
PROJECTO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO TÉRMICO

Paulo Jorge Lopes Machado
Sítio das Casas Amarelas- Vale de Mulatas Lote: 72 2910-737 Setúbal
Comunicação Prévia

ESTUDO DE COMPORTAMENTO TÉRMICO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1. INTRODUÇÃO

Refere-se a presente memória à verificação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (Decreto-Lei n.º 118/2013), incluindo a descrição das características térmicas dos elementos da envolvente e a quantificação das necessidades nominais de energia útil para aquecimento, arrefecimento, águas quentes sanitárias e necessidades globais de energia primária, para que estas possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia e os elementos de construção não sofram efeitos patológicos derivados de condensações superficiais ou internas.

O estudo pretende efectuar a verificação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - Decreto-Lei No 118/2013 de 20 de Agosto e inclui uma descrição das características térmicas dos elementos da envolvente, a quantificação dos diferentes parâmetros térmicos, a determinação das necessidades nominais de aquecimento (N_{ic}) e de arrefecimento (N_{vc}), a quantificação das necessidades nominais para produção de água quente sanitária (Q_a) e ainda o cálculo das necessidades nominais globais de energia primária (N_{tc}).

2. DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício localiza-se em Setúbal, no concelho de Setúbal e distrito de Setúbal, a uma altitude de 48m e a uma distância à costa inferior a 5km. O edifício é constituído por 2 pisos, destinando-se a habitação. O edifício em estudo é de tipologia T3, possui uma área útil de pavimento de 179,28m². A produção de águas quentes sanitárias é assegurada por um esquentador a gás associada a um sistema de coletores solares. Não possui sistema de climatização instalado. No que respeita à ventilação, esta processa-se de forma natural.

3. LOCALIZAÇÃO

O edifício situa-se em Setúbal.

3.1 Zonamento Climático

De acordo com o REH, encontra-se na zona climática I1 e V2.

4. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

4.1 Paredes Exteriores

Referência: P EXT (6cm XPS)

Parede exterior dupla, de 36.0 cm, de cor clara, com isolamento na caixa de ar, composta por: 1) argamassa e reboco tradicional com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 1.3 W/m°C e resistência térmica de 0.012 m²°C/W; 2) tijolo cerâmico furado (15 cm) com 15 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.385 W/m°C e resistência térmica de 0.390 m²°C/W; 3) caixa de ar não ventilada com 1 cm de espessura; 4) poliestireno extrudido (xps) com 6 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/m°C e resistência térmica de 1.622 m²°C/W; 5) tijolo cerâmico furado (11 cm) com 11 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.407 W/m°C e resistência térmica de 0.270 m²°C/W; 6) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²°C/W.

Coeficiente de transmissão térmica: 0.38 W/m²°C

Coeficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: 0.50 W/m²°C

4.2 Portas Exteriores

As portas exteriores serão em alumínio, isoladas termicamente, bem vedadas no seu perímetro por aplicação de borrachas ou equivalentes.

Coefficiente de transmissão térmica máximo - $U=1,50 \text{ W/m}^2\text{°C}$

4.3 Coberturas Exteriores

Referência: Mosaico (COB EXT (8cm XPS))

Cobertura plana, de cor clara, composta por: 1) cerâmica vidrada/grés cerâmico com 1 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $1.3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.008 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 2) argamassa e reboco tradicional com 3 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $1.3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.023 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 3) poliestireno extrudido (xps) com 8 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $0.035 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $2.286 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 4) membranas flexíveis impregnadas com betume com 1 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $0.23 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.043 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 5) argamassa e reboco tradicional com 3 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $1.3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.023 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 6) laje maciça 20 cm com 20 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $2.5 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.080 \text{ m}^2\text{°C/W}$.

Coefficiente de transmissão térmica: $0.38 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: $0.40 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Referência: Seixo Rolado (COB EXT (8cm XPS))

Cobertura plana, de cor clara, composta por: 1) seixo com 5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $2 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.025 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 2) argamassa e reboco tradicional com 3 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $1.3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.023 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 3) poliestireno extrudido (xps) com 8 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $0.035 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $2.286 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 4) membranas flexíveis impregnadas com betume com 1 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $0.23 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.043 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 5) argamassa e reboco tradicional com 3 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $1.3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.023 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 6) laje maciça 20 cm com 20 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $2.5 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.080 \text{ m}^2\text{°C/W}$.

Coefficiente de transmissão térmica: $0.38 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Coefficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: $0.40 \text{ W/m}^2\text{°C}$

4.4 Pavimentos Exteriores

Referência: PAV EXT (8cm XPS)

Pavimento sobre espaço interior não aquecido composto por: 1) pavimento laminado com 0.7 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $0.15 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.047 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 2) lâmina de espuma de polietileno de alta densidade com 0.3 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $0.043 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.070 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 3) argamassa e reboco tradicional com 3 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $1.3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.023 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 4) poliestireno extrudido (xps) com 8 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $0.037 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $2.162 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 5) argamassa e reboco tradicional com 4 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de $1.3 \text{ W/m}^2\text{°C}$ e resistência térmica de $0.031 \text{ m}^2\text{°C/W}$; 6)

laje maciça 15 cm com 15 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 2.5 W/m°C e resistência térmica de 0.060 m²C/W.

Coeficiente de transmissão térmica: 0.39 W/m²C

Coeficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: 0.40 W/m²C

4.5 Paredes Interiores

Referência: P INT (6XPS)

Parede de separação com espaços interiores não aquecidos (Lavandaria), dupla, de 36.0 cm, com isolamento na caixa de ar, composta por: 1) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²C/W; 2) tijolo cerâmico furado (15 cm) com 15 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.385 W/m°C e resistência térmica de 0.390 m²C/W; 3) caixa de ar não ventilada com 1 cm de espessura; 4) poliestireno extrudido (xps) com 6 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/m°C e resistência térmica de 1.622 m²C/W; 5) tijolo cerâmico furado (11 cm) com 11 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.407 W/m°C e resistência térmica de 0.270 m²C/W; 6) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²C/W.

