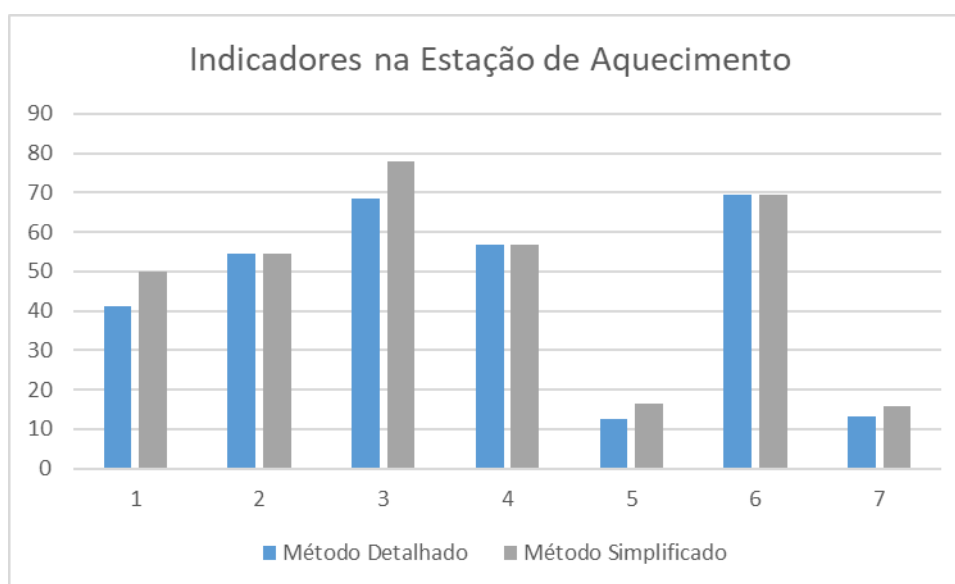


Figura 16 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 05)

Numa primeira análise, verifica-se algumas variações entre o método detalhado e o método simplificado, notando-se uma variação mais significativa nas paredes exteriores, nas pontes térmicas lineares exteriores, nas paredes interiores e nas pontes térmicas lineares interiores.

Na tabela 56 é apresentado em termos percentuais, as variações entre os dois métodos de cálculo, onde ocorrem as perdas térmicas na estação de aquecimento.

Tabela 56 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 05)

Cálculo 05	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes exteriores (c/PTP's)	13%	15%
Vãos envidraçados	17%	16%
PTL's exteriores	22%	23%
Ventilação	18%	17%
Paredes interiores (c/PTP's)	4%	5%
Pavimento Interior	22%	20%
PTL's interiores	4%	5%

Observando a tabela 56, verifica-se que existem variações entre os dois métodos nas paredes exteriores (2%), nos vãos envidraçados (1%), nas pontes térmicas lineares exteriores (1%), na ventilação (1%), nas paredes interiores (1%) e nas pontes térmicas lineares interiores (1%).

Apesar de não terem sido utilizadas simplificações no cálculo do pavimento interior, na tabela pode-se verificar que existe uma variação de 2% entre os dois métodos de cálculo que se pode explicar por ser uma análise global.

Na tabela 57, são apresentados os indicadores obtidos para a estação de arrefecimento.

Tabela 57 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 05)

Cálculo 05	Método Detalhado	Método Simplificado
Ganhos internos brutos	1391,97 kWh/ano (44%)	1391,97 kWh/ano (42%)
Vãos envidraçados	1508,09 kWh/ano (47%)	1610,39 kWh/ano (48%)
Envolvente exterior opaca	298,12 kWh/ano (9%)	326,14 kWh/ano (10%)

Pode-se verificar que em relação aos ganhos térmicos, a maior percentagem de ganhos térmicos ocorre nos vãos envidraçados. Verifica-se ainda que a diferença entre os dois métodos de cálculo não é muito significativa, variando no máximo 2% nos ganhos internos brutos.

Na tabela 58, são apresentados os indicadores globais.

Tabela 58 - Indicadores energéticos (cálculo 05)

	Método Detalhado		Método Simplificado	
	Valor	Referência	Valor	Referência
Nic (kWh/m².ano)	79,15	59,54	80,00	59,54
Nvc (kWh/m².ano)	7,77	13,97	7,63	13,97
Ntc (kWh/m².ano)	272,95	213,13	274,96	213,13
Classe Energética	C (1,28)		C (1,29)	

Na análise global do cálculo 05, rés-do-chão, o valor da classe energética deu muito próxima. Apesar de existirem variações nas perdas térmicas e nos ganhos térmicos, vistos anteriormente, e prever-se que os resultados globais fossem dar diferentes, tal não aconteceu devido ao facto de o valor de referência também se ajustar de acordo com as simplificações adotadas.

7.2.3 Cálculo 06

Na figura 17 é feita uma análise aos indicadores na estação de aquecimento comparando o método detalhado e o método simplificado.

É possível observar no eixo das abcissas onde ocorrem as maiores perdas de calor:

- 1 – Paredes exteriores e Pontes térmicas planas exteriores;
- 2 – Vãos envidraçados;
- 3 – Pontes térmicas lineares exteriores;
- 4 – Ventilação;
- 5 – Paredes interiores e Pontes térmicas planas interiores;
- 6 – Cobertura interior;
- 7 – Pontes térmicas lineares interiores.

E no eixo das ordenadas o respetivo valor do coeficiente de transferência de calor indicado em $W/^{\circ}C$.

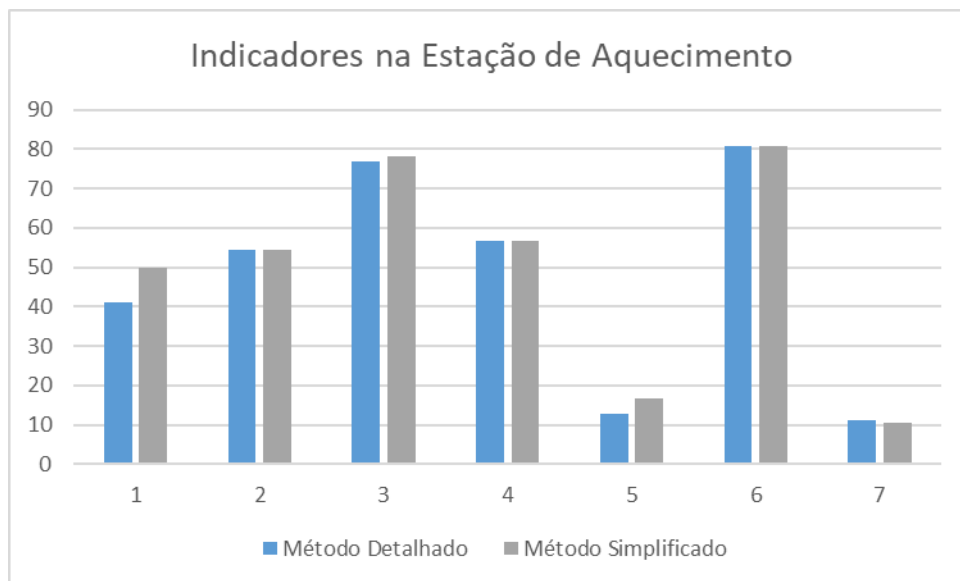


Figura 17 - Indicadores na estação de aquecimento (cálculo 06)

Na figura 17, pode-se verificar que continuam a verificar-se variações entre os dois métodos e notoriamente que é na cobertura interior onde existem as maiores perdas de calor.

Na tabela 59 é apresentado em termos percentuais, as variações entre os dois métodos de cálculo, onde ocorrem as perdas térmicas na estação de aquecimento.

Tabela 59 - Perdas térmicas na estação de aquecimento (cálculo 06)

Cálculo 06	Método Detalhado	Método Simplificado
Paredes exteriores (c/PTP's)	12%	14%
Vãos envidraçados	16%	16%
PTL's exteriores	23%	22%
Ventilação	17%	16%
Paredes interiores (c/PTP's)	4%	5%
Cobertura Interior	24%	23%
PTL's interiores	3%	3%

Analisando a tabela 59, verifica-se que existem variações máximas na ordem dos 2% (paredes exteriores) entre os dois métodos de cálculo.

Apesar de não terem sido utilizadas simplificações no cálculo da cobertura interior, na tabela pode-se verificar que existe uma variação de 1% entre os dois métodos de cálculo que se pode explicar por ser uma análise global.

Na tabela 60, são apresentados os indicadores obtidos para a estação de arrefecimento.

Tabela 60 - Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento (cálculo 06)

Cálculo 06	Método Detalhado	Método Simplificado
Ganhos internos brutos	1391,97 kWh/ano (32%)	1391,97 kWh/ano (31%)
Vãos envidraçados	1508,09 kWh/ano (35%)	1610,39 kWh/ano (36%)
Envolvente exterior opaca	298,12 kWh/ano (7%)	326,14 kWh/ano (7%)
Cobertura Interior	1163,40 kWh/ano (27%)	1163,40 kWh/ano (26%)

Pode-se verificar que em relação aos ganhos térmicos, a maior percentagem de ganhos térmicos ocorre nos vãos envidraçados. Verifica-se ainda que a diferença entre os dois métodos de cálculo não é muito significativa, variando no máximo 1%.

Na tabela 61, são apresentados os indicadores globais.

Tabela 61 - Indicadores energéticos (cálculo 06)

	Método Detalhado		Método Simplificado	
	Valor	Referência	Valor	Referência
Nic (kWh/m².ano)	85,82	58,13	82,29	58,13
Nvc (kWh/m².ano)	15,15	13,97	15,44	13,97
Ntc (kWhep/m².ano)	295,77	209,61	287,18	209,61
Classe Energética	C (1,41)		C (1,37)	

Através da análise dos indicadores globais, constata-se que existe uma pequena variação entre os dois métodos de cálculo em estudo, obtendo uma variação do valor da classe energética de 0,04, mais favorável para o método simplificado.

Verifica-se ainda, que as necessidades de arrefecimento, nos dois métodos de cálculo, são superiores aos valores de referência correspondentes.

7.3 Análise Geral

Para uma análise mais geral é apresentado na figura 18, um gráfico de barras que demonstra as variações entre os dois métodos de cálculo em estudo, dos indicadores energéticos globais relativamente aos seis cálculos analisados.

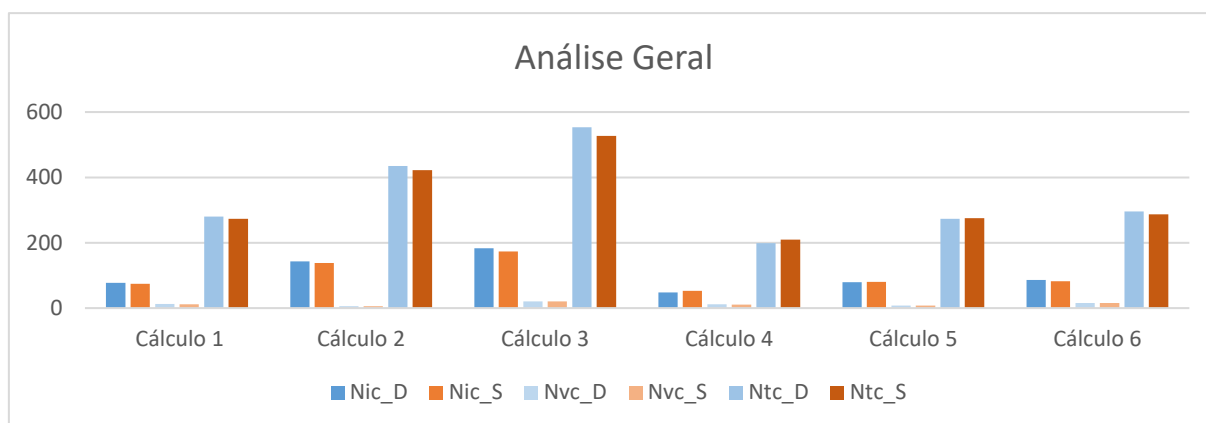


Figura 18 - Análise Geral

Em que:

Nic_D – Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano) obtidas através do método detalhado;

Nic_S – Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano) obtidas através do método simplificado;

Nvc_D – Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano) obtidas através do método detalhado;

Nvc_S – Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano) obtidas através do método simplificado;

Ntc_D – Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano) obtidas através do método detalhado;

Ntc_S – Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano) obtidas através do método simplificado;

De forma a ajudar na análise, é ainda possível analisar a tabela 62, onde é realizado um resumo dos resultados finais das classes energéticas.

Tabela 62 - Resumo das classes energéticas obtidas.

Cálculo	Método Detalhado	Método Simplificado
01	D (1,53)	C (1,50)
02	E (2,08)	E (2,01)
03	F (2,64)	F (2,52)
04	C (1,09)	C (1,15)
05	C (1,28)	C (1,29)
06	C (1,41)	C (1,37)

Analisando os dados obtidos, verifica-se que as maiores variações entre os dois métodos, no caso das perdas térmicas na estação de aquecimento, ocorrem nas paredes exteriores e nas pontes térmicas planas exteriores. Em relação aos ganhos brutos na estação de arrefecimento, a maior variação ocorre nos vãos envidraçados, onde foram feitas simplificações ao nível do sombreamento dos vãos.

Nas variações das pontes térmicas lineares exteriores, verifica-se que é mais desvantajoso para o cálculo o método simplificado, pois com as simplificações os valores por defeito dos coeficientes de transmissão térmica lineares são superiores aos valores tabelados utilizados no método detalhado.

Analisando os cálculos 01/02/03 (soluções construtivas da década de 80) a utilização do método simplificado no cálculo das paredes exteriores, majorando o valor do coeficiente de transmissão térmica (U) em 35%, é mais vantajosa para o cálculo, ou seja, obtém-se valores do coeficiente de transferência de calor ($W/^{\circ}C$) mais baixos que no método detalhado.

Por outro lado, verifica-se que nos cálculos 04/05/06 (soluções construtivas da década de 2000) esta variação altera-se, obtendo-se valores de coeficiente de transferência de calor mais reduzidos para o método detalhado.

Pode-se perceber que as variações não são muito significativas, mas que existem e que devem ser tidas em conta. Com esta análise percebe-se que a solução construtiva adotada é importante na análise de comparação entre os dois métodos em estudo, sendo que quanto mais perto o valor do U se encontra do U referência mais o método simplificado dá resultados mais majorados ao cálculo.

8. Análise de Medidas de Melhoria

As medidas de melhoria adotadas variaram consoante a localização da fracção no edifício e de forma a aplicar os conhecimentos adquiridos no capítulo 4.

As medidas de melhoria utilizadas foram:

- **Medida de Melhoria 1:** Aplicação de isolamento térmico pelo exterior do tipo ETICS;
- **Medida de Melhoria 2:** Aplicação de isolamento térmico sob a laje de pavimento (pavimento interior);
- **Medida de Melhoria 3:** Aplicação de isolamento térmico sobre a laje de esteira (cobertura interior);

Vão ser analisadas as variações do coeficiente de transmissão térmica de acordo com a medida de melhoria adotada, as variações ao nível das emissões de CO₂ (t/ano), a redução anual da fatura energética, o custo de investimento de cada melhoria, e por fim, o tempo de retorno em anos necessário para recuperar o investimento.

As variações das emissões de CO₂ (t/ano) são obtidas de acordo com o Despacho 15793-D/2013, que define os valores utilizados para a conversão entre energia final e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária de edifícios de habitação, e define também os fatores de conversão de energia primária para emissões de CO₂ de acordo com a fonte de energia.

Para determinar a redução anual da fatura energética basta subtrair os custos da energia necessária para compensar as perdas pela envolvente da situação existente com os custos correspondentes à situação melhorada.

O custo de investimento depende da solução proposta, e foram obtidos tendo em conta os valores médios de mercado indicados no software de Engenharia e Construção CYPE.

Tendo o custo de investimento e dividindo pela redução anual da fatura energética, facilmente se obtém o tempo de retorno do investimento realizado.

De seguida iremos analisar individualmente cada proposta de melhoria.

8.1 Medida de Melhoria 1

Esta medida foi aplicada aos cálculos 01 e 04, analisando o método detalhado e o método simplificado.

Na tabela 63, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 1 na fração localizada no piso intermédio com as soluções construtivas da década de 80, utilizando o método detalhado.

Tabela 63 - Síntese da MM1 para o cálculo 01 (Método Detalhado).

Cálculo 01	Existente	Medida Melhoria 1
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)] – Paredes Exteriores	0,96	0,41
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)] – PTP's (Pilares e Vigas)	2,85	0,56
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)] – PTP's (Caixa de estore)	2,76	0,56
Emissões de CO ₂ (t/ano)	4,79	3,77
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	485 €	
Custo de Investimento (€)	2396 €	
Período de Retorno (anos)	4,9	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 485€, que foi conseguida com um investimento de 2396€ , com um custo unitário de 35€/m², que irá ser recuperado em 4,9 anos.

Na tabela 64, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 1 na fração localizada no piso intermédio com as soluções construtivas da década de 80, utilizando o método simplificado.

Tabela 64 - Síntese da MM1 para o cálculo 01 (Método Simplificado).

Cálculo 01	Existente	Medida Melhoria 1
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	0,96	0,41
Emissões de CO ₂ (t/ano)	4,68	3,89
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	375 €	
Custo de Investimento (€)	2396 €	
Período de Retorno (anos)	6,4	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 375€, que foi conseguida com um investimento de 2396€ , com um custo unitário de 35€/m², que irá ser recuperado em 6,4 anos.

Na tabela 65, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 1 na fração localizada no piso intermédio com as soluções construtivas da década de 2000, utilizando o método detalhado.

Tabela 65 - Síntese da MM1 para o cálculo 04 (Método Detalhado).

Cálculo 04	Existente	Medida Melhoria 1
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)] – Paredes Exteriores	0,54	0,30
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)] – PTP's (Pilares e Vigas)	0,81	0,38
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)] – PTP's (Caixa de estore)	0,78	0,37
Emissões de CO ₂ (t/ano)	3,41	3,11
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	145 €	
Custo de Investimento (€)	2396 €	
Período de Retorno (anos)	16,6	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 145€, que foi conseguida com um investimento de 2396€, com um custo unitário de 35€/m², que irá ser recuperado em 16,6 anos.

Na tabela 66, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 1 na fração localizada no piso intermédio com as soluções construtivas da década de 2000, utilizando o método simplificado.

Tabela 66 - Síntese da MM1 para o cálculo 04 (Método Simplificado).

Cálculo 04	Existente	Medida Melhoria 1
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	0,54	0,30
Emissões de CO ₂ (t/ano)	3,58	3,24
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	160 €	
Custo de Investimento (€)	2396 €	
Período de Retorno (anos)	15	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 160€, que foi conseguida com um investimento de 2396€ com um custo unitário de 35€/m², que irá ser recuperado em 15 anos.

8.2 Medida de Melhoria 2

A Medida de Melhoria 2, foi apenas aplicada ao cálculo 02 e 05.

Na tabela 67, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 2 na fração localizada no rés-do-chão com as soluções construtivas da década de 80, utilizando o método detalhado.

Tabela 67 - Síntese da MM2 para o cálculo 02 (Método Detalhado).

Cálculo 02	Existente	Medida Melhoria 2
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m2.°C)]	1,78	0,35
Emissões de CO2 (t/ano)	7,44	5,41
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	965 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	1,8	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 965€, que foi conseguida com um investimento de 1785€ , com um custo unitário de 15€/m2, que irá ser recuperado em 1,8 anos.

Na tabela 68, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 2 na fração localizada no rés-do-chão com as soluções construtivas da década de 80, utilizando o método simplificado.

Tabela 68 - Síntese da MM2 para o cálculo 02 (Método Simplificado).

Cálculo 02	Existente	Medida Melhoria 2
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m2.°C)]	1,78	0,35
Emissões de CO2 (t/ano)	7,22	5,19
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	960 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	1,9	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 960€, que foi conseguida com um investimento de 1785€, com um custo unitário de 15€/m², que irá ser recuperado em 1,9 anos.

Na tabela 69, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 2 na fração localizada no rés-do-chão com as soluções construtivas da década de 2000, utilizando o método detalhado.

Tabela 69 - Síntese da MM2 para o cálculo 05 (Método Detalhado).

Cálculo 05	Existente	Medida Melhoria 2
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	0,73	0,27
Emissões de CO ₂ (t/ano)	4,67	4,00
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	320 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	5,6	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 320€, que foi conseguida com um investimento de 1785€ , com um custo unitário de 15€/m², que irá ser recuperado em 5,6 anos.

Na tabela 70, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 2 na fração localizada no rés-do-chão com as soluções construtivas da década de 2000, utilizando o método simplificado.

Tabela 70 - Síntese da MM2 para o cálculo 05 (Método Simplificado).

Cálculo 05	Existente	Medida Melhoria 2
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	0,73	0,27
Emissões de CO ₂ (t/ano)	4,71	4,04
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	315 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	5,7	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 315€, que foi conseguida com um investimento de 1785€, com um custo unitário de 15€/m², que irá ser recuperado em 5,7 anos.

8.3 Medida de Melhoria 3

A Medida de Melhoria 3, foi apenas aplicada ao cálculo 03 e 06.

Na tabela 71, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 3 na fração localizada no último piso com as soluções construtivas da década de 80, utilizando o método detalhado.

Tabela 71 - Síntese da MM3 para o cálculo 03 (Método Detalhado).

Cálculo 03	Existente	Medida Melhoria 3
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	2,77	0,33
Emissões de CO ₂ (t/ano)	9,46	5,92
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	1675 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	1,1	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 1675€, que foi conseguida com um investimento de 1785€, com um custo unitário de 15€/m², que irá ser recuperado em 1,1 anos.

Na tabela 72, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 3 na fração localizada no último piso com as soluções construtivas da década de 80, utilizando o método simplificado.

Tabela 72 - Síntese da MM3 para o cálculo 03 (Método Simplificado).

Cálculo 03	Existente	Medida Melhoria 3
Coefficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	2,77	0,33
Emissões de CO ₂ (t/ano)	9,03	5,49
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	1670 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	1,1	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 1670€, que foi conseguida com um investimento de 1785€, com um custo unitário de 15€/m², que irá ser recuperado em 1,1 anos.

Na tabela 73, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 3 na fração localizada no último piso com as soluções construtivas da década de 2000, utilizando o método detalhado.

Tabela 73 - Síntese da MM3 para o cálculo 06 (Método Detalhado).

Cálculo 06	Existente	Medida Melhoria 3
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	0,85	0,26
Emissões de CO ₂ (t/ano)	5,06	4,21
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	405 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	4,4	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 405€, que foi conseguida com um investimento de 1785€, com um custo unitário de 15€/m², que irá ser recuperado em 4,4 anos.

Na tabela 74, são apresentados os valores obtidos quando aplicada a medida de melhoria 3 na fração localizada no último piso com as soluções construtivas da década de 2000, utilizando o método simplificado.

Tabela 74 - Síntese da MM3 para o cálculo 06 (Método Simplificado).

Cálculo 06	Existente	Medida Melhoria 3
Coeficiente de Transmissão Térmica – U [W/(m ² .°C)]	0,85	0,26
Emissões de CO ₂ (t/ano)	4,92	4,07
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	400 €	
Custo de Investimento (€)	1785 €	
Período de Retorno (anos)	4,5	

Analisando os dados, verifica-se uma redução anual da fatura de 400€, que foi conseguida com um investimento de 1785€, com um custo unitário de 15€/m², que irá ser recuperado em 4,5 anos.

8.4 Análise das Medidas de Melhoria

Como é possível verificar, todas as medidas trazem uma significativa redução da fatura energética como seria expectável.

Na tabela 75 é exposto um resumo da medida de melhoria 1.

Tabela 75 - Resumo da medida de melhoria 1.

M.M. 1	Cálculo 01		Cálculo 04	
	M. Detalhado	M. Simplificado	M. Detalhado	M. Simplificado
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	485	375	145	160
Custo de Investimento (€)	2396	2396	2396	2396
Período de Retorno (anos)	4,9	6,4	16,6	15,0

Analisando os resultados obtidos quando aplicada a medida de melhoria 1, aplicação de isolamento térmico pelo exterior, nas duas frações localizadas no piso intermédio, verifica-se que no cálculo 01, solução construtiva da década de 80, obtém-se uma maior redução anual da fatura energética no método detalhado, enquanto que no cálculo 04, solução construtiva da década de 2000, a maior redução anual da fatura energética verifica-se no método simplificado.

Estas variações entre o método detalhado e o método simplificado coincidem com a análise feita no capítulo anterior, pois no cálculo 01, a melhor classe obtida foi no método simplificado dando agora uma menor redução anual da fatura energética ao método simplificado.

Na tabela 76 é exposto um resumo da medida de melhoria 2.

Tabela 76 - Resumo da medida de melhoria 2.

M.M. 2	Cálculo 02		Cálculo 05	
	M. Detalhado	M. Simplificado	M. Detalhado	M. Simplificado
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	965	960	320	315
Custo de Investimento (€)	1785	1785	1785	1785
Período de Retorno (anos)	1,8	1,9	5,6	5,7

Analisando os resultados obtidos quando aplicada a medida de melhoria 2, aplicação de isolamento térmico sob pavimento interior, nas duas frações localizadas no rés-do-chão, verifica-se que no cálculo 02 e 05 obtém-se uma maior redução anual da fatura energética no método detalhado.

Verifica-se também que nos dois casos a redução anual da fatura energética é mínima, variando apenas 5€.

Na tabela 77 é exposto um resumo da medida de melhoria 3.

Tabela 77 - Resumo da medida de melhoria 3.

M.M. 3	Cálculo 03		Cálculo 06	
	M. Detalhado	M. Simplificado	M. Detalhado	M. Simplificado
Redução anual da Fatura Energética (€/ano)	1675	1670	405	400
Custo de Investimento (€)	1785	1785	1785	1785
Período de Retorno (anos)	1,1	1,1	4,4	4,5

Analisando os resultados obtidos quando aplicada a medida de melhoria 3, aplicação de isolamento térmico sobre cobertura interior, nas duas frações localizadas no último piso, verifica-se que no cálculo 03 e 06 obtém-se uma maior redução anual da fatura energética no método detalhado.

Estas variações entre o método detalhado e o método simplificado coincidem com a análise feita no capítulo anterior, pois no cálculo 03 e 06, a melhor classe obtida foi no método simplificado dando agora uma menor redução anual da fatura energética ao método simplificado.

Quando se estudam as medidas de melhoria a adotar, é importante estudar caso a caso, e intervir nos elementos em que se pode obter uma maior redução anual da fatura energética, não descurando aspetos como o conforto higrotérmico da habitação.

O custo estimado de investimento depende da solução proposta, sendo os preços indicados valores médios de mercado.

Nesta análise pode-se verificar que todas as medidas são economicamente rentáveis, sendo a aplicação de isolamento sobre a laje de esteira, medida 3, a mais vantajosa técnica/economicamente.

Nos casos em estudo, seria de esperar que as medidas que atuassem sobre a cobertura/pavimento interiores tivessem mais impacto do que as intervenções nas paredes exteriores, visto que as áreas de pavimento/cobertura são consideravelmente superiores às da envolvente exterior opaca. Caso contrário, os resultados, apesar de sempre economicamente viáveis, poderiam reproduzir uma maior redução anual da fatura nas paredes exteriores.

9. Conclusão

Com este trabalho pretendeu-se dar um pouco mais de relevância ao tema da certificação energética dos edifícios, que é uma ferramenta importante no combate ao crescimento de gases com o efeito de estufa e um dos caminhos a seguir na luta para a sua redução.

Procurou-se fazer uma abordagem geral sobre como é realizado o processo da certificação energética, a importância deste para a comunidade em geral e a perceção de como se podem reduzir os consumos energéticos num edifício de habitação aplicando algumas intervenções que a curto/médio prazo se tornam bastante vantajosas.

Foi também analisada e explicada a dificuldade que existe na realização da certificação energética em edifícios existentes que na sua grande maioria, não possuem documentação sobre as soluções construtivas adotadas na altura. Percebeu-se a importância das regras de simplificação, que sem estas simplificações, o processo seria muito mais moroso e economicamente inviável.

Com o intuito de se analisar o efeito da aplicação das regras de simplificação aos edifícios existentes, foi feita uma comparação entre o método detalhado e o método simplificado a um conjunto de frações habitacionais localizadas num edifício multifamiliar de modo a avaliar as suas necessidades energéticas.

O caso prático apresentado mostrou que as maiores variações entre os dois métodos, no caso das perdas térmicas na estação de aquecimento, ocorrem principalmente nas paredes exteriores e nas pontes térmicas planas exteriores. Em relação aos ganhos brutos na estação de arrefecimento, a maior variação ocorre nos vãos envidraçados, onde foram feitas simplificações ao nível do sombreamento dos vãos.

Verifica-se que as variações não são muito significativas, mas que existem e que devem ser tidas em conta. Com esta análise percebe-se que a solução construtiva adotada é importante na análise de comparação entre os dois métodos em estudo, sendo que quanto mais perto o valor do U (coeficiente de transmissão térmica) se encontra do Ureferência, as simplificações utilizadas através do método simplificado obtêm necessidades energéticas superiores às do método detalhado. Observou-se esta situação quando se aplicaram as simplificações aos cálculos com as soluções construtivas da década de 2000, e percebeu-se que, por exemplo, os coeficientes de transferência de calor na estação de aquecimento, nas paredes exteriores davam valores mais altos comparados com o método detalhado.

É ainda importante realçar que não se podem comparar diretamente os valores dos indicadores energéticos globais entre os dois métodos de cálculo, pois para se obter a classe energética os valores do N_{ic} , N_{vc} e N_{tc} são divididos pelo correspondente valor limite regulamentar (valor de referência) que é ajustado no método simplificado de acordo com as simplificações adotadas.

Por esse motivo existem poucas variações entre os valores das classes energéticas obtidos quer o cálculo se obtenha pelo método detalhado ou através método simplificado.

No que diz respeito ao estudo de propostas de medidas de melhoria, se os proprietários optarem por seguir as indicações do certificado energético, podem realmente melhorar o comportamento térmico dos edifícios, o que se traduzirá em conforto térmico para os ocupantes da habitação e uma redução significativa da fatura energética. Estas medidas devem sempre ser analisadas caso a caso e aplicadas de modo a obter os melhores resultados.

Relativamente às medidas de melhoria analisadas, percebeu-se que apenas na medida de melhoria 1, onde houve uma intervenção nas paredes exteriores e pontes térmicas planas exteriores, se observou uma variação mais significativa entre os dois métodos de cálculo. Neste caso e analisando a intervenção nas soluções construtivas da década de 2000, a variação entre o método detalhado e o método simplificado torna-se menos significativa na solução mais eficiente, confirmando a influência da solução construtiva adotada na análise aos dois métodos de cálculo em estudo.

No sentido de continuar e melhorar o tema em estudo ficam algumas propostas para trabalhos futuros:

- Análise das metodologias de cálculo, utilizando edifícios com diferentes tipologias e características apresentadas neste trabalho;
- Introduzir no estudo diversos equipamentos como por exemplo painéis solares térmicos, de modo a analisar a influência da energia renovável no cálculo.

10. Referências Bibliográficas

- [1] Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto.
- [2] ADENE; 10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Isolamento de Paredes; Lisboa; 2016;
- [3] ADENE; 10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Isolamento de Coberturas; Lisboa; 2016;
- [4] ADENE; 10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Janelas Eficientes; Lisboa; 2016;
- [5] ADENE; *10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Proteções Solares*; Lisboa; 2016;
- [6] ADENE; *10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Sistemas de Ventilação*; Lisboa; 2016;
- [7] ADENE; *10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Sistemas Solares Térmicos*; Lisboa; 2016;
- [8] ADENE; *10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Recuperadores de Calor e Salamandras*; Lisboa; 2016;
- [9] ADENE; *10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Esquentadores e Caldeiras*; Lisboa; 2016;
- [10] ADENE; *10 Soluções de Eficiência Energética: Saiba mais sobre Isolamento de Coberturas*; Lisboa; 2016;
- [11] Despacho (extrato) n.º 15793-I/2013;
- [12] Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013;
- [13] Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013;
- [14] <http://www.adene.pt/certificacao-energetica-de-edificios>; consultada em 14 de abril de 2016;

11. Anexos

ANEXO 1 – Cálculo Detalhado 01

Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	27,99	0,96	26,87	PDE1	27,99	0,35	9,80
PDE1	12,11	0,96	11,62	PDE1	12,11	0,35	4,24
PDE1	0,01	0,96	0,01	PDE1	0,01	0,35	0,00
PDE1	12,73	0,96	12,22	PDE1	12,73	0,35	4,46
PTPPDE1	3,15	2,85	8,98	PTPPDE1	3,15	0,35	1,10
PTPPDE1	2,21	2,85	6,31	PTPPDE1	2,21	0,35	0,77
PTPPDE1	0,19	2,85	0,53	PTPPDE1	0,19	0,35	0,07
PTPPDE1	2,24	2,85	6,37	PTPPDE1	2,24	0,35	0,78
PTPPDE1	1,30	2,85	3,71	PTPPDE1	1,30	0,35	0,46
PTPPDE1	0,65	2,85	1,85	PTPPDE1	0,65	0,35	0,23
PTPPDE1	0,60	2,85	1,70	PTPPDE1	0,60	0,35	0,21
PTPPDE2	0,73	2,76	2,00	PTPPDE2	0,73	0,35	0,25
PTPPDE2	2,40	2,76	6,62	PTPPDE2	2,40	0,35	0,84
PTPPDE2	0,35	2,76	0,97	PTPPDE2	0,35	0,35	0,12
PTPPDE2	1,80	2,76	4,97	PTPPDE2	1,80	0,35	0,63
		TOTAL	94,74			TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	4,10	1,11	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	4,10	2,67	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	4,10	8,86	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	4,10	14,76	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	4,10	14,76	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	4,10	5,74	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	4,10	17,71	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	4,10	8,86	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
		TOTAL	74,46			TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,50	33,31	Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,50	33,31
Fachada com varanda	14,90	0,55	8,20	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,25	11,60	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
		TOTAL	60,17			TOTAL	55,27

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} 229,36 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} 119,18 W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR					A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR				
PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	21,71	1,05	0,80	18,24	PDI1	21,71	0,35	0,80	6,08
PTPPDI1	2,00	2,35	0,80	3,76	PTPPDI1	2,00	0,35	0,80	0,56
PTPPDI1	0,65	2,35	0,80	1,22	PTPPDI1	0,65	0,35	0,80	0,18
TOTAL				23,22	TOTAL				6,82
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50	0,80	7,50	Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50	0,80	7,50
TOTAL				7,50	TOTAL				7,50

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 30,71 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 14,32 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO			
PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).</i>	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).</i>	Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00
PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C

	TOTAL	0,00		-	-
	TOTAL	0,00		TOTAL	0,00

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecS} W/°C

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo $H_{ecS,REF}$ W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu} + H_{sdi}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecS} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext,REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu,REF} + H_{sdi,REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ecS,REF}$ W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr,REF}$ W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecS} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext,REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu,REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ecS,REF}$ W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr,REF}$ W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,79	0,27	0,41	0,70	0,06	1,00	0,06
2 (VE1)	Sul	0,79	0,65	0,41	0,70	0,15	1,00	0,15
3 (VE1)	Oeste	0,79	2,16	0,52	0,70	0,63	0,56	0,35
4 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,39	0,70	0,78	0,56	0,54
5 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,44	0,70	0,88	0,56	0,54
6 (VE1)	Norte	0,79	1,40	0,90	0,70	0,70	0,27	0,21
7 (VE1)	Este	0,79	4,32	0,52	0,70	1,25	0,56	0,70
8 (VE1)	Este	0,79	2,16	0,52	0,70	0,63	0,56	0,35
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

TOTAL 2,89

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

TOTAL 0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{2,89} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{2695,86} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2695,86 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5057,64 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad 0,15 \\
 &\quad \quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad \quad \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \quad \quad \quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_e = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Moveis e Perm. δ _f	FS Global Prot. Perm. δ _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·δ _f +(1-F _{m,v})·δ _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·δ _v	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,06	0,90	420,00	23,12
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,15	0,90	420,00	55,66
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,66	490,00	292,13
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,67	490,00	296,32
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,07	0,75	0,75	0,73	0,90	220,00	145,14
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	1,09	0,90	490,00	478,49
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1769,35

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior δ _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU δ _{v,ENU}	δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	27,99	0,96	0,43	1,00	420,00	180,54		
PDE1	Oeste	0,40	12,11	0,96	0,19	1,00	490,00	91,13		
PDE1	Norte	0,40	0,01	0,96	0,00	1,00	220,00	0,03		
PDE1	Este	0,40	12,73	0,96	0,20	1,00	490,00	95,83		
PTPPDE1	Sul	0,40	3,15	2,85	0,14	1,00	420,00	60,38		
PTPPDE1	Oeste	0,40	2,21	2,85	0,10	1,00	490,00	49,44		
PTPPDE1	Norte	0,40	0,19	2,85	0,01	1,00	220,00	1,88		
PTPPDE1	Este	0,40	2,24	2,85	0,10	1,00	490,00	49,94		
PTPPDE1	Sul	0,40	1,30	2,85	0,06	1,00	420,00	24,90		
PTPPDE1	Oeste	0,40	0,65	2,85	0,03	1,00	490,00	14,52		
PTPPDE1	Este	0,40	0,60	2,85	0,03	1,00	490,00	13,36		
PTPPDE2	Sul	0,40	0,73	2,76	0,03	1,00	420,00	13,45		
PTPPDE2	Oeste	0,40	2,40	2,76	0,11	1,00	490,00	51,93		
PTPPDE2	Norte	0,40	0,35	2,76	0,02	1,00	220,00	3,40		
PTPPDE2	Este	0,40	1,80	2,76	0,08	1,00	490,00	38,95		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL										689,68

COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1769,35 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 689,68 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 2459,03 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{col,v}} &= 2459,03 \text{ kWh/ano} \\
 &= \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g,v}} &= 3851,00 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v &= 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &+ \\
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v, \text{REF}} &= 0,43 \\
 &\quad \times \\
 A_w/A_{p, \text{REF}} &= 0,2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{\text{sol,REF}} &= 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad = \\
 &\quad 53,85 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad \times \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\quad = \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{\text{g,v,REF}} &= 6400,31 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 260,08 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 316,76 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,50 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 190,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 260,08 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 11\,631,11 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,50 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 5\,970,11 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 5\,057,64 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 14\,166,14 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,36 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,99 \\
 & \quad \times \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5057,64 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 5014,44 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 & \quad \times \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 11631,11 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad + \\
 & \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad - \\
 & \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 5014,44 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 9151,70 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \div \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 77,00 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 5970,11 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad + \\
 & \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad - \\
 & \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 5633,36 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \div \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 & \quad = \\
 & \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 47,40 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 260,08 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 323,12 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 260,08 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 2\,075,87 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano

=

parâmetro γ_v

parâmetro a_v W/°C

Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pu} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	9151,70	192,51	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	118,50	
TOTAL								9151,70	192,51	TOTAL						118,50

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ar} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} \cdot F_{pu} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pu} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	484,19	10,18	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								484,19	10,18	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS		CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS		SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_u	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{u,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_u \cdot Q_u / A_p \cdot F_{pu} / \eta_{u,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l x 4187 x 4 ocupantes x 35 °C aumento de temperatura ΔT x 1 factor de eficiência hídrica = 160 consumo médio diário de referência M_{AQS}		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano + 3600000 + 118,85 m ² = 20,00 kWh/m ² .ano Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p		consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l x 4187 x 4 ocupantes x 35 °C aumento de temperatura ΔT x 1 factor de eficiência hídrica = 160 consumo médio diário de referência M_{AQS}		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano + 3600000 + 118,85 m ² = 20,00 kWh/m ² .ano Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p		Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,65	2,5	3668,65	77,17
TOTAL								Sistema por defeito	Electricidade	20,00	0,00	0,95	2,5	0,00	52,64
TOTAL								TOTAL						52,64	

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm}	<input type="text" value="0"/> kWh/ano
+ Área útil de Pavimento A_p	<input type="text" value="118,85"/> m ²
x Factor de Conversão F_{pv}	<input type="text" value="2,5"/> kWh _{EP} /kWh
= Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação	<input type="text" value="0,00"/> kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	192,51	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	10,18	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	77,17	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	279,86	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	118,50	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	182,78	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 2 – Cálculo Simplificado 01

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

EL1 - Elementos da envolvente exterior

Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	33,17	266,00	150,00	1,00	4974,90
PDE1	17,37	266,00	150,00	1,00	2605,20
PDE1	0,55	266,00	150,00	1,00	82,50
PDE1	17,36	266,00	150,00	1,00	2604,30
		762,00	150,00	1,00	
TOTAL					10266,90

Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos da envolvente interior

Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	24,36	266,00	150,00	1,00	3654,00
		266,00	150,00	1,00	
TOTAL					3654,00

Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
					0,00

Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					35655,00

EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos enterrados

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

TOTAL 0,00

It 417,13

Classe de inércia térmica Forte

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Existente
Concelho	Moimenta da Beira
Altitude (m)	650
Região	B
Rugosidade	II
Área útil (m ²)	118,85
Pé direito (m)	2,60
Volume (m ³)	309,01
Texterior (°C)	6,00
Altitude ref. (m)	579,00
A_{ENV}/A_U	15,3%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u_{10} (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 4,17 m/s	
Nº fachadas expostas	≥ 2
Altura do edifício, H_{edif} (m)	12
Altura da fração, H_{FA} (m)	9
Edifícios/obstáculos?	<input type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H_{obs} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{obs} (m)	
Proteção do edifício	Desprotegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor n_{50} ?

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Designação	Área vãos (m ²)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	18,16	Sem classificação	Perm. Baixa

Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas?

Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural?

Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)?

Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

 Existem meios híbridos?

RESULTADOS

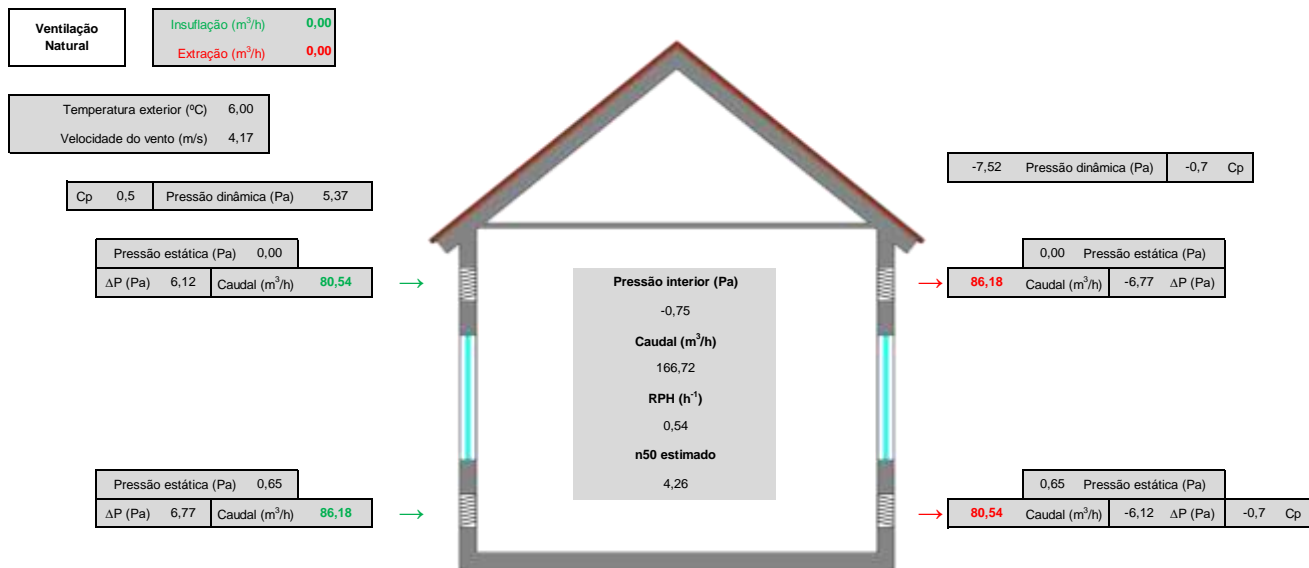
RPH estimada condições nominais (h-1)	0,54
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,54
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,54
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

ANEXO - Esquema da ventilação com base no cálculo (Método Simplificado)



Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR					A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR				
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C	
					<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>				
PDE1	33,17	1,30	42,98		PDE1	33,17	0,35	11,61	
PDE1	17,37	1,30	22,51		PDE1	17,37	0,35	6,08	
PDE1	0,55	1,30	0,71		PDE1	0,55	0,35	0,19	
PDE1	17,36	1,30	22,50		PDE1	17,36	0,35	6,08	
			TOTAL	88,71				TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
			TOTAL	0,00				TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C	
			TOTAL	0,00				TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES					VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
1 (VE1)	0,27	4,10	1,11		1 (VE1)	0,27	2,20	0,59	
2 (VE1)	0,65	4,10	2,67		2 (VE1)	0,65	2,20	1,43	
3 (VE1)	2,16	4,10	8,86		3 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
4 (VE1)	3,60	4,10	14,76		4 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
5 (VE1)	3,60	4,10	14,76		5 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
6 (VE1)	1,40	4,10	5,74		6 (VE1)	1,40	2,20	3,08	
7 (VE1)	4,32	4,10	17,71		7 (VE1)	4,32	2,20	9,50	
8 (VE1)	2,16	4,10	8,86		8 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
			TOTAL	74,46				TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES					VÃOS OPACOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
			TOTAL	0,00				TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES					PONTES TÉRMICAS LINEARES				
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C			Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C	
Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,70	46,63		Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,50	33,31	
Fachada com varanda	14,90	0,70	10,43		Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90		Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12	
Fachada com caixilharia	46,40	0,30	13,92		Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28	
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17		Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11	
			TOTAL	78,05				TOTAL	55,27

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} = 241,21 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} = 119,18 W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR					A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR				
PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	24,36	1,42	0,80	27,62	PDI1	24,36	0,35	0,80	6,82
			TOTAL	27,62				TOTAL	6,82

PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,70 #N/D	0,80	10,49	Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50 #N/D	0,80	7,50
				10,49					7,50
TOTAL									

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C
			0,00				0,00
TOTAL							

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).</i>	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).</i>	Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C
			0,00				0,00
TOTAL							

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C
			0,00				0,00
TOTAL							

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec3} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec3 REF} W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO
A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} + H_{adi} W/°C
 +

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu REF} + H_{adi REF} W/°C
 +

Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ec, REF}$ W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr, REF}$ W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{eni} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext, REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{eni, REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ec, REF}$ W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr, REF}$ W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,79	0,27	0,90	0,70	0,13	1,00	0,13
2 (VE1)	Sul	0,79	0,65	0,90	0,70	0,32	1,00	0,32
3 (VE1)	Oeste	0,79	2,16	0,90	0,70	1,08	0,56	0,60
4 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,46	0,70	0,91	0,56	0,54
5 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,46	0,70	0,91	0,56	0,54
6 (VE1)	Norte	0,79	1,40	0,90	0,70	0,70	0,27	0,21
7 (VE1)	Este	0,79	4,32	0,90	0,70	2,16	0,56	1,21
8 (VE1)	Este	0,79	2,16	0,90	0,70	1,08	0,56	0,60
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	4,16

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{4,16} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{3875,53} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 3875,53 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 6237,32 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Móveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f +(1-F _{m,v})·B _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _v	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v
												kWh/m ² .ano	kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,06	0,90	420,00	23,12
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,15	0,90	420,00	55,66
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,80	490,00	354,44
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,80	490,00	354,44
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,07	0,75	0,75	0,73	0,90	220,00	145,14
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	1,09	0,90	490,00	478,49
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL												-	1889,77

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v	
												kWh/m ² .ano	kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL												-	0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sobreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sobreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² .°C	(m ² .°C)/W	m ²		kWh/m ² .ano	kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	33,17	1,30			0,69	0,90	420,00	259,96
PDE1	Oeste	0,40	17,37	1,30			0,36	0,90	490,00	158,82
PDE1	Norte	0,40	0,55	1,30	0,04		0,01	0,90	220,00	2,26
PDE1	Este	0,40	17,36	1,30			0,36	0,90	490,00	158,77
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL										579,81
COBERTURA EXTERIOR										
	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v	
			m ²	W/m ² .°C	(m ² .°C)/W	m ²		kWh/m ² .ano	kWh/ano	
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-	
TOTAL									0,00	
COBERTURAS INTERIORES										
	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v	
			m ²	W/m ² .°C	(m ² .°C)/W	m ²		kWh/m ² .ano	kWh/ano	
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-	
TOTAL									0,00	
VÃOS OPACOS EXTERIORES										
	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v	
			m ²	W/m ² .°C	(m ² .°C)/W	m ²		kWh/m ² .ano	kWh/ano	
-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	
TOTAL									0,00	

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1889,77 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 579,81 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 2469,58 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 2469,58 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 3861,55 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & = \\
 & 1000
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 279,33 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 336,01 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,49 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 190,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 279,33 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 12\ 492,07 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,49 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 5970,11 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 6237,32 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 15027,10 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,42 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,99 \\
 & \quad \times \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 6237,32 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 6145,54 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 & \quad \times \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 12492,07 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad + \\
 & \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad - \\
 & \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 6145,54 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 8881,55 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \div \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 74,73 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 5970,11 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad + \\
 & \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad - \\
 & \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 5633,35 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \div \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 & \quad = \\
 & \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 47,40 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 279,33 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 342,37 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 279,33 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 2\,229,53 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pu} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	8881,55	186,82	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	118,50			
TOTAL								8881,55	186,82	TOTAL								118,50

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pu} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	450,98	9,49	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64			
TOTAL								450,98	9,49	TOTAL								11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS									CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA									
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS									Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS									
consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l \times 40 \times n ^o de ocupantes de cada fracção <input type="text" value="4"/> ocupantes \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência MAQS <input type="text" value="160"/> l									consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l \times 40 \times n ^o convencional de ocupantes de cada fracção <input type="text" value="4"/> ocupantes \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência MAQS <input type="text" value="160"/> l									
aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times n ^o de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias + 3600000 \div Ap <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano									aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times n ^o de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias + 3600000 \div Ap <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano									
SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,65	2,5	3668,65	77,17	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64			
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00			
TOTAL								3668,65	77,17	TOTAL								52,64

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm}	<input type="text" value="0"/> kWh/ano
\div	
Área útil de Pavimento A_p	<input type="text" value="118,85"/> m ²
\times	
Factor de Conversão F_{pu}	<input type="text" value="2,5"/> kWh _{EP} /kWh
\div	
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação	<input type="text" value="0,00"/> kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	186,82	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	9,49	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	77,17	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	273,48	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	118,50	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	182,77	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 3 – Cálculo Detalhado 02

Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	27,99	0,96	26,87	PDE1	27,99	0,35	9,80
PDE1	12,11	0,96	11,62	PDE1	12,11	0,35	4,24
PDE1	0,01	0,96	0,01	PDE1	0,01	0,35	0,00
PDE1	12,73	0,96	12,22	PDE1	12,73	0,35	4,46
PTPPDE1	3,15	2,85	8,98	PTPPDE1	3,15	0,35	1,10
PTPPDE1	2,21	2,85	6,31	PTPPDE1	2,21	0,35	0,77
PTPPDE1	0,19	2,85	0,53	PTPPDE1	0,19	0,35	0,07
PTPPDE1	2,24	2,85	6,37	PTPPDE1	2,24	0,35	0,78
PTPPDE1	1,30	2,85	3,71	PTPPDE1	1,30	0,35	0,46
PTPPDE1	0,65	2,85	1,85	PTPPDE1	0,65	0,35	0,23
PTPPDE1	0,60	2,85	1,70	PTPPDE1	0,60	0,35	0,21
PTPPDE2	0,73	2,76	2,00	PTPPDE2	0,73	0,35	0,25
PTPPDE2	2,40	2,76	6,62	PTPPDE2	2,40	0,35	0,84
PTPPDE2	0,35	2,76	0,97	PTPPDE2	0,35	0,35	0,12
PTPPDE2	1,80	2,76	4,97	PTPPDE2	1,80	0,35	0,63
		TOTAL	94,74			TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	4,10	1,11	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	4,10	2,67	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	4,10	8,86	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	4,10	14,76	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	4,10	14,76	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	4,10	5,74	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	4,10	17,71	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	4,10	8,86	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
		TOTAL	74,46			TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66	Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66
Fachada com varanda	14,90	0,55	8,20	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,25	11,60	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,75	24,98	Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,50	16,66
		TOTAL	68,50			TOTAL	55,27

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **237,69** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **119,18** W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	21,71	1,05	0,80	18,24	PDI1	21,71	0,35	0,80	6,08
PTPPDI1	2,00	2,35	0,80	3,76	PTPPDI1	2,00	0,35	0,80	0,56
PTPPDI1	0,65	2,35	0,80	1,22	PTPPDI1	0,65	0,35	0,80	0,18
TOTAL				23,22	TOTAL				6,82
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PVI1	118,85	1,78	0,80	169,24	PVI1	118,85	0,30	0,80	28,52
TOTAL				169,24	TOTAL				28,52
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ . B . b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ . B . b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75	Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	9,37	0,35	0,80	2,62	Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	9,37	0,50	0,80	3,75
TOTAL				6,37	TOTAL				7,50

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} **198,83** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} **42,84** W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>	Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS	
<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m ²	U _f W/m ² ·°C	A·U _f W/°C	<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U _f W/m ² ·°C	A·U _f W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec,REF} W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO
A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext,REF} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} + H_{adi} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu,REF} + H_{adi,REF} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec,REF} W/°C

 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr,REF} W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO
A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext,REF} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu,REF} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C

 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec,REF} W/°C

 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr,REF} W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,79	0,27	0,41	0,70	0,06	1,00	0,06
2 (VE1)	Sul	0,79	0,65	0,41	0,70	0,15	1,00	0,15
3 (VE1)	Oeste	0,79	2,16	0,52	0,70	0,63	0,56	0,35
4 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,39	0,70	0,78	0,56	0,54
5 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,44	0,70	0,88	0,56	0,54
6 (VE1)	Norte	0,79	1,40	0,90	0,70	0,70	0,27	0,21
7 (VE1)	Este	0,79	4,32	0,52	0,70	1,25	0,56	0,70
8 (VE1)	Este	0,79	2,16	0,52	0,70	0,63	0,56	0,35
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

TOTAL 2,89

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

TOTAL 0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{2,89} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{2695,86} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2695,86 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5057,64 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_e = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Moveis e Perm. δ _{fr}	FS Global Prot. Perm. δ _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·δ _{fr} +(1-F _{m,v})·δ _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·δ _v	Factor de Obstrução F _{v,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{v,v} ·A _v kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,06	0,90	420,00	23,12
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,15	0,90	420,00	55,66
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,66	490,00	292,13
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,67	490,00	296,32
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,07	0,75	0,75	0,73	0,90	220,00	145,14
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	1,09	0,90	490,00	478,49
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1769,35

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior δ _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU δ _{v,ENU}	δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{v,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{v,v} ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_v é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	27,99	0,96	0,43	1,00	420,00	180,54		
PDE1	Oeste	0,40	12,11	0,96	0,19	1,00	490,00	91,13		
PDE1	Norte	0,40	0,01	0,96	0,00	1,00	220,00	0,03		
PDE1	Este	0,40	12,73	0,96	0,20	1,00	490,00	95,83		
PTPPDE1	Sul	0,40	3,15	2,85	0,14	1,00	420,00	60,38		
PTPPDE1	Oeste	0,40	2,21	2,85	0,10	1,00	490,00	49,44		
PTPPDE1	Norte	0,40	0,19	2,85	0,01	1,00	220,00	1,88		
PTPPDE1	Este	0,40	2,24	2,85	0,10	1,00	490,00	49,94		
PTPPDE1	Sul	0,40	1,30	2,85	0,06	1,00	420,00	24,90		
PTPPDE1	Oeste	0,40	0,65	2,85	0,03	1,00	490,00	14,52		
PTPPDE1	Este	0,40	0,60	2,85	0,03	1,00	490,00	13,36		
PTPPDE2	Sul	0,40	0,73	2,76	0,03	1,00	420,00	13,45		
PTPPDE2	Oeste	0,40	2,40	2,76	0,11	1,00	490,00	51,93		
PTPPDE2	Norte	0,40	0,35	2,76	0,02	1,00	220,00	3,40		
PTPPDE2	Este	0,40	1,80	2,76	0,08	1,00	490,00	38,95		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL										689,68
COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00
COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1769,35 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 689,68 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 2459,03 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{col,v}} &= 2459,03 \text{ kWh/ano} \\
 &= \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g,v}} &= 3851,00 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v &= 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &+ \\
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v, \text{REF}} &= 0,43 \\
 &\quad \times \\
 A_w/A_p \text{ REF} &= 0,2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{\text{sol,REF}} &= 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad = \\
 &\quad 53,85 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad \times \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\quad = \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{\text{g,v,REF}} &= 6400,31 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 436,52 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 493,21 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 218,70 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 436,52 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 19\,522,04 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7245,75 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 5057,64 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 22057,06 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,23 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 1,00 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5057,64 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 5049,61 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 19522,04 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 5049,61 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 17007,45 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 143,10 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7245,75 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 6909,00 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 58,13 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 436,52 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 499,56 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 436,52 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 3\,484,21 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pu} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	17007,45	357,75	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	145,33	
TOTAL								17007,45	357,75	TOTAL						145,33

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pu} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								0,00	0,00	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

40 x 4187 x 4 ocupantes = 160 ocupantes

factor de eficiência hídrica

consumo médio diário de referência MAQS

aumento de temperatura ΔT °C

nº de dias de consumo dias

3600000 + 118,85 m² = 118,85 m²

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p kWh/m².ano

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

40 x 4187 x 4 ocupantes = 160 ocupantes

factor de eficiência hídrica

consumo médio diário de referência MAQS

aumento de temperatura ΔT °C

nº de dias de consumo dias

3600000 + 118,85 m² = 118,85 m²

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p kWh/m².ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,65	2,5	3668,65	77,17	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00	
TOTAL								3668,65	77,17	TOTAL						52,64

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm} kWh/ano

Área útil de Pavimento A_p m²

Factor de Conversão F_{pu} kWh_{EP}/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação kWh_{EP}/m².ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	357,75	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	77,17	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	434,92	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	145,33	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	209,61	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 4 – Cálculo Simplificado 02

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

EL1 - Elementos da envolvente exterior

Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	33,17	266,00	150,00	1,00	4974,90
PDE1	17,37	266,00	150,00	1,00	2605,20
PDE1	0,55	266,00	150,00	1,00	82,50
PDE1	17,36	266,00	150,00	1,00	2604,30
		762,00	150,00	1,00	
TOTAL					10266,90

Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos da envolvente interior

Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	24,36	266,00	150,00	1,00	3654,00
		266,00	150,00	1,00	
TOTAL					3654,00

Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PVI1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		
TOTAL					17827,50

Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					17827,50

EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Pavimentos enterrados

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de
Dados

INÉRCIA TÉRMICA

					0,00
				TOTAL	0,00

It 417,13

Classe de inércia térmica Forte

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Existente
Concelho	Moimenta da Beira
Altitude (m)	650
Região	B
Rugosidade	II
Área útil (m ²)	118,85
Pé direito (m)	2,60
Volume (m ³)	309,01
Texteior (°C)	6,00
Altitude ref. (m)	579,00
A_{ENV}/A_U	15,3%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u_{10} (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 4,17 m/s	
Nº fachadas expostas	≥ 2
Altura do edifício, H_{edif} (m)	12
Altura da fração, H_{FA} (m)	3
Edifícios/obstáculos?	<input type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H_{obs} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{obs} (m)	
Protecção do edifício	Desprotegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor n_{50} ?