Coeficiente de transmissão térmica: 0.36 W/m²C

Coeficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: 0.50 W/m²C

Referência: P INT (6XPS)

Parede de separação com espaços interiores não aquecidos (garagem), dupla, de 36.0 cm, com isolamento na caixa de ar, composta por: 1) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²C/W; 2) tijolo cerâmico furado (15 cm) com 15 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.385 W/m°C e resistência térmica de 0.390 m²C/W; 3) caixa de ar não ventilada com 1 cm de espessura; 4) poliestireno extrudido (xps) com 6 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/m°C e resistência térmica de 1.622 m²C/W; 5) tijolo cerâmico furado (11 cm) com 11 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.407 W/m°C e resistência térmica de 0.270 m²C/W; 6) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²C/W.

Coeficiente de transmissão térmica: 0.36 W/m²C

Coeficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: 0.50 W/m²C

4.6 Pontes Térmicas Planas

Referência: Vigas

Zona de viga (exterior) - Ponte térmica plana composta por: 1) argamassa e reboco tradicional com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 1.3 W/m°C e resistência térmica de 0.012 m²C/W; 2) betão armado com % armadura < 1 % com 25 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 2 W/m°C e resistência térmica de 0.125 m²C/W; 3) poliestireno extrudido (xps) com 4 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/m°C e resistência térmica de 1.081 m²C/W; 4) tijolo cerâmico furado (4 cm) com 4 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.4 W/m°C e resistência térmica de 0.100 m²C/W; 5) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²C/W.

Coefficiente de transmissão térmica: 0.66 W/m²°C

Coefficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: 0.90 W/m²°C

Referência: PTP Pilar EXT (4cm XPS)

Parede exterior simples, de 36.0 cm, de cor clara, com isolamento pelo interior, composta por: 1) argamassa e reboco tradicional com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 1.3 W/m°C e resistência térmica de 0.012 m²°C/W; 2) betão armado com % armadura < 1 % com 25 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 2 W/m°C e resistência térmica de 0.125 m²°C/W; 3) poliestireno extrudido (xps) com 4 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/m°C e resistência térmica de 1.081 m²°C/W; 4) tijolo cerâmico furado (4 cm) com 4 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.4 W/m°C e resistência térmica de 0.100 m²°C/W; 5) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²°C/W.

Coefficiente de transmissão térmica: 0.66 W/m²°C

Coefficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: 0.90 W/m²°C

Referência: Vigas

Zona de viga (interior) - Ponte térmica plana composta por: 1) argamassa e reboco tradicional com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 1.3 W/m°C e resistência térmica de 0.012 m²°C/W; 2) betão armado com % armadura < 1 % com 25 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 2 W/m°C e resistência térmica de 0.125 m²°C/W; 3) poliestireno extrudido (xps) com 4 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/m°C e resistência térmica de 1.081 m²°C/W; 4) tijolo cerâmico furado (4 cm) com 4 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.4 W/m°C e resistência térmica de 0.100 m²°C/W; 5) estuque projectado ou fino ou de elevada dureza com 1.5 cm de espessura, coeficiente de condutibilidade térmica de 0.43 W/m°C e resistência térmica de 0.035 m²°C/W.

Coefficiente de transmissão térmica: 0.62 W/m²°C

Coefficiente de transmissão térmica máximo regulamentar: 1.75 W/m²°C

4.7 Vãos Envidraçados

Portas e Janelas Exteriores

Vão Simples, em caixilharia de alumínio com corte térmico, com classificação quanto à permeabilidade ao ar da classe 4, com vidro duplo reflectante 4a8mm + 16 + 5mm com **factor solar máximo de 0,35**, protecção solar interior em cortinas opacas na cor clara.

Os vãos que se encontram orientados entre nordeste e noroeste não necessitam de verificar o fator solar máximo referido no REH.

5. SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

Não tem previsto a instalação de qualquer sistema de climatização. Desta forma foram considerados os sistemas por defeito.

6. PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS (AQS)

Esquentador a gás natural, de exaustão natural, com 23,7 kW de potência nominal e eficiência de 89,0 %. Dispõe de ignição eletrónica e modulação automática de chama. O controlo do equipamento é efetuado através de um display digital LCD com indicação da temperatura de água quente e códigos de anomalia. As redes de tubagem de distribuição de AQS são isoladas termicamente com espuma elastomérica com 20 mm de espessura.

7. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Dimensionamento

O cálculo da contribuição dos colectores solares para preparação de águas quentes sanitárias foi calculado utilizando o SCE.ER da Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), apresentando-se em anexo o seu relatório.

Devido à tipologia da habitação, considera-se um consumo médio diário de referência de 40 litros/ocupante.

Desta forma foi obtido com o colector padrão uma energia captada (Esolar) de 1678 kWh, pelo que o painel a aplicar deverá captar no mínimo uma energia equivalente.

O sistema solar térmico será individual do tipo termosifão, composto por colectores solares plano perfazendo uma área total de 2,60 m², instalado na cobertura inclinada com azimuth Sul e inclinação de 35 °, não existindo obstruções assinaláveis do horizonte. O depósito de acumulação possui 300l de capacidade com permutador de calor em serpentina, localizado no exterior da fracção e instalado na posição horizontal, construído em aço vitrificado e possuindo isolamento térmico em poliuretano com 50 mm de espessura. O colector solar tem certificação “Solar Keymark”.

8. VENTILAÇÃO

A ventilação será natural, assegurada pela colocação de uma abertura na fachada fixa ou regulada manualmente, nas instalações sanitárias e na cozinha, possuindo uma área de 250cm² cada.

9. DIRECÇÃO TÉCNICA DA OBRA

O director técnico da obra deverá fazer cumprir integralmente o projecto apresentado, não sendo permitido a redução da qualidade das soluções descritas. Pode no entanto apresentar soluções construtivas diferentes das apresentadas desde que seja garantido e comprovado que essas soluções apresentam características melhores ou equivalentes às apresentadas.

Qualquer alteração ao projecto de arquitectura aprovado, poderá ter influência nos resultados apresentados, pelo que se deve dar conhecimento ao projectista do projecto e/ou Perito Qualificado que acompanha a obra para verificação da sua compatibilidade com o regulamento.

O director técnico da obra deverá realizar um dossier da obra, onde conste as informações técnicas de todos os materiais aplicados e registo fotográfico da aplicação das soluções propostas neste projecto, como forma de comprovação do seu cumprimento.

Lisboa, 4 de Junho de 2019
O Técnico

1.- SISTEMA ENVOLVENTE

1.1.- Pavimentos em contacto com o terreno

1.1.1.- Lajes térreas

1.2.- Fachadas

1.2.1.- Parte opaca das fachadas

1.2.2.- Aberturas em fachada

1.3.- Coberturas

1.3.1.- Parte maciça das coberturas planas

1.4.- Pavimentos em contacto com o exterior

2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTAÇÃO

2.1.- Compartimentação interior vertical

2.1.1.- Parte opaca da compartimentação interior vertical

2.2.- Compartimentação interior horizontal

3.- MATERIAIS

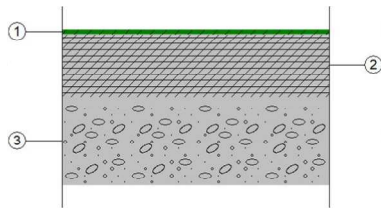
1.- SISTEMA ENVOLVENTE

1.1.- Pavimentos em contacto com o terreno

1.1.1.- Lajes térreas

PAV TERREO - Mosaico

Superfície total 119.27 m²



Listagem de camadas:

1 - Cerâmica vidrada/grés cerâmico	1 cm
2 - Argamassa e reboco tradicional	14 cm
3 - Betão armado	20 cm
Espessura total:	35 cm

Comportamento térmico

$U_{\text{arrefecimento}}: 0.49 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

(Para uma laje com comprimento característico $B' = 5.6 \text{ m}$)

Pormenor de cálculo ($U_{\text{arrefecimento}}$)

Superfície da laje, A: 140.10 m²

Perímetro da laje, P: 50.32 m

Resistência térmica da laje, $R_f: 0.20 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$

Sem isolamento perimetral

Tipo de terreno: Areia semi-densa

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 823.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr}): 58.0(-1; -7) \text{ dB}$

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, $L_n: 62.0 \text{ dB}$

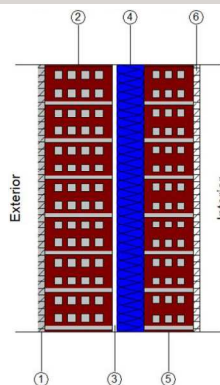
Calculado segundo o método simplificado da EN 12354

1.2.- Fachadas

1.2.1.- Parte opaca das fachadas

P EXT (6cm XPS)

Superfície total 139.51 m²



Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (15 cm)	15 cm
3 - Caixa de ar não ventilada	1 cm
4 - Poliestireno extrudido (XPS)	6 cm
5 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
6 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	1.5 cm
Espessura total:	36 cm

Comportamento térmico

$U: 0.38 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 266.21 kg/m²

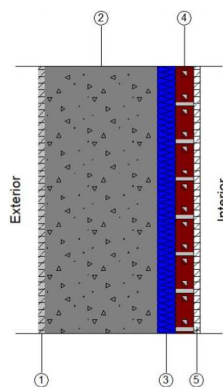
Massa superficial do elemento base: 263.81 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr}): 51.5(-1; -6) \text{ dB}$

Calculado segundo o método de previsão gráfica

PTP Pilar EXT (4cm XPS)

Superfície total 6.41 m²



Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional	1.5 cm
2 - Betão armado com % armadura < 1 %	25 cm
3 - Poliestireno extrudido (XPS)	4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (4 cm)	4 cm
5 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	1.5 cm

Espessura total: 36 cm

Comportamento térmico

$U: 0.66 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: $664.60 \text{ kg}/\text{m}^2$

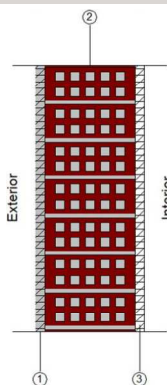
Massa superficial do elemento base: $663.00 \text{ kg}/\text{m}^2$

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 59.4(-1; -7) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

P EXT

Superfície total 46.08 m^2



Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (20 cm)	20 cm
3 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	2 cm

Espessura total: 24 cm

Comportamento térmico

$U: 1.33 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: $205.60 \text{ kg}/\text{m}^2$

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 45.7(-1; -5) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

1.2.2.- Aberturas em fachada

Metálica com corte térmico - Vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm (Cortinas interiores opacas de cor clara (Blackouts))

ACESSÓRIOS:

Cortinas interiores opacas de cor clara (Blackouts)

Características do vidro

Transmitância térmica, U_g : $2.40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Factor solar, g : 0.35

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 27 (-1; -1) dB

Características da caixilharia

Transmitância térmica, U_f : $2.40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Tipo de abertura: De abrir

Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4

Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: **256 x 250 cm** (largura x altura)

nº uds: **4**

Transmissão térmica

U_w 2.40 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Características energéticas e luminosas

F 0.26

F_H 0.26

Caracterização acústica

$R_w(C; C_{tr})$ 28 (-1; -2) dB

Dimensões: 256 x 250 cm (largura x altura)			nº uds: 2
Transmissão térmica	U_w	2.40	W/(m².°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.26	
	F_H	0.19	
Caracterização acústica	$R_w (C;C_{tr})$	28 (-1;-2)	dB