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Designação	Área vãos (m ²)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	18,16	Sem classificação	Perm. Baixa

Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas?

Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural?

Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)?

Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

 Existem meios híbridos?

RESULTADOS

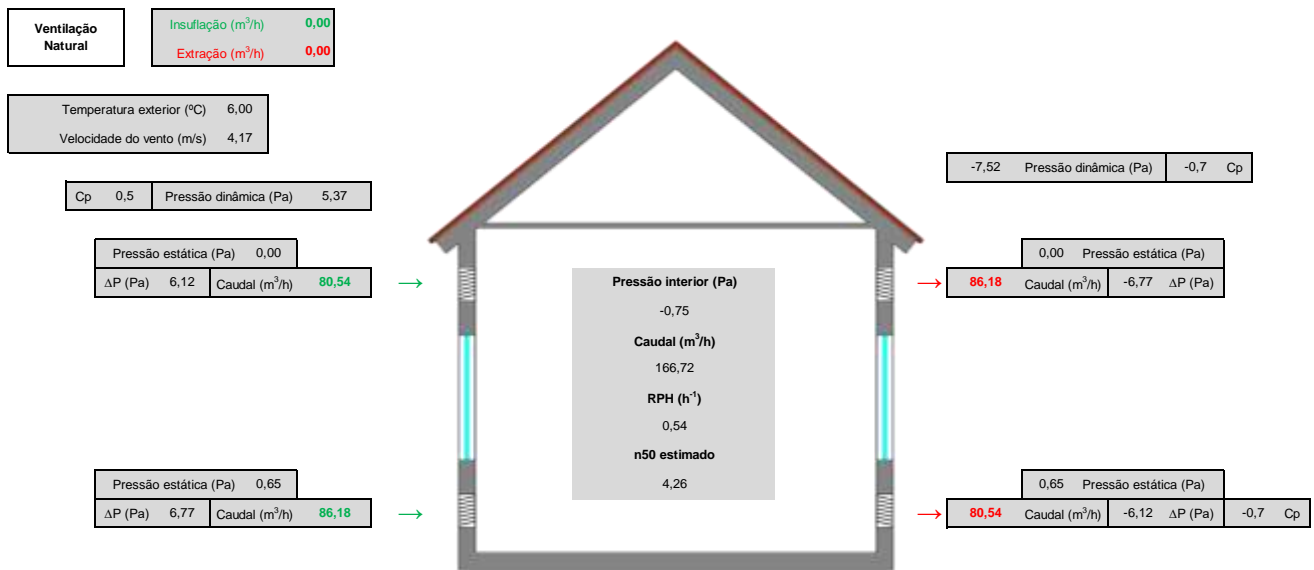
RPH estimada condições nominais (h-1)	0,54
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,54
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,54
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

ANEXO - Esquema da ventilação com base no cálculo (Método Simplificado)



Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	33,17	1,30	42,98	PDE1	33,17	0,35	11,61
PDE1	17,37	1,30	22,51	PDE1	17,37	0,35	6,08
PDE1	0,55	1,30	0,71	PDE1	0,55	0,35	0,19
PDE1	17,36	1,30	22,50	PDE1	17,36	0,35	6,08
			TOTAL				TOTAL
			88,71				23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
			TOTAL				TOTAL
			0,00				0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
			TOTAL				TOTAL
			0,00				0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	4,10	1,11	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	4,10	2,67	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	4,10	8,86	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	4,10	14,76	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	4,10	14,76	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	4,10	5,74	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	4,10	17,71	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	4,10	8,86	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
			TOTAL				TOTAL
			74,46				39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
			TOTAL				TOTAL
			0,00				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,70	23,32	Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66
Fachada com varanda	14,90	0,70	10,43	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,30	13,92	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,70	23,32	Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,50	16,66
			TOTAL				TOTAL
			78,05				55,27

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **241,21** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **119,18** W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	24,36	1,42	0,80	27,62	PDI1	24,36	0,35	0,80	6,82
			TOTAL	27,62				TOTAL	6,82

PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PV11	118,85	1,78	0,80	169,24	PV11	118,85	0,30	0,80	28,52
TOTAL				169,24	TOTAL				28,52
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,70	0,80	5,25	Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	9,37	0,70	0,80	5,25	Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	9,37	0,50	0,80	3,75
		#N/D					#N/D		
TOTAL				10,49	TOTAL				7,50

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i>	Área m ²	U _{bt} W/m ² .°C	A.U _{bt} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i>	Área m	U _{bt} W/m ² .°C	A.U _{bt} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecg} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecg} W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO
A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} + H_{\text{adi}} \quad \boxed{207,36} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{448,57} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext}} \quad \boxed{241,21} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} \quad \boxed{207,36} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{448,57} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} + H_{\text{adi REF}} \quad \boxed{42,84} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{162,02} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext REF}} \quad \boxed{119,18} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} \quad \boxed{42,84} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{162,02} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} & \boxed{0,00} \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} & \boxed{166,72} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \boxed{1,00} \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} & \boxed{0,54} \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d & \boxed{2,60} \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} & \boxed{56,68} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} & \boxed{0,54} \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d & \boxed{2,60} \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} & \boxed{56,68} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} & \boxed{0} \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} & \boxed{185,41} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \boxed{1,00} \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} & \boxed{0,60} \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d & \boxed{2,60} \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} & \boxed{63,04} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,79	0,27	0,90	0,70	0,13	1,00	0,13
2 (VE1)	Sul	0,79	0,65	0,90	0,70	0,32	1,00	0,32
3 (VE1)	Oeste	0,79	2,16	0,90	0,70	1,08	0,56	0,60
4 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,46	0,70	0,91	0,56	0,54
5 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,46	0,70	0,91	0,56	0,54
6 (VE1)	Norte	0,79	1,40	0,90	0,70	0,70	0,27	0,21
7 (VE1)	Este	0,79	4,32	0,90	0,70	2,16	0,56	1,21
8 (VE1)	Este	0,79	2,16	0,90	0,70	1,08	0,56	0,60
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	4,16

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{4,16} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{3875,53} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 3875,53 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 6237,32 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Móveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f +(1-F _{m,v})·B _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _v	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v
												kWh/ano	
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,06	0,90	420,00	23,12
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,15	0,90	420,00	55,66
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,80	490,00	354,44
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,80	490,00	354,44
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,07	0,75	0,75	0,73	0,90	220,00	145,14
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	1,09	0,90	490,00	478,49
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL												1889,77	

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v
												kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL												0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sobreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sobreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
										kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	33,17	1,30	0,69	0,90	420,00	259,96		
PDE1	Oeste	0,40	17,37	1,30	0,36	0,90	490,00	158,82		
PDE1	Norte	0,40	0,55	1,30	0,01	0,90	220,00	2,26		
PDE1	Este	0,40	17,36	1,30	0,36	0,90	490,00	158,77		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL										579,81
COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
										kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00
COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
										kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
										kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1889,77 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 579,81 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 2469,58 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 2469,58 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 3861,55 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & = \\
 & 1000
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 448,57 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 505,26 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 218,70 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 448,57 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 20\,060,86 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7245,74 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 6237,32 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 22595,89 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,28 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 1,00 \\
 & \quad \times \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 6237,32 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 6217,03 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 & \quad \times \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 20060,86 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad + \\
 & \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad - \\
 & \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 6217,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \quad = \\
 & \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 16378,86 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \div \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 137,81 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7245,74 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad + \\
 & \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad - \\
 & \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad = \\
 & \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 6908,99 \quad \text{kWh/ano} \\
 & \quad \div \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 & \quad = \\
 & \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 58,13 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 448,57 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 511,61 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 448,57 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 3\,580,38 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pou} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Límite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,ref}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,ref}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Límite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,ref} \cdot N_i \cdot F_{pou} / \eta_{i,ref}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	16378,86	344,53	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	145,33	
TOTAL								16378,86	344,53	TOTAL						145,33

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ar} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} \cdot F_{pou} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Límite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,ref}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,ref}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Límite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,ref} \cdot N_r \cdot F_{pou} / \eta_{r,ref}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								0,00	0,00	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQ3

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQ3 DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQ3									CONSUMO DE AQ3 DE REFERÊNCIA								
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQ3									Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQ3								
consumo médio diário de referência M_{AQ3} <input type="text" value="160"/> l \times 40 \times ocupantes de cada fração n <input type="text" value="4"/> ocupantes \times 4187 aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência MAQS <input type="text" value="160"/> l \times 3600000 \div Ap <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQ3 $Q_{u,3}$ <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano									consumo médio diário de referência M_{AQ3} <input type="text" value="160"/> l \times 40 \times ocupantes de cada fração n <input type="text" value="4"/> ocupantes \times 4187 aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência MAQS <input type="text" value="160"/> l \times 3600000 \div Ap <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQ3 $Q_{u,3}$ <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano								
SISTEMA PARA AQ3	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_{u,3}$ kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,3} / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,3} \cdot F_{pou} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQ3	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_{u,3}$ kWh/m ² .ano	$f_{a,ref}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,ref}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Límite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,ref} \cdot Q_{u,3} \cdot F_{pou} / \eta_{a,ref}$ kWh _{EP} /m ² .ano		
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,65	2,5	3668,65	77,17	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64		
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00		
TOTAL								3668,65	77,17	TOTAL						52,64	

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm}	<input type="text" value="0"/> kWh/ano
\div	
Área útil de Pavimento A_p	<input type="text" value="118,85"/> m ²
\times	
Factor de Conversão F_{pv}	<input type="text" value="2,5"/> kWh _{EP} /kWh
\times	
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação	<input type="text" value="0,00"/> kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pv} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	344,53	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	77,17	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	421,70	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	145,33	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	209,61	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 5 – Cálculo Detalhado 03

Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	27,99	0,96	26,87	PDE1	27,99	0,35	9,80
PDE1	12,11	0,96	11,62	PDE1	12,11	0,35	4,24
PDE1	0,01	0,96	0,01	PDE1	0,01	0,35	0,00
PDE1	12,73	0,96	12,22	PDE1	12,73	0,35	4,46
PTPPDE1	3,15	2,85	8,98	PTPPDE1	3,15	0,35	1,10
PTPPDE1	2,21	2,85	6,31	PTPPDE1	2,21	0,35	0,77
PTPPDE1	0,19	2,85	0,53	PTPPDE1	0,19	0,35	0,07
PTPPDE1	2,24	2,85	6,37	PTPPDE1	2,24	0,35	0,78
PTPPDE1	1,30	2,85	3,71	PTPPDE1	1,30	0,35	0,46
PTPPDE1	0,65	2,85	1,85	PTPPDE1	0,65	0,35	0,23
PTPPDE1	0,60	2,85	1,70	PTPPDE1	0,60	0,35	0,21
PTPPDE2	0,73	2,76	2,00	PTPPDE2	0,73	0,35	0,25
PTPPDE2	2,40	2,76	6,62	PTPPDE2	2,40	0,35	0,84
PTPPDE2	0,35	2,76	0,97	PTPPDE2	0,35	0,35	0,12
PTPPDE2	1,80	2,76	4,97	PTPPDE2	1,80	0,35	0,63
		TOTAL	94,74			TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	4,10	1,11	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	4,10	2,67	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	4,10	8,86	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	4,10	14,76	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	4,10	14,76	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	4,10	5,74	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	4,10	17,71	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	4,10	8,86	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
		TOTAL	74,46			TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66	Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66
Fachada com varanda	14,90	0,55	8,20	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,25	11,60	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
Fachada com cobertura	33,31	1,00	33,31	Fachada com cobertura	33,31	0,50	16,66
		TOTAL	76,83			TOTAL	55,27

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	21,71	1,05	0,80	18,24	PDI1	21,71	0,35	0,80	6,08
PTPPDI1	2,00	2,35	0,80	3,76	PTPPDI1	2,00	0,35	0,80	0,56
PTPPDI1	0,65	2,35	0,80	1,22	PTPPDI1	0,65	0,35	0,80	0,18
TOTAL				23,22	TOTAL				6,82
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES					PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)					COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
CBI1	118,85	2,77	0,80	263,37	CBI1	118,85	0,30	0,80	28,52
TOTAL				263,37	TOTAL				28,52
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.					VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)					PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)				
	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75	Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75
Fachada com cobertura	9,37	1,00	0,80	7,50	Fachada com cobertura	9,37	0,50	0,80	3,75
TOTAL				11,24	TOTAL				7,50

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS				PAREDES ENTERRADAS			
	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C		Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>				PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>			
	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C		Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS	
<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z s0) com ou sem isolamentos</i>	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z s0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C
			TOTAL			TOTAL	0,00

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs REF} W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} + H_{adi} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu REF} + H_{adi REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs REF} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr REF} W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs REF} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr REF} W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,79	0,27	0,41	0,70	0,06	1,00	0,06
2 (VE1)	Sul	0,79	0,65	0,41	0,70	0,15	1,00	0,15
3 (VE1)	Oeste	0,79	2,16	0,52	0,70	0,63	0,56	0,35
4 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,39	0,70	0,78	0,56	0,54
5 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,44	0,70	0,88	0,56	0,54
6 (VE1)	Norte	0,79	1,40	0,90	0,70	0,70	0,27	0,21
7 (VE1)	Este	0,79	4,32	0,52	0,70	1,25	0,56	0,70
8 (VE1)	Este	0,79	2,16	0,52	0,70	0,63	0,56	0,35
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

TOTAL 2,89

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

TOTAL 0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{2,89} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{2695,86} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2695,86 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5057,64 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_e = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,br} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Moveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f ·(1-F _{fp})	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _v	Factor de Obstrução F _{v,v} =F _{h,v} ·F _{c,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{v,v} ·A _v kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,06	0,90	420,00	23,12
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,15	0,90	420,00	55,66
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,66	490,00	292,13
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,67	490,00	296,32
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,07	0,75	0,75	0,73	0,90	220,00	145,14
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	1,09	0,90	490,00	478,49
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1769,35

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{v,v} =F _{h,v} ·F _{c,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{v,v} ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{v,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _v =F _h ·F _c ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _v ·A _v kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	27,99	0,96	0,43	1,00	420,00	180,54		
PDE1	Oeste	0,40	12,11	0,96	0,19	1,00	490,00	91,13		
PDE1	Norte	0,40	0,01	0,96	0,00	1,00	220,00	0,03		
PDE1	Este	0,40	12,73	0,96	0,20	1,00	490,00	95,83		
PTPPDE1	Sul	0,40	3,15	2,85	0,14	1,00	420,00	60,38		
PTPPDE1	Oeste	0,40	2,21	2,85	0,10	1,00	490,00	49,44		
PTPPDE1	Norte	0,40	0,19	2,85	0,01	1,00	220,00	1,88		
PTPPDE1	Este	0,40	2,24	2,85	0,10	1,00	490,00	49,94		
PTPPDE1	Sul	0,40	1,30	2,85	0,06	1,00	420,00	24,90		
PTPPDE1	Oeste	0,40	0,65	2,85	0,03	1,00	490,00	14,52		
PTPPDE1	Este	0,40	0,60	2,85	0,03	1,00	490,00	13,36		
PTPPDE2	Sul	0,40	0,73	2,76	0,03	1,00	420,00	13,45		
PTPPDE2	Oeste	0,40	2,40	2,76	0,11	1,00	490,00	51,93		
PTPPDE2	Norte	0,40	0,35	2,76	0,02	1,00	220,00	3,40		
PTPPDE2	Este	0,40	1,80	2,76	0,08	1,00	490,00	38,95		
-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL										689,68

COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _v	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _v ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _v	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _v ·A _v kWh/ano
CB1	Horizontal	0,40	118,85	2,00	3,80	1,00	805,00	3061,58		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL										3061,58

VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _v =F _h ·F _c ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _v ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1769,35 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 3751,25 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,br} = 5520,60 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ kWh/ano
 +
 Ganhos solares brutos $Q_{sol,v}$ kWh/ano
 =
 Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Ganhos internos médios q_{int} W/m²
 x
 Duração da Estação de Arrefecimento L_v horas
 =
 1000
 +
 factor solar de verão de referência $g_{v,REF}$
 x
 A_w/A_p
 x
 Radiação solar média de referência $I_{sol,REF}$ kWh/m².ano
 =
 kWh/m².ano
 x
 Área útil de Pavimento A_p m²
 =
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 543,85 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 600,54 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 218,70 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 543,85 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 24\,321,96 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7245,75 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 5057,64 && \text{kWh/ano} \\
 &\div \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 26856,99 && \text{kWh/ano} \\
 &= \\
 &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,19
 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 1,00 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5057,64 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 5053,95 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 24321,96 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 5053,95 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 21803,05 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 183,45 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7245,75 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 6909,00 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{i,l} \quad 58,13 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 543,85 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 606,89 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 543,85 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 4\,340,88 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano

=

parâmetro γ_v

parâmetro a_v W/°C

Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pou} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Límite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Límite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pou} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	21803,05	458,63	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	145,33	
TOTAL								21803,05	458,63	TOTAL						145,33

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pou} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Límite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Límite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pou} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	818,30	17,21	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								818,30	17,21	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

$40 \times 4187 \times 4 \times 1 = 670240$ ocupantes

aumento de temperatura ΔT °C

nº de dias de consumo dias

consumo médio diário de referência MAQS l

$3600000 + 118,85 = 3718850$ m²

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p kWh/m².ano

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

$40 \times 4187 \times 4 \times 1 = 670240$ ocupantes

aumento de temperatura ΔT °C

nº de dias de consumo dias

consumo médio diário de referência MAQS l

$3600000 + 118,85 = 3718850$ m²

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p kWh/m².ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Límite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,65	2,5	3668,65	77,17	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00	
TOTAL								3668,65	77,17	TOTAL						52,64

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm} kWh/ano

Área útil de Pavimento A_p m²

Factor de Conversão F_{pv} kWh_{EP}/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação kWh_{EP}/m².ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pv} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	458,63	kWh _{EP} /m ² .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	17,21	kWh _{EP} /m ² .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	77,17	kWh _{EP} /m ² .ano
+		
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
-		
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
=		
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	553,01	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	145,33	kWh _{EP} /m ² .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
=		
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	209,61	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 6 – Cálculo Simplificado 03

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

EL1 - Elementos da envolvente exterior

Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	33,17	266,00	150,00	1,00	4974,90
PDE1	17,37	266,00	150,00	1,00	2605,20
PDE1	0,55	266,00	150,00	1,00	82,50
PDE1	17,36	266,00	150,00	1,00	2604,30
		762,00	150,00	1,00	
TOTAL					10266,90

Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos da envolvente interior

Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	24,36	266,00	150,00	1,00	3654,00
		266,00	150,00	1,00	
TOTAL					3654,00

Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
					0,00

Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
CBI1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		
TOTAL					17827,50

EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					17827,50

EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Pavimentos enterrados

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de
Dados

INÉRCIA TÉRMICA

					0,00
				TOTAL	0,00

It 417,13

Classe de inércia térmica Forte

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Existente
Concelho	Moimenta da Beira
Altitude (m)	650
Região	B
Rugosidade	II
Área útil (m ²)	118,85
Pé direito (m)	2,60
Volume (m ³)	309,01
Texterior (°C)	6,00
Altitude ref. (m)	579,00
A_{ENV}/A_U	15,3%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u_{10} (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 4,17 m/s	
Nº fachadas expostas	≥ 2
Altura do edifício, H_{edif} (m)	12
Altura da fração, H_{FA} (m)	12
Edifícios/obstáculos?	<input type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H_{obs} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{obs} (m)	
Protecção do edifício	Desprotegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor n_{50} ?

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Designação	Área vãos (m ²)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	18,16	Sem classificação	Perm. Baixa

Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas?

Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural?

Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)?

Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

 Existem meios híbridos?

RESULTADOS

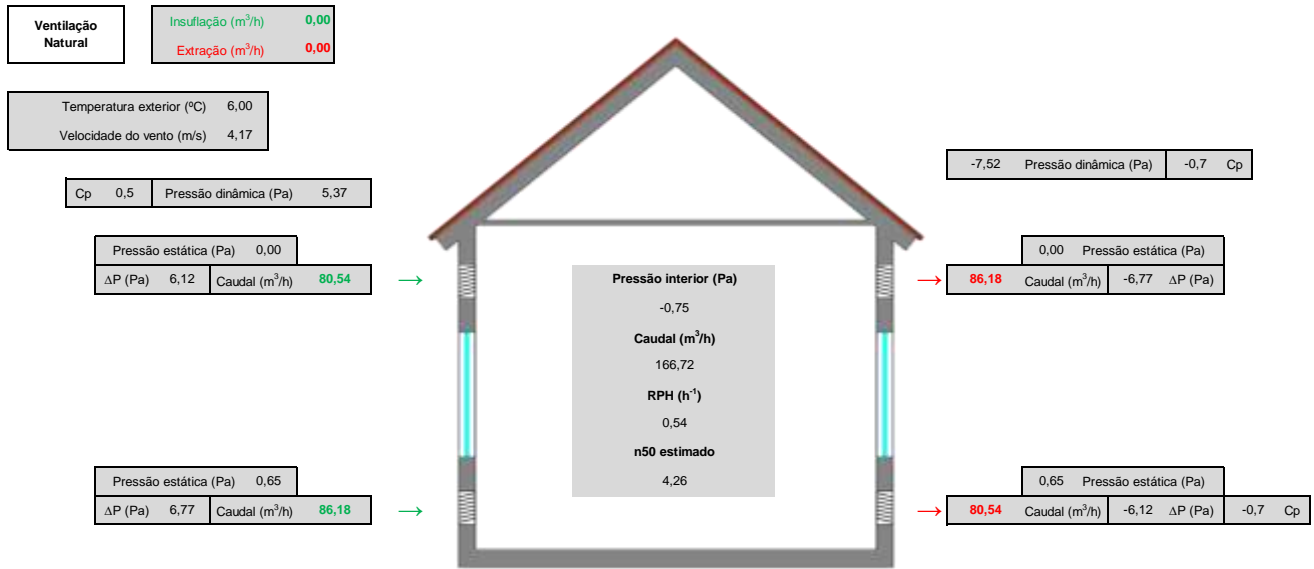
RPH estimada condições nominais (h-1)	0,54
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,54
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,54
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

ANEXO - Esquema da ventilação com base no cálculo (Método Simplificado)



Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	33,17	1,30	42,98	PDE1	33,17	0,35	11,61
PDE1	17,37	1,30	22,51	PDE1	17,37	0,35	6,08
PDE1	0,55	1,30	0,71	PDE1	0,55	0,35	0,19
PDE1	17,36	1,30	22,50	PDE1	17,36	0,35	6,08
			TOTAL				TOTAL
			88,71				23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
			TOTAL				TOTAL
			0,00				0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
			TOTAL				TOTAL
			0,00				0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	4,10	1,11	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	4,10	2,67	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	4,10	8,86	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	4,10	14,76	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	4,10	14,76	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	4,10	5,74	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	4,10	17,71	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	4,10	8,86	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
			TOTAL				TOTAL
			74,46				39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
			TOTAL				TOTAL
			0,00				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,70	23,32	Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66
Fachada com varanda	14,90	0,70	10,43	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,30	13,92	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
Fachada com cobertura	33,31	0,70	23,32	Fachada com cobertura	33,31	0,50	16,66
			TOTAL				TOTAL
			78,05				55,27

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **241,21** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **119,18** W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	24,36	1,42	0,80	27,62	PDI1	24,36	0,35	0,80	6,82
			TOTAL	27,62				TOTAL	6,82

PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES					PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)					COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
CBI1	118,85	2,77	0,80	263,37	CBI1	118,85	0,30	0,80	28,52
				263,37					28,52
TOTAL					TOTAL				
263,37					28,52				
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.					VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)					PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)				
	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,70	0,80	5,25	Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75
Fachada com cobertura	9,37	0,70	0,80	5,25	Fachada com cobertura	9,37	0,50	0,80	3,75
		#N/D				#N/D			
TOTAL					TOTAL				
10,49					7,50				

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} = 301,49 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} = 42,84 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS					PAREDES ENTERRADAS				
	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C			Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	
			0,00					0,00	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i>					PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i>				
	Área m ²	U _{bt} W/m ² .°C	A.U _{bt} W/°C			Área m	U _{bt} W/m ² .°C	A.U _{bt} W/°C	
			0,00					0,00	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>					PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>				
	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C			Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	
			0,00					0,00	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ext} = 0,00 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ext,REF} = 0,00 W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO
A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} = 241,21 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext,REF} = 119,18 W/°C

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} + H_{\text{adi}} \quad \boxed{301,49} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{542,70} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext}} \quad \boxed{241,21} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} \quad \boxed{301,49} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{542,70} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} + H_{\text{adi REF}} \quad \boxed{42,84} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{162,02} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext REF}} \quad \boxed{119,18} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} \quad \boxed{42,84} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{162,02} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,79	0,27	0,90	0,70	0,13	1,00	0,13
2 (VE1)	Sul	0,79	0,65	0,90	0,70	0,32	1,00	0,32
3 (VE1)	Oeste	0,79	2,16	0,90	0,70	1,08	0,56	0,60
4 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,46	0,70	0,91	0,56	0,54
5 (VE1)	Oeste	0,79	3,60	0,46	0,70	0,91	0,56	0,54
6 (VE1)	Norte	0,79	1,40	0,90	0,70	0,70	0,27	0,21
7 (VE1)	Este	0,79	4,32	0,90	0,70	2,16	0,56	1,21
8 (VE1)	Este	0,79	2,16	0,90	0,70	1,08	0,56	0,60
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	4,16

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{4,16} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{3875,53} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 3875,53 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 6237,32 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Móveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f +(1-F _{m,v})·B _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,mt,gv}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v
												kWh/m ² ·ano	kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,06	0,90	420,00	23,12
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,07	0,70	0,32	0,15	0,90	420,00	55,66
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,80	490,00	354,44
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,90	0,80	490,00	354,44
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,07	0,75	0,75	0,73	0,90	220,00	145,14
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	1,09	0,90	490,00	478,49
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,07	0,79	0,36	0,54	0,90	490,00	239,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL												1889,77	

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,mt,gv}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v	
												kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL												0,00	

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sobreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sobreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	33,17	1,30	0,69	0,90	420,00	259,96		
PDE1	Oeste	0,40	17,37	1,30	0,36	0,90	490,00	158,82		
PDE1	Norte	0,40	0,55	1,30	0,01	0,90	220,00	2,26		
PDE1	Este	0,40	17,36	1,30	0,36	0,90	490,00	158,77		
-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL									579,81	
COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL									0,00	
COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
CB11	Horizontal	0,40	118,85	2,00	3,80	1,00	805,00	3061,58		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									3061,58	
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL									0,00	

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada = **1889,77** kWh/ano

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca = **3641,39** kWh/ano

Ganhos Solares brutos Q_{sol,v} = **5531,16** kWh/ano

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos Q_{int,v} = **1391,97** kWh/ano

Ganhos solares brutos Q_{sol,v} = **5531,16** kWh/ano

Ganhos térmicos brutos Q_{gv} = **6923,13** kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Ganhos internos médios q_{int} = **4** W/m²

Duração da Estação de Arrefecimento L_v = **2928** horas

$$\begin{array}{r}
 1000 \\
 + \\
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v,REF} \quad \boxed{0,43} \\
 \times \\
 A_{ut}/A_p \quad \boxed{0,2} \\
 \times \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} \quad \boxed{490} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 = \\
 \boxed{53,85} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 \times \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p \quad \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 = \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{Q,v,REF} \quad \boxed{6400,31} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 542,70 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 599,39 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 218,70 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 542,70 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 24\,270,47 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7245,74 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2\,535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 6237,32 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 26805,50 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,23 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 1,00 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 6237,32 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 6226,83 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 24270,47 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 6226,83 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 20578,67 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 173,15 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7245,74 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 6908,99 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{i,REF} \quad 58,13 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 542,70 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 605,74 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 542,70 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 4\,331,69 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ic} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pou} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pou} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	20578,67	432,87	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	145,33	
TOTAL								20578,67	432,87	TOTAL						145,33

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ic} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pou} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pou} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	823,39	17,32	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								823,39	17,32	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

$40 \times 4187 \times 4 \times 1 = 670000$ ocupantes

aumento de temperatura ΔT °C

nº de dias de consumo dias

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

$3600000 + 118,85 = 3718850$ m²

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p kWh/m².ano

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

$40 \times 4187 \times 4 \times 1 = 670000$ ocupantes

aumento de temperatura ΔT °C

nº de dias de consumo dias

consumo médio diário de referência M_{AQS} l

$3600000 + 118,85 = 3718850$ m²

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p kWh/m².ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,65	2,5	3668,65	77,17	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00	
TOTAL								3668,65	77,17	TOTAL						52,64

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm} kWh/ano

Área útil de Pavimento A_p m²

Factor de Conversão F_{pv} kWh_{EP}/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação kWh_{EP}/m².ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pv} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	432,87	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	17,32	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	77,17	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	527,36	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	145,33	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	209,61	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 7 – Cálculo Detalhado 04

Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	27,99	0,54	15,11	PDE1	27,99	0,35	9,80
PDE1	12,11	0,54	6,54	PDE1	12,11	0,35	4,24
PDE1	0,01	0,54	0,01	PDE1	0,01	0,35	0,00
PDE1	12,73	0,54	6,88	PDE1	12,73	0,35	4,46
PTPPDE1	3,15	0,81	2,55	PTPPDE1	3,15	0,35	1,10
PTPPDE1	2,21	0,81	1,79	PTPPDE1	2,21	0,35	0,77
PTPPDE1	0,19	0,81	0,15	PTPPDE1	0,19	0,35	0,07
PTPPDE1	2,24	0,81	1,81	PTPPDE1	2,24	0,35	0,78
PTPPDE1	1,30	0,81	1,05	PTPPDE1	1,30	0,35	0,46
PTPPDE1	0,65	0,81	0,53	PTPPDE1	0,65	0,35	0,23
PTPPDE1	0,60	0,81	0,48	PTPPDE1	0,60	0,35	0,21
PTPPDE2	0,73	0,78	0,57	PTPPDE2	0,73	0,35	0,25
PTPPDE2	2,40	0,78	1,87	PTPPDE2	2,40	0,35	0,84
PTPPDE2	0,35	0,78	0,27	PTPPDE2	0,35	0,35	0,12
PTPPDE2	1,80	0,78	1,40	PTPPDE2	1,80	0,35	0,63
		TOTAL	41,02			TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	3,00	0,81	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	3,00	1,95	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	3,00	6,48	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	3,00	10,80	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	3,00	10,80	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	3,00	4,20	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	3,00	12,96	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	3,00	6,48	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
		TOTAL	54,48			TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,50	33,31	Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,50	33,31
Fachada com varanda	14,90	0,55	8,20	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,25	11,60	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
		TOTAL	60,17			TOTAL	55,27

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} 155,67 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} 119,18 W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	21,71	0,63	0,80	10,94	PDI1	21,71	0,35	0,80	6,08
PTPPDI1	2,00	0,81	0,80	1,30	PTPPDI1	2,00	0,35	0,80	0,56
PTPPDI1	0,65	0,81	0,80	0,42	PTPPDI1	0,65	0,35	0,80	0,18
TOTAL				12,66	TOTAL				6,82
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50	0,80	7,50	Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50	0,80	7,50
TOTAL				7,50	TOTAL				7,50

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 20,16 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} 14,32 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).</i>	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).</i>	Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C		

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,70	0,27	0,41	0,70	0,05	1,00	0,05
2 (VE1)	Sul	0,70	0,65	0,41	0,70	0,13	1,00	0,13
3 (VE1)	Oeste	0,70	2,16	0,52	0,70	0,55	0,56	0,31
4 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,39	0,70	0,69	0,56	0,48
5 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,44	0,70	0,78	0,56	0,48
6 (VE1)	Norte	0,70	1,40	0,90	0,70	0,62	0,27	0,19
7 (VE1)	Este	0,70	4,32	0,52	0,70	1,11	0,56	0,62
8 (VE1)	Este	0,70	2,16	0,52	0,70	0,55	0,56	0,31
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

TOTAL 2,57

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

TOTAL 0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{2,57} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{2389,51} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2389,51 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4751,30 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_e = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Moveis e Perm. δ _f	FS Global Prot. Perm. δ _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·δ _f +(1-F _{m,v})·δ _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·g _v	Factor de Obstrução F _{v,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{v,v} ·A _v kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,05	0,90	420,00	19,55
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,12	0,90	420,00	47,06
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,66	490,00	248,17
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,67	490,00	251,72
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,04	0,66	0,66	0,65	0,90	220,00	128,65
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,92	0,90	490,00	406,48
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1508,09

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior δ _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU δ _{v,ENU}	δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{v,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{v,v} ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{v,v} é igual a 1.**
Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	27,99	0,54	0,24	1,00	420,00	101,56		
PDE1	Oeste	0,40	12,11	0,54	0,10	1,00	490,00	51,26		
PDE1	Norte	0,40	0,01	0,54	0,00	1,00	220,00	0,02		
PDE1	Este	0,40	12,73	0,54	0,11	1,00	490,00	53,90		
PTPPDE1	Sul	0,40	3,15	0,81	0,04	1,00	420,00	17,16		
PTPPDE1	Oeste	0,40	2,21	0,81	0,03	1,00	490,00	14,05		
PTPPDE1	Norte	0,40	0,19	0,81	0,00	1,00	220,00	0,53		
PTPPDE1	Este	0,40	2,24	0,81	0,03	1,00	490,00	14,19		
PTPPDE1	Sul	0,40	1,30	0,81	0,02	1,00	420,00	7,08		
PTPPDE1	Oeste	0,40	0,65	0,81	0,01	1,00	490,00	4,13		
PTPPDE1	Este	0,40	0,60	0,81	0,01	1,00	490,00	3,80		
PTPPDE2	Sul	0,40	0,73	0,78	0,01	1,00	420,00	3,80		
PTPPDE2	Oeste	0,40	2,40	0,78	0,03	1,00	490,00	14,68		
PTPPDE2	Norte	0,40	0,35	0,78	0,00	1,00	220,00	0,96		
PTPPDE2	Este	0,40	1,80	0,78	0,02	1,00	490,00	11,01		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL										298,12

COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1508,09 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 298,12 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 1806,22 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{col,v}} &= 1806,22 \text{ kWh/ano} \\
 &= \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{b,v}} &= 3198,19 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v &= 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &+ \\
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v, \text{REF}} &= 0,43 \\
 &\quad \times \\
 A_w/A_{p, \text{REF}} &= 0,2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{\text{sol,REF}} &= 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad = \\
 &\quad 53,85 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad \times \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\quad = \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{\text{b,v,REF}} &= 6400,31 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 175,82 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 232,51 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,50 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 190,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 175,82 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 7\ 863,07 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,50 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 5\ 970,11 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 4\ 751,30 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 10\ 398,10 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,46 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,98 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4751,30 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 4653,46 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 7863,07 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 4653,46 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 5744,65 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 48,34 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 5970,11 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 5633,36 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i \quad 47,40 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 175,82 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 238,86 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 175,82 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \quad ^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,403,37 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \quad ^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pu} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	5744,65	120,84	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	118,50			
TOTAL								5744,65	120,84	TOTAL								118,50

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pu} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	461,91	9,72	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64			
TOTAL								461,91	9,72	TOTAL								11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS		CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS												
consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>		consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>		consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>		consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>												
40	x	40	x	40	x	40	x											
4	ocupantes	4	ocupantes	4	ocupantes	4	ocupantes											
1	factor de eficiência hídrica	1		1		1												
160	nº de dias de consumo	160		160		160												
aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/>		aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/>		aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/>		aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/>												
nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>		nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>		nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>		nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>												
3600000		3600000		3600000		3600000												
118,85 m ²		118,85 m ²		118,85 m ²		118,85 m ²												
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>												
SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_{u,REF}$ kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_{u,REF} \cdot F_{pu} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,73	2,5	3261,02	68,60	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64			
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00			
TOTAL								3261,02	68,60	TOTAL								52,64

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm} <input type="text" value="0"/>
Área útil de Pavimento A_p <input type="text" value="118,85"/>
Factor de Conversão F_{pu} <input type="text" value="2,5"/>
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação <input type="text" value="0,00"/>

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	120,84	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	9,72	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	68,60	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	199,15	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	118,50	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	182,78	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 8 – Cálculo Simplificado 04

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

EL1 - Elementos da envolvente exterior

Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	33,17	132,00	132,00	1,00	4377,91
PDE1	17,37	132,00	132,00	1,00	2292,58
PDE1	0,55	132,00	132,00	1,00	72,60
PDE1	17,36	132,00	132,00	1,00	2291,78
		611,00	150,00	1,00	
TOTAL					9034,87

Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos da envolvente interior

Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	24,36	132,00	132,00	1,00	3215,52
		611,00	150,00	1,00	
TOTAL					3215,52

Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
					0,00

Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					35655,00

EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos enterrados

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de
Dados

INÉRCIA TÉRMICA

TOTAL 0,00

It 403,07

Classe de inércia térmica Forte

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Existente
Concelho	Moimenta da Beira
Altitude (m)	650
Região	B
Rugosidade	II
Área útil (m ²)	118,85
Pé direito (m)	2,60
Volume (m ³)	309,01
Texterior (°C)	6,00
Altitude ref. (m)	579,00
A_{ENV}/A_U	15,3%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u_{10} (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 4,17 m/s	
Nº fachadas expostas	≥ 2
Altura do edifício, H_{edif} (m)	12
Altura da fração, H_{FA} (m)	9
Edifícios/obstáculos?	<input type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H_{obs} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{obs} (m)	
Proteção do edifício	Desprotegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)
Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor n_{50} ?