Dimensões: 344 x 250 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	2.40	W/(m².°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.26	
	F_H	0.19	
Caracterização acústica	$R_w (C;C_{tr})$	27 (-1;-2)	dB

Dimensões: 344 x 280 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	2.40	W/(m².°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.26	
	F_H	0.19	
Caracterização acústica	$R_w (C;C_{tr})$	27 (-1;-2)	dB

Dimensões: 104 x 250 cm (largura x altura)			nº uds: 2
Transmissão térmica	U_w	2.40	W/(m².°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.26	
	F_H	0.26	
Caracterização acústica	$R_w (C;C_{tr})$	30 (-1;-2)	dB

Dimensões: 152 x 250 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	2.40	W/(m².°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.26	
	F_H	0.26	
Caracterização acústica	$R_w (C;C_{tr})$	30 (-1;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m².°C))

F: Factor solar da abertura

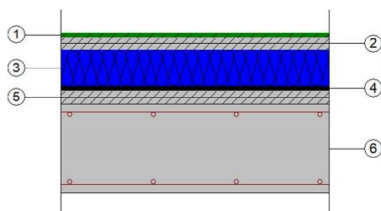
F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de Isolamento sonoro (dB)

1.3.- Coberturas

1.3.1.- Parte maciça das coberturas planas

Mosaico (COB EXT (8cm XPS))	Superfície total 3.58 m²
------------------------------------	--------------------------



Listagem de camadas:

1 - Cerâmica vidrada/grés cerâmico	1 cm
2 - Argamassa e reboco tradicional	3 cm
3 - Poliestireno extrudido (XPS)	8 cm
4 - Membranas flexíveis impregnadas com betume	1 cm
5 - Argamassa e reboco tradicional	3 cm
6 - Laje maciça 20 cm	20 cm
Espessura total:	36 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 0.37 W/(m²·°C)

U aquecimento: 0.38 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 657.20 kg/m²

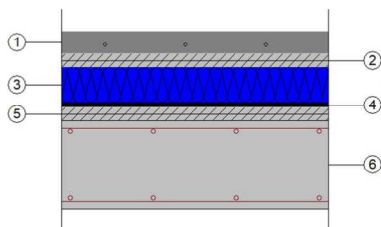
Massa superficial do elemento base: 571.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 54.7(-1; -6) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Seixo Rolado (COB EXT (8cm XPS))

Superfície total 125.23 m²



Listagem de camadas:

1 - Seixo	5 cm
2 - Argamassa e reboco tradicional	3 cm
3 - Poliestireno extrudido (XPS)	8 cm
4 - Membranas flexíveis impregnadas com betume	1 cm
5 - Argamassa e reboco tradicional	3 cm
6 - Laje maciça 20 cm	20 cm
Espessura total:	40 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 0.37 W/(m²·°C)

U aquecimento: 0.38 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 734.20 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 571.00 kg/m²

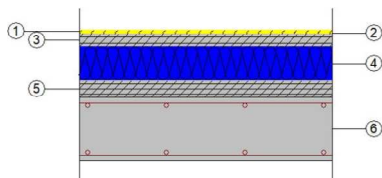
Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 54.7(-1; -6) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

1.4.- Pavimentos em contacto com o exterior

PAV EXT (8cm XPS) - Pavimento laminado

Superfície total 13.73 m²



Listagem de camadas:

1 - Pavimento laminado	0.7 cm
2 - Lâmina de espuma de polietileno de alta densidade	0.3 cm
3 - Argamassa e reboco tradicional	3 cm
4 - Poliestireno extrudido (XPS)	8 cm
5 - Argamassa e reboco tradicional	4 cm
6 - Laje maciça 15 cm	15 cm
Espessura total:	31 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 0.39 W/(m²·°C)

U aquecimento: 0.38 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 521.59 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 455.00 kg/m²

Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 52.7(-1; -6) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, L_n: 77.3 dB

Calculado segundo o método do invariante (I = 135 dB)

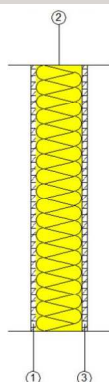
2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTAÇÃO

2.1.- Compartimentação interior vertical

2.1.1.- Parte opaca da compartimentação interior vertical

P INT Pladur

Superfície total 33.80 m²



Listagem de camadas:

1 - Placa de gesso cartonado	1.3 cm
2 - Lã de rocha (MW)	10 cm
3 - Placa de gesso cartonado	1.3 cm
Espessura total:	12.6 cm

Comportamento térmico

U: 0.35 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

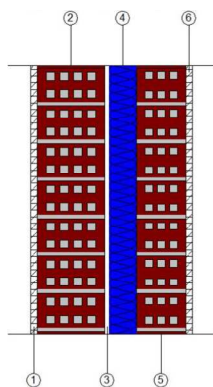
Massa superficial: 31.00 kg/m²

Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 28.9(-1; -1) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

P INT (6XPS)

Superfície total 45.95 m²



Listagem de camadas:

1 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (15 cm)	15 cm
3 - Caixa de ar não ventilada	1 cm
4 - Poliestireno extrudido (XPS)	6 cm
5 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
6 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	1.5 cm
Espessura total:	36 cm

Comportamento térmico

$U: 0.36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 251.21 kg/m²

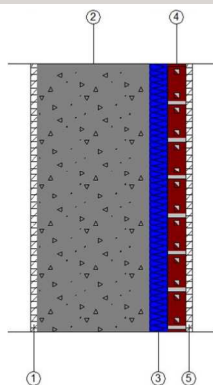
Massa superficial do elemento base: 248.81 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 51.0(-1; -6) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

PTP Pilar INT (4XPS)

Superfície total 4.05 m²



Listagem de camadas:

1 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	1.5 cm
2 - Betão armado com % armadura < 1 %	25 cm
3 - Poliestireno extrudido (XPS)	4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (4 cm)	4 cm
5 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	1.5 cm
Espessura total:	36 cm

Comportamento térmico

$U: 0.61 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 649.60 kg/m²

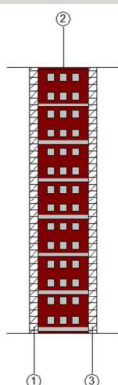
Massa superficial do elemento base: 648.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 59.2(-1; -7) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

P INT (11)

Superfície total 52.81 m²



Listagem de camadas:

1 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	2 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
3 - Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	2 cm
Espessura total:	15 cm

Comportamento térmico

$U: 1.60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 136.31 kg/m²

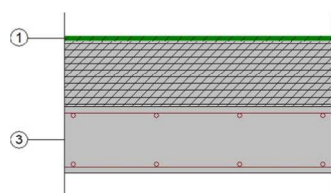
Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 42.0(-1; -3) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

2.2.- Compartimentação interior horizontal

PAV INTERM - Mosaico

Superfície total 13.79 m²



Listagem de camadas:

1 - Cerâmica vidrada/grés cerâmico	1 cm
2 - Argamassa e reboco tradicional	15 cm
3 - Laje maciça 15 cm	15 cm
Espessura total:	31 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 2.61 W/(m²·°C)

U aquecimento: 1.91 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 698.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 56.5(-1; -6) dB

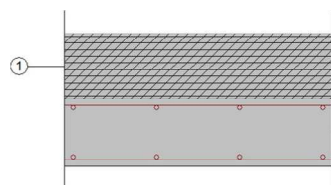
Calculado segundo o método de previsão gráfica

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, L_n : 73.5 dB

Calculado segundo o método do invariante ($I = 135$ dB)

PAV INTERM

Superfície total 7.79 m²



Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional	15 cm
2 - Laje maciça 15 cm	15 cm
Espessura total:	30 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 2.66 W/(m²·°C)

U aquecimento: 1.94 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 675.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 56.2(-1; -6) dB

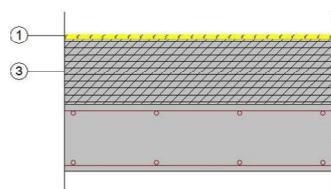
Calculado segundo o método de previsão gráfica

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, L_n : 73.8 dB

Calculado segundo o método do invariante ($I = 135$ dB)

PAV INTERM - Pavimento laminado

Superfície total 65.10 m²



Listagem de camadas:

1 - Pavimento laminado	0.7 cm
2 - Lâmina de espuma de polietileno de alta densidade	0.3 cm
3 - Argamassa e reboco tradicional	15 cm
4 - Laje maciça 15 cm	15 cm
Espessura total:	31 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 2.03 W/(m²·°C)

U aquecimento: 1.58 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 678.39 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 675.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 56.2(-1; -6) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, L_n : 73.8 dB

Calculado segundo o método do invariante ($I = 135$ dB)

3.- MATERIAIS

Camadas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
Argamassa e reboco tradicional	1.5	2000	1.3	0.0115	1000
Argamassa e reboco tradicional	2	2000	1.3	0.0154	1000
Argamassa e reboco tradicional	3	2000	1.3	0.0231	1000
Argamassa e reboco tradicional	4	2000	1.3	0.0308	1000
Argamassa e reboco tradicional	14	2000	1.3	0.1077	1000
Argamassa e reboco tradicional	15	2000	1.3	0.1154	1000
Betão armado	20	2600	2.5	0.08	1000
Betão armado com % armadura < 1 %	25	2400	2	0.125	1000
Cerâmica vidrada/grés cerâmico	1	2300	1.3	0.0077	1000
Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	1.5	1000	0.43	0.0349	1000
Estuque projectado ou fino ou de elevada dureza	2	1000	0.43	0.0465	1000
Lã de rocha (MW)	10	50	0.04	2.5	1000
Laje maciça 15 cm	15	2500	2.5	0.06	1000
Laje maciça 20 cm	20	2500	2.5	0.08	1000
Lâmina de espuma de polietileno de alta densidade	0.3	20	0.043	0.0698	2300
Membranas flexíveis impregnadas com betume	1	1100	0.23	0.0435	1000
Pavimento laminado	0.7	475	0.15	0.0467	1600
Placa de gesso cartonado	1.3	1000	0.25	0.052	1000
Poliestireno extrudido (XPS)	4	40	0.037	1.0811	1000
Poliestireno extrudido (XPS)	6	40	0.037	1.6216	1000
Poliestireno extrudido (XPS)	8	40	0.037	2.1622	1000
Poliestireno extrudido (XPS)	8	40	0.035	2.2857	1000
Seixo	5	2000	2	0.025	1000
Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11	875.5	0.407	0.2703	1000
Tijolo cerâmico furado (15 cm)	15	816.7	0.385	0.3896	1000
Tijolo cerâmico furado (20 cm)	20	728	0.385	0.5195	1000
Tijolo cerâmico furado (4 cm)	4	450	0.4	0.1	1000
Abreviaturas utilizadas					
e Espessura (cm)		RT	Resistência térmica (m²°C/W)		
ρ Densidade (kg/m³)		Cp	Calor específico (J/(kg·°C))		
λ Condutibilidade térmica (W/(m·°C))					