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Designação	Área vãos (m ²)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	18,16	Sem classificação	Perm. Baixa

Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas?
Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural?
Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)?
Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

 Existem meios híbridos?
RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,54
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,54
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

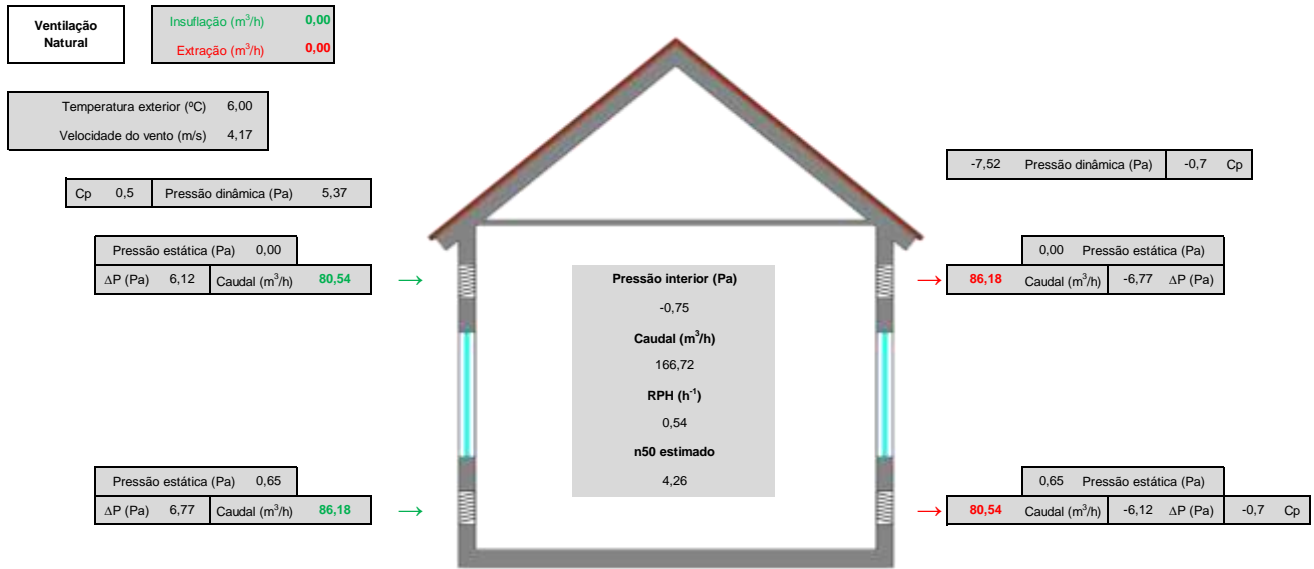
Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,54
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

FERRAMENTA DE CÁLCULO DE VENTILAÇÃO REH-ITECONS

ANEXO - Esquema da ventilação com base no cálculo (Método Simplificado)



Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR					A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR				
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C	
					<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>				
PDE1	33,17	0,73	24,18		PDE1	33,17	0,35	11,61	
PDE1	17,37	0,73	12,66		PDE1	17,37	0,35	6,08	
PDE1	0,55	0,73	0,40		PDE1	0,55	0,35	0,19	
PDE1	17,36	0,73	12,66		PDE1	17,36	0,35	6,08	
				TOTAL					TOTAL
				49,90					23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
				TOTAL					TOTAL
				0,00					0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C	
				TOTAL					TOTAL
				0,00					0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES					VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
1 (VE1)	0,27	3,00	0,81		1 (VE1)	0,27	2,20	0,59	
2 (VE1)	0,65	3,00	1,95		2 (VE1)	0,65	2,20	1,43	
3 (VE1)	2,16	3,00	6,48		3 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
4 (VE1)	3,60	3,00	10,80		4 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
5 (VE1)	3,60	3,00	10,80		5 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
6 (VE1)	1,40	3,00	4,20		6 (VE1)	1,40	2,20	3,08	
7 (VE1)	4,32	3,00	12,96		7 (VE1)	4,32	2,20	9,50	
8 (VE1)	2,16	3,00	6,48		8 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
				TOTAL					TOTAL
				54,48					39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES					VÃOS OPACOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
				TOTAL					TOTAL
				0,00					0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES					PONTES TÉRMICAS LINEARES				
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C			Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C	
Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,70	46,63		Fachada com pavimento intermédio	66,62	0,50	33,31	
Fachada com varanda	14,90	0,70	10,43		Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90		Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12	
Fachada com caixilharia	46,40	0,30	13,92		Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28	
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17		Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11	
				TOTAL					TOTAL
				78,05					55,27

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} = 182,43 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} = 119,18 W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	24,36	0,85	0,80	16,57	PDI1	24,36	0,35	0,80	6,82
				TOTAL					TOTAL
				16,57					6,82

PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL									
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,70 #N/D	0,80	10,49	Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50 #N/D	0,80	7,50
				10,49					7,50
TOTAL									

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} = 27,07 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} = 14,32 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO			
PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C
			0,00				0,00
TOTAL				TOTAL			

PAVIMENTOS ENTERRADOS				PAVIMENTOS ENTERRADOS			
Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C	Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z > 0).	Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C
			0,00				0,00
TOTAL				TOTAL			

PAVIMENTOS TÉRREOS				PAVIMENTOS TÉRREOS			
Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C
			0,00				0,00
TOTAL				TOTAL			

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec3} = 0,00 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec3 REF} = 0,00 W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} = 182,43 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext REF} = 119,18 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} + H_{adj} = 27,07 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu REF} + H_{adj REF} = 14,32 W/°C

Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ec, REF}$ W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr, REF}$ W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{eni} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext, REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{eni, REF}$ W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $H_{ec, REF}$ W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr, REF}$ W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,70	0,27	0,90	0,70	0,12	1,00	0,12
2 (VE1)	Sul	0,70	0,65	0,90	0,70	0,29	1,00	0,29
3 (VE1)	Oeste	0,70	2,16	0,90	0,70	0,96	0,56	0,53
4 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,46	0,70	0,81	0,56	0,48
5 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,46	0,70	0,81	0,56	0,48
6 (VE1)	Norte	0,70	1,40	0,90	0,70	0,62	0,27	0,19
7 (VE1)	Este	0,70	4,32	0,90	0,70	1,91	0,56	1,07
8 (VE1)	Este	0,70	2,16	0,90	0,70	0,96	0,56	0,53
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	3,69

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{3,69} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{3435,13} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 3435,13 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5796,92 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Móveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f +(1-F _{m,v})·B _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _v	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v
kWh/m ² .ano													
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,05	0,90	420,00	19,55
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,12	0,90	420,00	47,06
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,80	490,00	301,09
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,80	490,00	301,09
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,04	0,66	0,66	0,65	0,90	220,00	128,65
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,92	0,90	490,00	406,48
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1610,39

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v	
kWh/m ² .ano													
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sobreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sobreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v	
kWh/m ² .ano											
PDE1	Sul	0,40	33,17	0,73		0,39	0,90	420,00	146,23		
PDE1	Oeste	0,40	17,37	0,73		0,20	0,90	490,00	89,34		
PDE1	Norte	0,40	0,55	0,73	0,04	0,01	0,90	220,00	1,27		
PDE1	Este	0,40	17,36	0,73		0,20	0,90	490,00	89,31		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL											326,14
COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v	
kWh/m ² .ano											
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-	
TOTAL											0,00
COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v	
kWh/m ² .ano											
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-	
TOTAL											0,00
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v	
kWh/m ² .ano											
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	
TOTAL											0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1610,39 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 326,14 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 1936,54 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 1936,54 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 3328,51 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & = \\
 & 1000
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 209,50 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 266,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,49 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 190,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 209,50 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 9\ 368,96 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 133,49 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 5970,11 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 5796,92 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 11903,98 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,49 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,97 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5796,92 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 5648,57 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 9368,96 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 5648,57 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 6255,41 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 52,63 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 5970,11 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 5633,35 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 47,40 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 209,50 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 272,53 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 209,50 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,672,13 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano

=

parâmetro γ_v

parâmetro a_v W/°C

Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ic} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pou} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pou} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	6255,41	131,58	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	118,50			
TOTAL								6255,41	131,58	TOTAL								118,50

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ic} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pou} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pou} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	431,67	9,08	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64			
TOTAL								431,67	9,08	TOTAL								11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS									CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA									
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS									Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS									
consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l \times nº convencional de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="4"/> ocupantes \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência MAQS <input type="text" value="160"/> l									consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l \times nº convencional de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="4"/> ocupantes \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência MAQS <input type="text" value="160"/> l									
aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias + 3600000 \div Ap <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano									aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias + 3600000 \div Ap <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano									
SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano			
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,73	2,5	3261,02	68,60	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64			
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00			
TOTAL								3261,02	68,60	TOTAL								52,64

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm}	<input type="text" value="0"/> kWh/ano
\div	
Área útil de Pavimento A_p	<input type="text" value="118,85"/> m ²
\times	
Factor de Conversão F_{pv}	<input type="text" value="2,5"/> kWh _{EP} /kWh
\div	
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação	<input type="text" value="0,00"/> kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pv} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	131,58	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	9,08	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	68,60	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	209,26	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	118,50	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	182,77	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 9 – Cálculo Detalhado 05

Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	27,99	0,54	15,11	PDE1	27,99	0,35	9,80
PDE1	12,11	0,54	6,54	PDE1	12,11	0,35	4,24
PDE1	0,01	0,54	0,01	PDE1	0,01	0,35	0,00
PDE1	12,73	0,54	6,88	PDE1	12,73	0,35	4,46
PTPPDE1	3,15	0,81	2,55	PTPPDE1	3,15	0,35	1,10
PTPPDE1	2,21	0,81	1,79	PTPPDE1	2,21	0,35	0,77
PTPPDE1	0,19	0,81	0,15	PTPPDE1	0,19	0,35	0,07
PTPPDE1	2,24	0,81	1,81	PTPPDE1	2,24	0,35	0,78
PTPPDE1	1,30	0,81	1,05	PTPPDE1	1,30	0,35	0,46
PTPPDE1	0,65	0,81	0,53	PTPPDE1	0,65	0,35	0,23
PTPPDE1	0,60	0,81	0,48	PTPPDE1	0,60	0,35	0,21
PTPPDE2	0,73	0,78	0,57	PTPPDE2	0,73	0,35	0,25
PTPPDE2	2,40	0,78	1,87	PTPPDE2	2,40	0,35	0,84
PTPPDE2	0,35	0,78	0,27	PTPPDE2	0,35	0,35	0,12
PTPPDE2	1,80	0,78	1,40	PTPPDE2	1,80	0,35	0,63
		TOTAL	41,02			TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	3,00	0,81	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	3,00	1,95	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	3,00	6,48	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	3,00	10,80	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	3,00	10,80	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	3,00	4,20	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	3,00	12,96	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	3,00	6,48	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
		TOTAL	54,48			TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66	Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66
Fachada com varanda	14,90	0,55	8,20	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,25	11,60	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,75	24,98	Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,50	16,66
		TOTAL	68,50			TOTAL	55,27

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	21,71	0,63	0,80	10,94	PDI1	21,71	0,35	0,80	6,08
PTPPDI1	2,00	0,81	0,80	1,30	PTPPDI1	2,00	0,35	0,80	0,56
PTPPDI1	0,65	0,81	0,80	0,42	PTPPDI1	0,65	0,35	0,80	0,18
TOTAL				12,66	TOTAL				6,82
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PVI1	118,85	0,73	0,80	69,41	PVI1	118,85	0,30	0,80	28,52
TOTAL				69,41	TOTAL				28,52
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ . B . b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ . B . b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50	0,80	7,50	Fachada com pavimento intermédio	18,74	0,50	0,80	7,50
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	9,37	0,75	0,80	5,62	Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	9,37	0,50	0,80	3,75
TOTAL				13,12	TOTAL				11,24

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>	Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS	
Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z s0) com ou sem isolamentos	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z s0) com ou sem isolamentos	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C
			TOTAL			TOTAL	0,00

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec, REF} W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} + H_{adi} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext, REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu, REF} + H_{adi, REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec, REF} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr, REF} W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext, REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu, REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec, REF} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr, REF} W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,70	0,27	0,41	0,70	0,05	1,00	0,05
2 (VE1)	Sul	0,70	0,65	0,41	0,70	0,13	1,00	0,13
3 (VE1)	Oeste	0,70	2,16	0,52	0,70	0,55	0,56	0,31
4 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,39	0,70	0,69	0,56	0,48
5 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,44	0,70	0,78	0,56	0,48
6 (VE1)	Norte	0,70	1,40	0,90	0,70	0,62	0,27	0,19
7 (VE1)	Este	0,70	4,32	0,52	0,70	1,11	0,56	0,62
8 (VE1)	Este	0,70	2,16	0,52	0,70	0,55	0,56	0,31
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

TOTAL 2,57

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

TOTAL 0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{2,57} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{2389,51} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2389,51 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4751,30 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_e = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Moveis e Perm. δ _f	FS Global Prot. Perm. δ _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·δ _f +(1-F _{m,v})·δ _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·g _v	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,05	0,90	420,00	19,55
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,12	0,90	420,00	47,06
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,66	490,00	248,17
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,67	490,00	251,72
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,04	0,66	0,66	0,65	0,90	220,00	128,65
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,92	0,90	490,00	406,48
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1508,09

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior δ _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU δ _{v,ENU}	g _{v,int} =δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·δ _{v,int} ·δ _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	27,99	0,54	0,24	1,00	420,00	101,56		
PDE1	Oeste	0,40	12,11	0,54	0,10	1,00	490,00	51,26		
PDE1	Norte	0,40	0,01	0,54	0,00	1,00	220,00	0,02		
PDE1	Este	0,40	12,73	0,54	0,11	1,00	490,00	53,90		
PTPPDE1	Sul	0,40	3,15	0,81	0,04	1,00	420,00	17,16		
PTPPDE1	Oeste	0,40	2,21	0,81	0,03	1,00	490,00	14,05		
PTPPDE1	Norte	0,40	0,19	0,81	0,00	1,00	220,00	0,53		
PTPPDE1	Este	0,40	2,24	0,81	0,03	1,00	490,00	14,19		
PTPPDE1	Sul	0,40	1,30	0,81	0,02	1,00	420,00	7,08		
PTPPDE1	Oeste	0,40	0,65	0,81	0,01	1,00	490,00	4,13		
PTPPDE1	Este	0,40	0,60	0,81	0,01	1,00	490,00	3,80		
PTPPDE2	Sul	0,40	0,73	0,78	0,01	1,00	420,00	3,80		
PTPPDE2	Oeste	0,40	2,40	0,78	0,03	1,00	490,00	14,68		
PTPPDE2	Norte	0,40	0,35	0,78	0,00	1,00	220,00	0,96		
PTPPDE2	Este	0,40	1,80	0,78	0,02	1,00	490,00	11,01		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL										298,12

COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² .°C	R _{se} (m ² .°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1508,09 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 298,12 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 1806,22 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{col,v}} &= 1806,22 \text{ kWh/ano} \\
 &= \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g,v}} &= 3198,19 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v &= 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &+ \\
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v, \text{REF}} &= 0,43 \\
 &\quad \times \\
 A_w/A_{p, \text{REF}} &= 0,2 \\
 &\quad \times \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{\text{sol,REF}} &= 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad = \\
 &\quad 53,85 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 &\quad \times \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\quad = \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{\text{g,v,REF}} &= 6400,31 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 259,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 315,87 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 165,77 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 222,45 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 259,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 11\ 590,97 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 165,77 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7413,37 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\
 & \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 4751,30 && \text{kWh/ano} \\
 &\div \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 14126,00 && \text{kWh/ano} \\
 &= \\
 &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,34
 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,99 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4751,30 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 4718,73 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 11590,97 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 4718,73 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 9407,27 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 79,15 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7413,37 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 7076,61 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 59,54 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 259,18 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad + \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad = \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 322,22 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 259,18 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 2\,068,71 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano

=

parâmetro γ_v

parâmetro a_v W/°C

Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano

÷

Área útil de pavimento A_p m²

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pu} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	9407,27	197,88	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	148,86	
TOTAL								9407,27	197,88	TOTAL						148,86

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ar} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} \cdot F_{pu} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pu} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	307,90	6,48	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								307,90	6,48	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS								CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS							
consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>										consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>									
40	x									40	x								
4	x									4	x								
1	x									1	x								
160	=									160	=								
nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>										nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>									
+ 3600000										+ 3600000									
+ 118,85										+ 118,85									
= 20,00										= 20,00									
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>										Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>									
SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano				
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,73	2,5	3261,02	68,60	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64				
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00				
TOTAL								3261,02	68,60	TOTAL								52,64	

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm} <input type="text" value="0"/>	+ 0	
Área útil de Pavimento A_p <input type="text" value="118,85"/>	x 118,85	m ²
Factor de Conversão F_{pu} <input type="text" value="2,5"/>	x 2,5	kWh _{EP} /kWh
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação <input type="text" value="0,00"/>	= 0,00	kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	197,88	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	6,48	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	68,60	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	272,95	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	148,86	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	213,13	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 10 – Cálculo Simplificado 05

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

EL1 - Elementos da envolvente exterior

Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	33,17	132,00	132,00	1,00	4377,91
PDE1	17,37	132,00	132,00	1,00	2292,58
PDE1	0,55	132,00	132,00	1,00	72,60
PDE1	17,36	132,00	132,00	1,00	2291,78
		611,00	150,00	1,00	
TOTAL					9034,87

Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos da envolvente interior

Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	24,36	132,00	132,00	1,00	3215,52
		611,00	150,00	1,00	
TOTAL					3215,52

Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PVI1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		
					17827,50

Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					17827,50

EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Pavimentos enterrados

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de
Dados

INÉRCIA TÉRMICA

					0,00
				TOTAL	0,00

It 403,07

Classe de inércia térmica Forte

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Existente
Concelho	Moimenta da Beira
Altitude (m)	650
Região	B
Rugosidade	II
Área útil (m ²)	118,85
Pé direito (m)	2,60
Volume (m ³)	309,01
Texterior (°C)	6,00
Altitude ref. (m)	579,00
A_{ENV}/A_U	15,3%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u_{10} (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 4,17 m/s	
Nº fachadas expostas	≥ 2
Altura do edifício, H_{edif} (m)	12
Altura da fração, H_{FA} (m)	3
Edifícios/obstáculos?	<input type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H_{obs} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{obs} (m)	
Proteção do edifício	Desprotegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor n_{50} ?