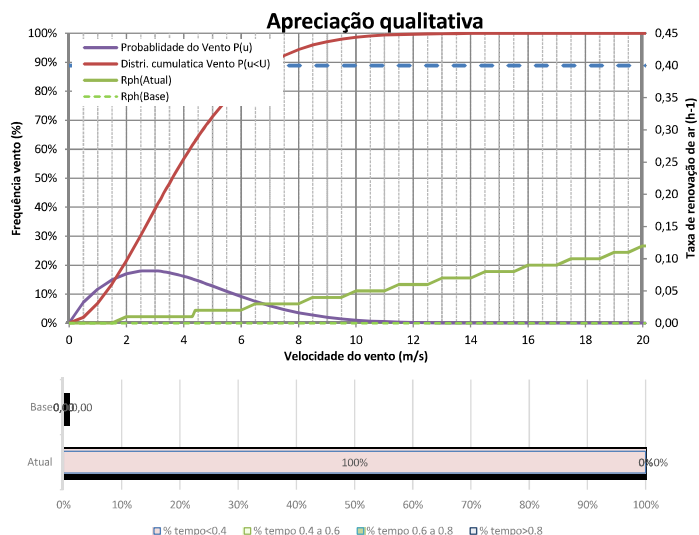
 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS		Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnec.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.	
Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v2.0a, 2014-02-12					
1. Enquadramento do edifício					
Tipo de edifício		Habitação_novo_ou_grande_reabilitação		Área útil (m2): 179,3	
Local (município)		SETUBAL		Pd (m): 2,80	
Região		A		N.º de pisos da fração: 2	
Rugosidade		II		Velocidade vento: Defeito REH	
Altitude do local (m)		48		Vento (u10REH: 3,6) (m/s):	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)		2 ou mais		Vol (m3): 502	
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?		Não		Texterior (°C): 10,7	
Altura do edifício (H _{edif}) em m		6		Zref (m): 47	
Altura da fração (H _{fra}) em m		6		Aenv/Au: 37%	
				Proteção do edifício: Desprotegido	
				Zona da fachada: Inferior	
2. Permeabilidade ao ar da envolvente					
Foi medido valor n50		Não			
Para cada Vão (janela/porta) ou grupo de vãos:					
Área dos vãos (m2)		65,63		0	
Classe de permeabilidade ao ar caix (janelas/portas)		4		4	
Permeabilidade ao ar das caixas de estore		Não tem		Não tem	
3. Aberturas de admissão de ar na envolvente					
Tem aberturas de admissão de ar na envolvente		Sim			
Tipo de abertura		Fixa ou regulável manualmente		Auto-regulável a 2 Pa	
Área livre das aberturas fixas (cm2) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m3/h)		500		0	
				Auto-regulável a 10 Pa	
				Auto-regulável a 20 Pa	
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta					
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)		Sim		Sim	
Escoamento de ar		Exaustão		Admissão	
Perda de carga		Baixa		Alta	
Altura da conduta (m)		3		0	
Cobertura		Em terraço, inclinada (<10°)			
Número de condutas semelhantes		2		2	
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado					
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)		Não			
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m3/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
Tem sistema de recuperação de calor					
Rendimento da recuperação de calor (%)					
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)					
Existem meios híbridos		Não			
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m3/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador(%)					
7. Verão - Recuperador de calor					
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão					
8. Resultados					
8.1 - Balanço de Energia - Edifício					
R _{ph,i} (h-1) - Aquecimento		0,50			
R _{ph,v} (h-1) - Arrefecimento		0,60			
W _{em} (kWh)		0,0			
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência					
R _{ph,i REF} (h-1)		0,50			
8.3 - Caudal mínimo de ventilação					
R _{ph} estimada em condições nominais (h-1)		0,50			
Requisito mínimo de ventilação (h-1)		0,40			
Critério R _{ph} mínimo		Satisfatório			
Nota: No Cálculo de R _{ph} min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.					
				Técnico: _____ Data: 22/05/2019	



Informação complementar e destinada a auxiliar na avaliação do funcionamento
da ventilação e na seleção de eventuais grelhas de ventilação (REH)

1 - Apreciação qualitativa do efeito da variação da velocidade do vento na taxa de renovação de ar

(Ajuda)



Atual: Rph_i=0.03 Rph_{medio}=0.02 Rph_{termica}=0.00
Base: Rph_i=0.00 Rph_{medio}=0.01 Rph_{termica}=0.00

Rph<0.4:100%; 0.4 a 0.6:0%; 0.6 a 0.8:0%; >0.8:0%

Rph<0.4:100%; 0.4 a 0.6:0%; 0.6 a 0.8:0%; >0.8:0%

2 - Recomendações para a permeabilidade ao ar das janelas e da envolvente (n50)

(Ajuda)

Janelas:

Classe de permeabilidade ao ar das janelas recomendada:	2
---	---

Permeabilidade ao ar da envolvente:

Valor n50 recomendado para construção usual:	1,80
Valor n50 recomendado para construção de elevado desempenho:	0,70
Valor n50 estimado com base na classe de permeabilidade ao ar das janelas e caixas de estore:	0,25

3 - Estimar características das aberturas de admissão de ar da fachada

(Ajuda)

Indicar caudal mínimo de ar novo pretendido (h-1):	0,50
Dimensionar grelhas com Frinchas?	Não

Caudal nominal das grelhas:	135 m3/h
Grelhas auto-reguláveis a não mais de:	20 Pa

Valores calculados para os diversos tipos de grelhas	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa
Caudal nominal das grelhas (m3/h)	0 m3/h	0 m3/h	0 m3/h	0 m3/h
Caudal nominal das grelhas/Volume da fração (h-1)	0 h-1	0 h-1	0 h-1	0 h-1

Isolamento sonoro: Avaliar para um compartimento, o mais desfavorável e com maior área envidraçada. Ajustar valores nas células a amarelo.

Zona	Sensível	Area da fachada (m2)	7,5
Correcção	Ctr	Area da janela (m2)	2,3
Tipo folhas:	Deslizar	Vol. compartimento (m3)	40,5
Tipo vidro	4-6-4 (30,-1,-3)		
Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB))	1		
Grelha de ventilação	Com atenuação aberta (36,-1,-3)		
Tipo de parede	Dupla 11+15 (50dB)		
	A (m2)	Rw (Ctr) (dB)	
Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB))	1	37	Rw vidro 30
Vedação das juntas janela vão (k)	Boa		C -1
Janela (Área (m2)/Rw(Ctr))	2,3	26	Ctr -3
Parede (Área (m2)/Rw(Ctr))	5,3	50	IGU Rw+Correcção 27
Fachada (Área (m2)/Rw(Ctr))	7,5	30	Janela Rw+Correcção 26
Fachada D2m,nT,W (dB)		28	
Resultados: isolamento sonoro			
Isolamento fachada (D2m,nT,W)	28		
Isolamento mínimo requerido (D2m,nT,W)	28	Satisfatório	

Síntese:

Grelhas fixas com 500 cm2 de área livre. As grelhas devem ser 'uniformemente' distribuídas pelas diferentes fachadas. As grelhas devem ter um isolamento sonoro (Dnei) não inferior a 36 (-1,-3) dB.

Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico: requisitos mínimos REH

1/2

Sumário

Instalação em Setúbal (Setúbal)

4 coletores Padrão REH

» painel com ε 2,60 m² (inclinação 35° e azimute 0°)

» depósito de 160 l, modelo adequado (REH)

Necessidades de energia: AQS regulamentar (REH)

Energia útil solicitada: 2 377 kWh

- satisfeitas por origem solar

- satisfeitas pelo apoio

1 678 kWh

71%

de fração solar

29%

Indicadores principais (sistema solar)

rendimento: 43%

produtividade: 645 kWh/m²

perdas: 24%

Local e clima

NUTS III: Península de Setúbal Município: Setúbal

Local: Setúbal

elevação: 46 m albedo: 20%

obstruções do horizonte

azimute: E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S

altura angular: _____

azimute: S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W

altura angular: _____

Configuração do sistema solar

Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 2,6 m² de colectores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 160 litros, apoio de montagem em série com controlo modulante.

Circuito primário com 2 m de comprimento, tubagens de calibre 12 mm, isolamento em poliuretano com 20 mm de espessura.

Bombas de 30 W, garantindo um caudal nominal de 46 l/m² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante.

4 colectores de modelo Padrão REH.

Características principais: área de abertura 0,65 m², coeficientes de perdas térmicas a1 = 4,12 W/m²K e a2 = 0,014 W/m²K², rendimento óptico = 73%.

1 depósito de modelo adequado (REH), com capacidade 160 litros, em posição vertical. Características construtivas principais: coeficiente de perdas térmicas global = 4,5 W/°C, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 99°C.

Apoio energético fornecido por sistema térmico (gás natural) com eficiência nominal 89%.

Água quente distribuída por tubagens de calibre 15 mm isoladas por poliuretano com espessura 12 mm, com 12 m entre depósito e ponto de consumo.

Necessidades de energia

Águas quentes sanitárias - padrão REH

edifício:

Residências

T3

nº fracções desta tipologia

1

nº ocupantes por fracção

4

consumo diário por ocupante (litros)

40

temperaturas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	°C
pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	°C

energia diária

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
segunda-feira	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	kWh
terça-feira	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	kWh
quarta-feira	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	kWh
quinta-feira	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	kWh
sexta-feira	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	kWh
sábado	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	kWh
domingo	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	kWh

perfil de consumo

hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(período diurno)	40%	.	.	.	.	.	10%	.	.	.	.	.
hora	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
(período nocturno)	40%	10%	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.



Relatório de simulação de sistema solar térmico: requisitos mínimos REH - continuação

2/2

Aproveitamento do recurso solar

radiação solar directa

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
horizontal (à superfície)	1,1	1,7	3,0	3,6	4,6	5,6	5,9	4,9	3,7	2,2	1,3	1,0	3,2 kWh/m².dia
incidente nos colectores	2,2	2,7	3,9	3,9	4,2	4,9	5,2	4,9	4,5	3,3	2,5	2,0	3,7 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	2,1	2,6	3,7	3,7	3,7	4,2	4,5	4,6	4,3	3,1	2,3	1,9	3,4 kWh/m².dia

radiação solar global

	média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
no topo da atmosfera	4,5	6,0	7,9	9,8	11,1	11,6	11,3	10,2	8,6	6,6	4,9	4,1	8,0 kWh/m².dia
na horizontal (à superfície)	2,2	3,1	4,6	5,7	6,9	7,7	7,9	6,8	5,4	3,7	2,4	1,9	4,9 kWh/m².dia
incidente nos colectores	3,5	4,4	5,8	6,1	6,5	6,9	7,3	7,0	6,4	5,0	3,7	3,0	5,5 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	3,0	3,7	5,0	5,2	5,3	5,5	5,9	6,0	5,6	4,3	3,2	2,6	4,6 kWh/m².dia

Desempenho energético

temperaturas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
ambiente	10,8	12,1	14,0	15,4	17,8	21,3	23,9	24,0	22,4	18,6	14,6	12,1	17,3 °C
abastecimento de água	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15 °C
base do armazenamento	23	26	30	31	31	34	36	37	35	29	25	23	30 °C
topo do armazenamento	31	35	41	43	44	47	50	51	49	40	33	29	41 °C
pretendida no consumo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50 °C

massas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
pretendida no consumo	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160 litros/dia
extraída do armazenamento	160	158	152	151	151	146	141	140	143	154	158	160	151 litros/dia
nota: adicionada	0	2	8	9	9	14	19	20	17	6	2	0	9 litros/dia

balanços de energia

- sistema solar

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
nota: radiação solar na horizontal	178	227	373	448	553	600	635	552	423	296	187	150	4 621 kWh
energia primária (radiação solar incidente)	281	319	467	478	528	541	586	567	500	402	292	245	5 206 kWh
energia solar captada	137	153	227	239	247	262	292	291	258	209	150	125	2 591 kWh
perdas térmicas no circuito primário	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	4 kWh
perdas térmicas no armazenamento	24	31	54	56	60	68	78	81	73	48	28	21	624 kWh
consumos eléctricos parasíticos	7	7	8	8	8	7	8	9	8	8	7	7	91 kWh
energia final (calor de origem solar)	116	132	197	196	216	230	256	255	226	182	128	106	2 239 kWh