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Designação	Área vãos (m ²)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	18,16	Sem classificação	Perm. Baixa

Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas?

Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural?

Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)?

Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

 Existem meios híbridos?

RESULTADOS

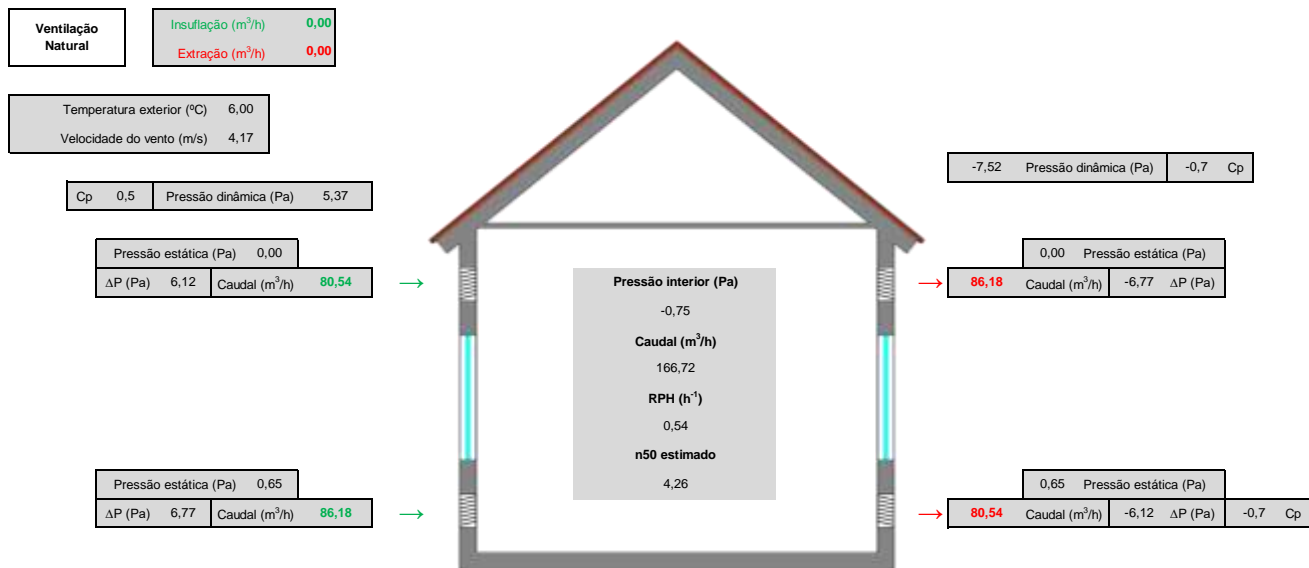
RPH estimada condições nominais (h-1)	0,54
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,54
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,54
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

ANEXO - Esquema da ventilação com base no cálculo (Método Simplificado)



Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR					A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR				
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C	
					<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>				
PDE1	33,17	0,73	24,18		PDE1	33,17	0,35	11,61	
PDE1	17,37	0,73	12,66		PDE1	17,37	0,35	6,08	
PDE1	0,55	0,73	0,40		PDE1	0,55	0,35	0,19	
PDE1	17,36	0,73	12,66		PDE1	17,36	0,35	6,08	
			TOTAL	49,90				TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
			TOTAL	0,00				TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C	
			TOTAL	0,00				TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES					VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
1 (VE1)	0,27	3,00	0,81		1 (VE1)	0,27	2,20	0,59	
2 (VE1)	0,65	3,00	1,95		2 (VE1)	0,65	2,20	1,43	
3 (VE1)	2,16	3,00	6,48		3 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
4 (VE1)	3,60	3,00	10,80		4 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
5 (VE1)	3,60	3,00	10,80		5 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
6 (VE1)	1,40	3,00	4,20		6 (VE1)	1,40	2,20	3,08	
7 (VE1)	4,32	3,00	12,96		7 (VE1)	4,32	2,20	9,50	
8 (VE1)	2,16	3,00	6,48		8 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
			TOTAL	54,48				TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES					VÃOS OPACOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
			TOTAL	0,00				TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES					PONTES TÉRMICAS LINEARES				
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C			Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C	
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,70	23,32		Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66	
Fachada com varanda	14,90	0,70	10,43		Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90		Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12	
Fachada com caixilharia	46,40	0,30	13,92		Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28	
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17		Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11	
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,70	23,32		Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	33,31	0,50	16,66	
			TOTAL	78,05				TOTAL	55,27

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **182,43** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **119,18** W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	24,36	0,85	0,80	16,57	PDI1	24,36	0,35	0,80	6,82
			TOTAL	16,57				TOTAL	6,82

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} + H_{\text{adi}} \quad \boxed{101,72} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecS}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{284,15} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext}} \quad \boxed{182,43} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} \quad \boxed{101,72} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecS}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{284,15} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} + H_{\text{adi REF}} \quad \boxed{46,59} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecS REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{165,77} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext REF}} \quad \boxed{119,18} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} \quad \boxed{46,59} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecS REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{165,77} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,70	0,27	0,90	0,70	0,12	1,00	0,12
2 (VE1)	Sul	0,70	0,65	0,90	0,70	0,29	1,00	0,29
3 (VE1)	Oeste	0,70	2,16	0,90	0,70	0,96	0,56	0,53
4 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,46	0,70	0,81	0,56	0,48
5 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,46	0,70	0,81	0,56	0,48
6 (VE1)	Norte	0,70	1,40	0,90	0,70	0,62	0,27	0,19
7 (VE1)	Este	0,70	4,32	0,90	0,70	1,91	0,56	1,07
8 (VE1)	Este	0,70	2,16	0,90	0,70	0,96	0,56	0,53
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	3,69

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{3,69} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{3435,13} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 3435,13 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5796,92 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Móveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f +(1-F _{m,v})·B _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _v	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v
kWh/m ² ·ano													kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,05	0,90	420,00	19,55
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,12	0,90	420,00	47,06
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,80	490,00	301,09
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,80	490,00	301,09
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,04	0,66	0,66	0,65	0,90	220,00	128,65
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,92	0,90	490,00	406,48
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1610,39

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v		
kWh/m ² ·ano													kWh/ano	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sobreamento ao vão interior, pelo que <u>na ausência de outros sobreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.</u>													TOTAL	0,00
Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g _{v,ENU} é igual a 1.													TOTAL	0,00

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	33,17	0,73			0,39	0,90	420,00	146,23
PDE1	Oeste	0,40	17,37	0,73			0,20	0,90	490,00	89,34
PDE1	Norte	0,40	0,55	0,73	0,04		0,01	0,90	220,00	1,27
PDE1	Este	0,40	17,36	0,73			0,20	0,90	490,00	89,31
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL										326,14
COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00
COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1610,39 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 326,14 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 1936,54 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 1936,54 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 3328,51 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & = \\
 & 1000
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v,REF} \quad \frac{0,43}{\times} \\
 A_w/A_p \quad \frac{0,2}{\times} \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} \quad \frac{490}{=} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 \frac{53,85}{=} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p \quad \frac{118,85}{=} \text{ m}^2 \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,v,REF} \quad \frac{6400,31}{=} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 284,15 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 340,84 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 165,77 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 222,45 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 284,15 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 12\ 707,67 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 165,77 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7413,36 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento GD} && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 5796,92 && \text{kWh/ano} \\
 &\div \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 15242,70 && \text{kWh/ano} \\
 &= \\
 &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,38
 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,99 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5796,92 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 5734,57 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 12707,67 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 5734,57 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 9508,13 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 80,00 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7413,36 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 7076,60 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 59,54 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 284,15 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 347,19 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 284,15 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 2\,268,01 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pu} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	9508,13	200,00	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	148,86	
TOTAL								9508,13	200,00	TOTAL						148,86

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pu} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	302,38	6,36	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								302,38	6,36	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS									CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA								
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS									Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS								
consumo médio diário de referência M_{AQ3} <input type="text" value="160"/> l \times número de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="4"/> ocupantes \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência $MAQS$ <input type="text" value="160"/> l \times aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias \div 3600000 \div Área útil de pavimento A_p <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano									consumo médio diário de referência M_{AQ3} <input type="text" value="160"/> l \times nº convencional de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="4"/> ocupantes \times factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência $MAQS$ <input type="text" value="160"/> l \times aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C \times nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias \div 3600000 \div Área útil de pavimento A_p <input type="text" value="118,85"/> m ² = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/> kWh/m ² .ano								
SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano		
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,73	2,5	3261,02	68,60	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64		
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00		
TOTAL								3261,02	68,60	TOTAL						52,64	

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm}	<input type="text" value="0"/> kWh/ano
\div	
Área útil de Pavimento A_p	<input type="text" value="118,85"/> m ²
\times	
Factor de Conversão F_{pu}	<input type="text" value="2,5"/> kWh _{EP} /kWh
\div	
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação	<input type="text" value="0,00"/> kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	200,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	6,36	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	68,60	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	274,96	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	148,86	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	213,13	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 11 – Cálculo Detalhado 06

Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR			
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	27,99	0,54	15,11	PDE1	27,99	0,35	9,80
PDE1	12,11	0,54	6,54	PDE1	12,11	0,35	4,24
PDE1	0,01	0,54	0,01	PDE1	0,01	0,35	0,00
PDE1	12,73	0,54	6,88	PDE1	12,73	0,35	4,46
PTPPDE1	3,15	0,81	2,55	PTPPDE1	3,15	0,35	1,10
PTPPDE1	2,21	0,81	1,79	PTPPDE1	2,21	0,35	0,77
PTPPDE1	0,19	0,81	0,15	PTPPDE1	0,19	0,35	0,07
PTPPDE1	2,24	0,81	1,81	PTPPDE1	2,24	0,35	0,78
PTPPDE1	1,30	0,81	1,05	PTPPDE1	1,30	0,35	0,46
PTPPDE1	0,65	0,81	0,53	PTPPDE1	0,65	0,35	0,23
PTPPDE1	0,60	0,81	0,48	PTPPDE1	0,60	0,35	0,21
PTPPDE2	0,73	0,78	0,57	PTPPDE2	0,73	0,35	0,25
PTPPDE2	2,40	0,78	1,87	PTPPDE2	2,40	0,35	0,84
PTPPDE2	0,35	0,78	0,27	PTPPDE2	0,35	0,35	0,12
PTPPDE2	1,80	0,78	1,40	PTPPDE2	1,80	0,35	0,63
		TOTAL	41,02			TOTAL	23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	0,27	3,00	0,81	1 (VE1)	0,27	2,20	0,59
2 (VE1)	0,65	3,00	1,95	2 (VE1)	0,65	2,20	1,43
3 (VE1)	2,16	3,00	6,48	3 (VE1)	2,16	2,20	4,75
4 (VE1)	3,60	3,00	10,80	4 (VE1)	3,60	2,20	7,92
5 (VE1)	3,60	3,00	10,80	5 (VE1)	3,60	2,20	7,92
6 (VE1)	1,40	3,00	4,20	6 (VE1)	1,40	2,20	3,08
7 (VE1)	4,32	3,00	12,96	7 (VE1)	4,32	2,20	9,50
8 (VE1)	2,16	3,00	6,48	8 (VE1)	2,16	2,20	4,75
		TOTAL	54,48			TOTAL	39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES			
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C
		TOTAL	0,00			TOTAL	0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES			
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66	Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66
Fachada com varanda	14,90	0,55	8,20	Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90	Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12
Fachada com caixilharia	46,40	0,25	11,60	Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17	Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11
Fachada com cobertura	33,31	1,00	33,31	Fachada com cobertura	33,31	0,50	16,66
		TOTAL	76,83			TOTAL	55,27

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	21,71	0,63	0,80	10,94	PDI1	21,71	0,35	0,80	6,08
PTPPD1	2,00	0,81	0,80	1,30	PTPPD1	2,00	0,35	0,80	0,56
PTPPD1	0,65	0,81	0,80	0,42	PTPPD1	0,65	0,35	0,80	0,18
TOTAL				12,66	TOTAL				6,82
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
CBI1	118,85	0,85	0,80	80,82	CBI1	118,85	0,30	0,80	28,52
TOTAL				80,82	TOTAL				28,52
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75	Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75
Fachada com cobertura	9,37	1,00	0,80	7,50	Fachada com cobertura	9,37	0,50	0,80	3,75
TOTAL				11,24	TOTAL				7,50

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>	Área m ²	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0).</i>	Área m	U _{bf} W/m ² .°C	A.U _{bf} W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS			PAVIMENTOS TÉRREOS	
<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z s0) com ou sem isolamentos</i>	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z s0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C
			TOTAL			TOTAL	0,00

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs REF} W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} + H_{adi} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu REF} + H_{adi REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs REF} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr REF} W/°C

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ec} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr} W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu REF} W/°C
 +
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H_{ecs REF} W/°C
 =
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H_{tr REF} W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,70	0,27	0,41	0,70	0,05	1,00	0,05
2 (VE1)	Sul	0,70	0,65	0,41	0,70	0,13	1,00	0,13
3 (VE1)	Oeste	0,70	2,16	0,52	0,70	0,55	0,56	0,31
4 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,39	0,70	0,69	0,56	0,48
5 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,44	0,70	0,78	0,56	0,48
6 (VE1)	Norte	0,70	1,40	0,90	0,70	0,62	0,27	0,19
7 (VE1)	Este	0,70	4,32	0,52	0,70	1,11	0,56	0,62
8 (VE1)	Este	0,70	2,16	0,52	0,70	0,55	0,56	0,31
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

TOTAL 2,57

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

TOTAL 0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{2,57} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{2389,51} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2389,51 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4751,30 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_e = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Moveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f ·(1-F _{fp})	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _v	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{c,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,05	0,90	420,00	19,55
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,12	0,90	420,00	47,06
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,66	490,00	248,17
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,67	490,00	251,72
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,04	0,66	0,66	0,65	0,90	220,00	128,65
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,92	0,90	490,00	406,48
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1508,09

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,int} ·B _{v,ENU}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{c,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{sol} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _c ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	27,99	0,54	0,24	1,00	420,00	101,56		
PDE1	Oeste	0,40	12,11	0,54	0,10	1,00	490,00	51,26		
PDE1	Norte	0,40	0,01	0,54	0,00	1,00	220,00	0,02		
PDE1	Este	0,40	12,73	0,54	0,11	1,00	490,00	53,90		
PTPPDE1	Sul	0,40	3,15	0,81	0,04	1,00	420,00	17,16		
PTPPDE1	Oeste	0,40	2,21	0,81	0,03	1,00	490,00	14,05		
PTPPDE1	Norte	0,40	0,19	0,81	0,00	1,00	220,00	0,53		
PTPPDE1	Este	0,40	2,24	0,81	0,03	1,00	490,00	14,19		
PTPPDE1	Sul	0,40	1,30	0,81	0,02	1,00	420,00	7,08		
PTPPDE1	Oeste	0,40	0,65	0,81	0,01	1,00	490,00	4,13		
PTPPDE1	Este	0,40	0,60	0,81	0,01	1,00	490,00	3,80		
PTPPDE2	Sul	0,40	0,73	0,78	0,01	1,00	420,00	3,80		
PTPPDE2	Oeste	0,40	2,40	0,78	0,03	1,00	490,00	14,68		
PTPPDE2	Norte	0,40	0,35	0,78	0,00	1,00	220,00	0,96		
PTPPDE2	Este	0,40	1,80	0,78	0,02	1,00	490,00	11,01		
-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL										298,12

COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL										0,00

COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
CB1	Horizontal	0,40	118,85	0,76	0,04	1,45	1,00	805,00	1163,40	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL										1163,40

VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op} m ²	U W/m ² ·°C	R _{se} (m ² ·°C)/W	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se} m ²	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _c ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol} kWh/m ² .ano	I _{sol} ·F _s ·A _v kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1508,09 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 1461,52 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 2969,62 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ kWh/ano
 +
 Ganhos solares brutos $Q_{sol,v}$ kWh/ano
 =
 Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Ganhos internos médios q_{int} W/m²
 x
 Duração da Estação de Arrefecimento L_v horas
 =
 1000
 +
 factor solar de verão de referência $g_{v,REF}$
 x
 A_w/A_p
 x
 Radiação solar média de referência $I_{sol,REF}$ kWh/m².ano
 =
 kWh/m².ano
 x
 Área útil de Pavimento A_p m²
 =
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 277,04 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 333,73 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 218,70 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 277,04 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 12\ 389,84 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7245,75 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2535,03 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\
 & \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 4751,30 && \text{kWh/ano} \\
 &\div \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 14924,87 && \text{kWh/ano} \\
 &= \\
 &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,32
 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,99 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4751,30 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 4724,77 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 12389,84 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 4724,77 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 10200,10 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 85,82 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7245,75 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 6909,00 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{i,l} \quad 58,13 \quad \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 277,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 340,08 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 277,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 2\,211,29 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pu} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pu} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	10200,10	214,56	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	145,33	
TOTAL								10200,10	214,56	TOTAL						145,33

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ar} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{ar} \cdot F_{pu} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pu} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	600,00	12,62	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								600,00	12,62	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS						CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS						
consumo médio diário de referência M_{AQS}		consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>						consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>		consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>						
nº de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="40"/>		nº de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="40"/>						nº convencional de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="40"/>		nº de ocupantes de cada fracção n <input type="text" value="40"/>						
factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/>		aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/>						factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/>		aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/>						
nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>		nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>						nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>		nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/>						
área média diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>		área A_p <input type="text" value="118,85"/>						área média diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/>		área A_p <input type="text" value="118,85"/>						
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>						Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS Q_u/A_p <input type="text" value="20,00"/>						
SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_u \cdot F_{pu} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	1	0,73	2,5	3261,02	68,60	Sistema 1	Electricidade	20,00	1,00	0,95	2,5	52,64	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,86	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00	
TOTAL								3261,02	68,60	TOTAL						52,64

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm}	<input type="text" value="0"/>	kWh/ano
Área útil de Pavimento A_p	<input type="text" value="118,85"/>	m ²
Factor de Conversão F_{pu}	<input type="text" value="2,5"/>	kWh _{EP} /kWh
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação	<input type="text" value="0,00"/>	kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pu} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	214,56	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	12,62	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	68,60	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	295,77	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	145,33	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	209,61	kWh _{EP} /m ² .ano

ANEXO 12 – Cálculo Simplificado 06

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

EL1 - Elementos da envolvente exterior

Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	33,17	132,00	132,00	1,00	4377,91
PDE1	17,37	132,00	132,00	1,00	2292,58
PDE1	0,55	132,00	132,00	1,00	72,60
PDE1	17,36	132,00	132,00	1,00	2291,78
		611,00	150,00	1,00	
TOTAL					9034,87

Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

EL1 - Elementos da envolvente interior

Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	24,36	132,00	132,00	1,00	3215,52
		611,00	150,00	1,00	
TOTAL					3215,52

Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
TOTAL					0,00

Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
					0,00

Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
CBI1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		
TOTAL					17827,50

EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
PV1	118,85	150,00	150,00	1,00	17827,50
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
TOTAL					17827,50

EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

INÉRCIA TÉRMICA

Pavimentos enterrados

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
TOTAL					0,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m ²)	Massa total (kg/m ²)	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
TOTAL					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de
Dados

INÉRCIA TÉRMICA

					0,00
				TOTAL	0,00

It 403,07

Classe de inércia térmica Forte

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Existente
Concelho	Moimenta da Beira
Altitude (m)	650
Região	B
Rugosidade	II
Área útil (m ²)	118,85
Pé direito (m)	2,60
Volume (m ³)	309,01
Texterior (°C)	6,00
Altitude ref. (m)	579,00
A_{ENV}/A_U	15,3%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u_{10} (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 4,17 m/s	
Nº fachadas expostas	≥ 2
Altura do edifício, H_{edif} (m)	12
Altura da fração, H_{FA} (m)	12
Edifícios/obstáculos?	<input type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H_{obs} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{obs} (m)	
Proteção do edifício	Desprotegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)
Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor n_{50} ?

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Designação	Área vãos (m ²)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	18,16	Sem classificação	Perm. Baixa

Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas?
Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural?
Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)?
Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

 Existem meios híbridos?
RESULTADOS

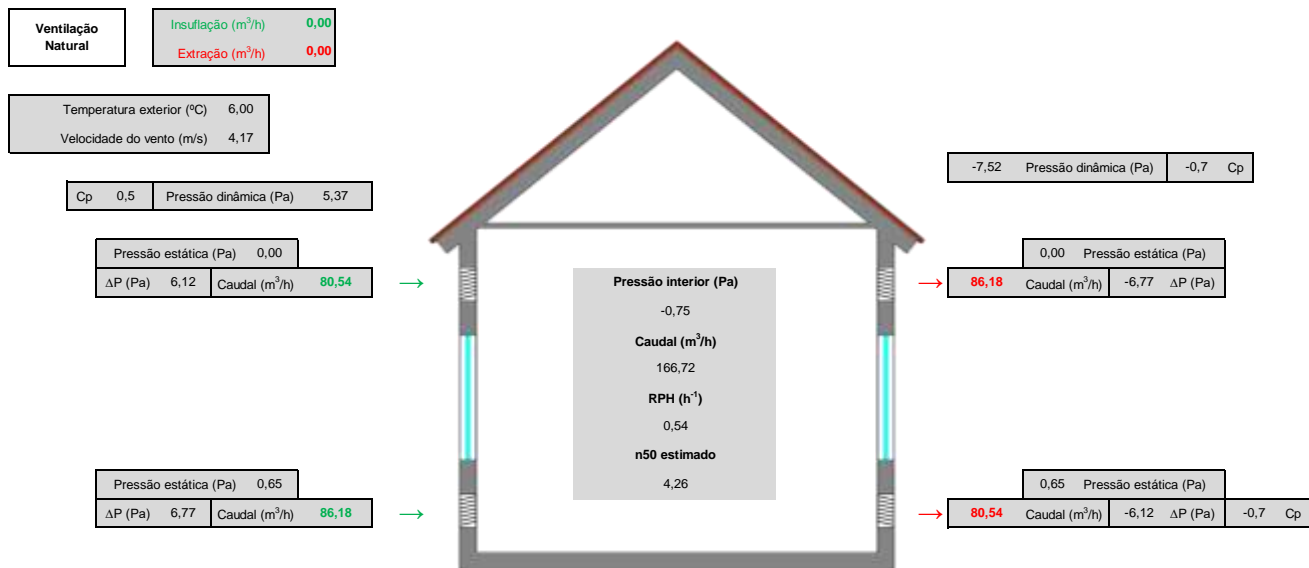
RPH estimada condições nominais (h-1)	0,54
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,54
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,54
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

ANEXO - Esquema da ventilação com base no cálculo (Método Simplificado)



Folha de Cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR					A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR				
PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C		PAREDES EXTERIORES	Área A m ²	U _{ref} W/m ² .°C	U.A W/°C	
					<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-	
PDE1	33,17	0,73	24,18		PDE1	33,17	0,35	11,61	
PDE1	17,37	0,73	12,66		PDE1	17,37	0,35	6,08	
PDE1	0,55	0,73	0,40		PDE1	0,55	0,35	0,19	
PDE1	17,36	0,73	12,66		PDE1	17,36	0,35	6,08	
				TOTAL					TOTAL
				49,90					23,96
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
				TOTAL					TOTAL
				0,00					0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				
	Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	U.A W/°C	
				TOTAL					TOTAL
				0,00					0,00
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES					VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
1 (VE1)	0,27	3,00	0,81		1 (VE1)	0,27	2,20	0,59	
2 (VE1)	0,65	3,00	1,95		2 (VE1)	0,65	2,20	1,43	
3 (VE1)	2,16	3,00	6,48		3 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
4 (VE1)	3,60	3,00	10,80		4 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
5 (VE1)	3,60	3,00	10,80		5 (VE1)	3,60	2,20	7,92	
6 (VE1)	1,40	3,00	4,20		6 (VE1)	1,40	2,20	3,08	
7 (VE1)	4,32	3,00	12,96		7 (VE1)	4,32	2,20	9,50	
8 (VE1)	2,16	3,00	6,48		8 (VE1)	2,16	2,20	4,75	
				TOTAL					TOTAL
				54,48					39,95
VÃOS OPACOS EXTERIORES					VÃOS OPACOS EXTERIORES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C			Área A m ²	U W/m ² .°C	U.A W/°C	
				TOTAL					TOTAL
				0,00					0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES					PONTES TÉRMICAS LINEARES				
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C			Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C	
Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,70	23,32		Fachada com pavimento intermédio	33,31	0,50	16,66	
Fachada com varanda	14,90	0,70	10,43		Fachada com varanda	14,90	0,50	7,45	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,50	3,90		Duas paredes verticais em ângulo saliente	7,80	0,40	3,12	
Fachada com caixilharia	46,40	0,30	13,92		Fachada com caixilharia	46,40	0,20	9,28	
Zona da caixa de estores	10,55	0,30	3,17		Zona da caixa de estores	10,55	0,20	2,11	
Fachada com cobertura	33,31	0,70	23,32		Fachada com cobertura	33,31	0,50	16,66	
				TOTAL					TOTAL
				78,05					55,27

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **182,43** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H_{ext} **119,18** W/°C

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR
A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR

PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
PDI1	24,36	0,85	0,80	16,57	PDI1	24,36	0,35	0,80	6,82
				TOTAL					TOTAL
				16,57					6,82

PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES					PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)					COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
CBI1	118,85	0,85	0,80	80,82	CBI1	118,85	0,30	0,80	28,52
				80,82					28,52
TOTAL					TOTAL				
80,82					28,52				
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.					VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.				
	Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C		Área A m ²	U W/m ² .°C	b _{tr}	U.A.b _{tr} W/°C
				0,00					0,00
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)					PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b _{tr} > 0,7)				
	Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	b _{tr}	ψ.B.b _{tr} W/°C
Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,70	0,80	5,25	Fachada com pavimento intermédio	9,37	0,50	0,80	3,75
Fachada com cobertura	9,37	0,70	0,80	5,25	Fachada com cobertura	9,37	0,50	0,80	3,75
		#N/D				#N/D			
TOTAL					TOTAL				
10,49					7,50				

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} = 107,89 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{int} = 42,84 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO
A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

PAREDES ENTERRADAS					PAREDES ENTERRADAS				
	Área m ²	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C			Área m	U _{bw} W/m ² .°C	A.U _{bw} W/°C	
			0,00					0,00	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i>					PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z>0).</i>				
	Área m ²	U _{bt} W/m ² .°C	A.U _{bt} W/°C			Área m	U _{bt} W/m ² .°C	A.U _{bt} W/°C	
			0,00					0,00	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>					PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>				
	Área m ²	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C			Área m	U _f W/m ² .°C	A.U _f W/°C	
			0,00					0,00	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecg} = 0,00 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecg} = 0,00 W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO
A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} = 182,43 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} = 119,18 W/°C

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} + H_{\text{adi}} \quad \boxed{107,89} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{290,31} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext}} \quad \boxed{182,43} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu}} \quad \boxed{107,89} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr}} \quad \boxed{290,31} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} + H_{\text{adi REF}} \quad \boxed{42,84} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{162,02} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior } H_{\text{ext REF}} \quad \boxed{119,18} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior } H_{\text{enu REF}} \quad \boxed{42,84} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecg REF}} \quad \boxed{0,00} \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr REF}} \quad \boxed{162,02} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i-A_p-P_d} &= 166,72 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i REF} &= 0,54 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} &= 56,68 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v-A_p-P_d} &= 185,41 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_D &= 118,85 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 63,04 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{2361,79} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada F_g	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE1)	Sul	0,70	0,27	0,90	0,70	0,12	1,00	0,12
2 (VE1)	Sul	0,70	0,65	0,90	0,70	0,29	1,00	0,29
3 (VE1)	Oeste	0,70	2,16	0,90	0,70	0,96	0,56	0,53
4 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,46	0,70	0,81	0,56	0,48
5 (VE1)	Oeste	0,70	3,60	0,46	0,70	0,81	0,56	0,48
6 (VE1)	Norte	0,70	1,40	0,90	0,70	0,62	0,27	0,19
7 (VE1)	Este	0,70	4,32	0,90	0,70	1,91	0,56	1,07
8 (VE1)	Este	0,70	2,16	0,90	0,70	0,96	0,56	0,53
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	3,69

Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_{h,j} \cdot F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,j} \cdot F_{f,j}$ deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área A_w m ²	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

No cálculo de $g_{i,int}$ e $g_{i,ENU}$ não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, g_i será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal $g_{\perp,vi}$, afectado do factor de seletividade angular $F_{w,i}$.

$$\begin{aligned}
 & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{3,69} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{135} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,90} \text{ meses} \\
 & = \\
 \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{3435,13} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 3435,13 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5796,92 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 135 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,90 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2424,52 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2361,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4786,309373 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO
D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 118,85 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1391,97 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES
VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS Global Prot. Móveis e Perm. B _f	FS Global Prot. Perm. B _{fp}	FS de Verão g _v =F _{m,v} ·B _f +(1-F _{m,v})·B _{fp}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,mt,gv}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v
												kWh/m ² ·ano	kWh/ano
1 (VE1)	Sul	0,27	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,05	0,90	420,00	19,55
2 (VE1)	Sul	0,65	Simples	0,70	0,80	0,60	0,04	0,62	0,27	0,12	0,90	420,00	47,06
3 (VE1)	Oeste	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
4 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,80	490,00	301,09
5 (VE1)	Oeste	3,60	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,77	0,80	490,00	301,09
6 (VE1)	Norte	1,40	Simples	0,70	0,85	0,00	0,04	0,66	0,66	0,65	0,90	220,00	128,65
7 (VE1)	Este	4,32	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,92	0,90	490,00	406,48
8 (VE1)	Este	2,16	Simples	0,70	0,90	0,60	0,04	0,70	0,30	0,46	0,90	490,00	203,24
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL												1610,39	1610,39

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F _g	Factor Sel. angular F _{w,v}	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F _{m,v}	FS de Verão do vão interior B _{v,int}	FS de Verão do vão do ENU B _{v,ENU}	Área Efectiva A _{v,v} =A _w ·F _g ·B _{v,mt,gv}	Factor de Obstrução F _{s,v} =F _{h,v} ·F _{o,v} ·F _{t,v}	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _{s,v} ·A _v	
												kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL												0,00	0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sobreamento ao vão interior, pelo que **na ausência de outros sobreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F_{o,v} é igual a 1.**
 Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g_{v,ENU} é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
PDE1	Sul	0,40	33,17	0,73			0,39	0,90	420,00	146,23
PDE1	Oeste	0,40	17,37	0,73			0,20	0,90	490,00	89,34
PDE1	Norte	0,40	0,55	0,73	0,04		0,01	0,90	220,00	1,27
PDE1	Este	0,40	17,36	0,73			0,20	0,90	490,00	89,31
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									326,14	326,14
COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	-	0,04	-	1,00	805,00	-
TOTAL									0,00	0,00
COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
CBI1	Horizontal	0,40	118,85	0,76	0,04		1,45	1,00	805,00	1163,40
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									1163,40	1163,40
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A _{op}	U	R _{se}	Área efectiva A _v =α·U·A _{op} ·R _{se}	Factor de Obstrução F _s =F _h ·F _o ·F _t	Intensidade da Radiação I _{sol}	I _{sol} ·F _s ·A _v
				m ²	W/m ² ·°C	(m ² ·°C)/W	m ²		kWh/m ² ·ano	kWh/ano
-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL									0,00	0,00

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada = 1610,39 kWh/ano

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca = 1489,54 kWh/ano

 Ganhos Solares brutos Q_{sol,v} = 3099,93 kWh/ano

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

 Ganhos internos brutos Q_{int,v} = 1391,97 kWh/ano

 Ganhos solares brutos Q_{sol,v} = 3099,93 kWh/ano

 Ganhos térmicos brutos Q_{gv} = 4491,91 kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

 Ganhos internos médios q_{int} = 4 W/m²

 Duração da Estação de Arrefecimento L_v = 2928 horas

$$\begin{array}{r}
 1000 \\
 + \\
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v,REF} \quad \boxed{0,43} \\
 \times \\
 A_{ut}/A_p \quad \boxed{0,2} \\
 \times \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} \quad \boxed{490} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 = \\
 \boxed{53,85} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 \times \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p \quad \boxed{118,85} \text{ m}^2 \\
 = \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{Q,v,REF} \quad \boxed{6400,31} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 290,31 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 347,00 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 218,70 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 290,31 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 12\ 983,27 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 162,02 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 7245,74 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 2\ 535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\ 863 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 56,68 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 2535,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ & \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 5796,92 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i}+Q_{ve,i} && 15518,29 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,37 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{parâmetro } a_i \quad 4,20 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad 0,99 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 5796,92 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad 5738,50 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad 0,6 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad 4786,31 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 12983,27 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad 5738,50 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 9779,80 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad 82,29 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 7245,74 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 2535,03 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad 2871,79 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad 6908,99 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 118,85 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{il} \quad 58,13 \quad \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 290,31 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 353,35 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 290,31 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 2\,317,20 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 63,04 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &(\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 3 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &x \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \text{ horas} \\
 &\div \\
 &1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 503,15 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ kWh/ano

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$ kWh/ano
 =
 parâmetro γ_v
 parâmetro a_v W/°C
 Factor de utilização dos ganhos η_v

Factor de utilização dos ganhos η_v

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$(1 - \eta_v)$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

$(1 - \eta_{v,REF})$
 x
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v,REF}$ kWh/ano
 ÷
 Área útil de pavimento A_p m²
 =
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento N_v kWh/m².ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ic} kWh/m ² .ano	f_i	δ	Eficiência Nominal η_i	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pou} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_i kWh/m ² .ano	$f_{i,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{i,REF} \cdot N_i \cdot F_{pou} / \eta_{i,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	9779,80	205,72	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	145,33	
TOTAL								9779,80	205,72	TOTAL						145,33

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil N_{ic} kWh/m ² .ano	f_r	δ	Eficiência Nominal η_r	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_r \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_r \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_r \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pou} / \eta_r$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil N_r kWh/m ² .ano	$f_{r,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{r,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{r,REF} \cdot N_r \cdot F_{pou} / \eta_{r,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano	
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	611,56	12,86	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	11,64	
TOTAL								611,56	12,86	TOTAL						11,64

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS		CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA		Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS		SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	f_a	δ	Eficiência Nominal η_a	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_a$ kWh _{EP} /m ² .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência Q_u/A_p kWh/m ² .ano	$f_{a,REF}$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão F_{pou} kWh _{EP} /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_{a,REF} \cdot Q_u \cdot F_{pou} / \eta_{a,REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano
consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l x 4187 x 4 ocupantes x 1 factor de eficiência hídrica = consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l		aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C x 365 nº de dias de consumo = 3600000 + 118,85 A_p m ² = 20,00 Q_u/A_p kWh/m ² .ano		consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l x 4187 x 4 ocupantes x 1 factor de eficiência hídrica = consumo médio diário de referência M_{AQS} <input type="text" value="160"/> l		aumento de temperatura ΔT <input type="text" value="35"/> °C x 365 nº de dias de consumo = 3600000 + 118,85 A_p m ² = 20,00 Q_u/A_p kWh/m ² .ano		Sistema 1 Electricidade 20,00 1,00 1 0,73 2,5 3261,02 68,60		Sistema por defeito Electricidade 20,00 0,00 2,5 0,86 0,00 3261,02 68,60		Sistema 1 Electricidade 20,00 1,00 0,95 2,5 52,64		Sistema por defeito Electricidade 20,00 0,00 0,95 2,5 0,00		TOTAL 3261,02 68,60		Sistema 1 Electricidade 20,00 1,00 0,95 2,5 52,64		Sistema por defeito Electricidade 20,00 0,00 0,95 2,5 0,00		TOTAL 52,64	

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W_{vm}	<input type="text" value="0"/> kWh/ano
+	
Área útil de Pavimento A_p	<input type="text" value="118,85"/> m ²
x	
Factor de Conversão F_{pv}	<input type="text" value="2,5"/> kWh _{EP} /kWh
=	
Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação	<input type="text" value="0,00"/> kWh _{EP} /m ² .ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Factor de Conversão F_{pv} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh _{EP} /m ² .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	205,72	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	12,86	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	68,60	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	-	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	287,18	kWh _{EP} /m ² .ano

G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Energia primária para aquecimento	145,33	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	11,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	52,64	kWh _{EP} /m ² .ano
	=	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N _p	209,61	kWh _{EP} /m ² .ano