- sistema de apoio

energia primária (gás natural)	118	87	62	55	48	33	26	24	33	69	104	128	786 kWh
energia final (calor)	105	78	55	49	42	30	23	21	29	61	93	114	699 kWh

- circuito de distribuição

perdas térmicas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,6 kWh
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------

- fornecimento de água quente

necessidades (consumo de energia útil)	202	182	202	195	202	195	202	202	195	202	195	202	2 377 kWh
energia de origem solar (útil)	97	105	147	147	160	166	179	181	166	140	103	88	1 678 kWh
energia com origem no apoio (útil)	105	77	55	49	42	30	23	21	29	61	93	114	699 kWh

Desempenho global do sistema

fracção solar	71% em termos de energia útil
produtividade	645 kWh/m² de colector
i.e.	47% da produtividade limite dos colectores, 1384 kWh/m²
rendimento - definição física	43% em relação à energia solar no plano dos colectores
rendimento - definição estatística	36% em relação à energia solar na horizontal
perdas térmicas e consumos parasíticos	28% da energia solar captada

(*)



(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.

REH - Fichas de cálculo
REGULAMENTO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO (REH).

Ficha de cálculo A
TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR

Paredes exteriores	Área A m ²	U W/m ² °C	U·A W/°C
P EXT (6cm XPS)	105.97	0.38	40.27
Vigas	21.10	0.66	13.93
PTP Pilar EXT (4cm XPS)	6.39	0.66	4.22
TOTAL			58.42
Pavimentos em contacto com o exterior (Inverno)	Área A m ²	U W/m ² °C	U·A W/°C
PAV EXT (8cm XPS)	13.55	0.38	5.15
TOTAL			5.15
Pavimentos em contacto com o exterior (Verão)	Área A m ²	U W/m ² °C	U·A W/°C
PAV EXT (8cm XPS)	13.55	0.39	5.28
TOTAL			5.28
Coberturas em contacto com o exterior (Inverno)	Área A m ²	U W/m ² °C	U·A W/°C
Mosaico (COB EXT (8cm XPS))	3.58	0.38	1.36
Seixo Rolado (COB EXT (8cm XPS))	92.62	0.38	35.20
TOTAL			36.56
Coberturas em contacto com o exterior (Verão)	Área A m ²	U W/m ² °C	U·A W/°C
Mosaico (COB EXT (8cm XPS))	3.58	0.37	1.32
Seixo Rolado (COB EXT (8cm XPS))	92.62	0.37	34.27
TOTAL			35.59
Vãos envidraçados exteriores	Área A m ²	U W/m ² °C	U·A W/°C
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	65.63	2.40	157.51
TOTAL			157.51
Pontes térmicas lineares	Comp. B m	ψ W/m°C	ψ·B W/°C
Fachada com pavimentos térreos	29.67	0.80	23.74
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	11.39	0.35	3.99
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	0.50	0.10	0.05
Fachada com pavimento de nível intermédio	27.55	0.50	13.78
Fachada com varanda	10.49	0.55	5.77
Fachada com varanda	0.25	0.50	0.13
Fachada com cobertura	44.98	1.00	44.98

Duas paredes verticais em ângulo saliente	27.90	0.50	13.95
Fachada com caixilharia	107.28	0.25	26.82
TOTAL			133.21

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior $H_{ext,i}$ **390.85** W/°C

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior $H_{ext,v}$ **390.01** W/°C

A.2 - 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
P INT (6XPS)	8.77	0.36	1.00	3.16
P INT (6XPS)	4.46	0.36	1.00	1.61
P INT (6XPS)	3.20	0.36	1.00	1.15
P INT (6XPS)	0.69	0.36	1.00	0.25
Vigas	1.28	0.62	1.00	0.79
Vigas	0.65	0.62	1.00	0.40
Vigas	0.47	0.62	1.00	0.29
TOTAL				7.65

Pontes térmicas lineares	Comp. B m	ψ W/m°C	b _{tr}	ψ·B·b _{tr} W/°C
Fachada com varanda	6.84	0.50	1.00	3.42
TOTAL				3.42

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior $H_{enu} + H_{adi}$ **11.07** W/°C

Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H_{enu} **11.07** W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

Pavimentos térreos	Área A m ²	U _{bf} W/m ² °C	U _{bf} ·A W/°C
PAV TERREO	3.93	0.49	1.93
PAV TERREO	82.74	0.49	40.54
TOTAL			42.47

Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs} **42.47** W/°C

A.4 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext,i}$ **390.85** W/°C
+

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu} + H_{adi}$ **11.07** W/°C
+

Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs} **42.47** W/°C
=

Coeficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr,i}$ **444.39** W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $H_{ext,v}$ **390.01** W/°C
+

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H_{enu} **11.07** W/°C

$$\begin{aligned} & \text{Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo } H_{\text{ecs}} = 42.47 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ & \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{\text{tr,v}} = 443.55 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

A.5 - ENVOLVENTE EXTERIOR

Paredes exteriores	Área A m²	U W/m²°C	U·A W/°C
P EXT (6cm XPS)	129.61 ⁽¹⁾	0.50	64.81
Vigas	25.81 ⁽¹⁾	0.50	12.91
PTP Pilar EXT (4cm XPS)	7.82 ⁽¹⁾	0.50	3.91
TOTAL			81.63

⁽¹⁾ Área da envolvente opaca exterior incrementada. Soma-se a parcela excedente de área relativa à área de vãos que supera 20% da área útil de pavimento.

Pavimentos em contacto com o exterior	Área A m²	U W/m²°C	U·A W/°C
PAV EXT (8cm XPS)	13.55	0.40	5.42
TOTAL			5.42

Coberturas em contacto com o exterior	Área A m²	U W/m²°C	U·A W/°C
Mosaico (COB EXT (8cm XPS))	3.58	0.40	1.43
Seixo Rolado (COB EXT (8cm XPS))	92.62	0.40	37.05
TOTAL			38.48

Vãos envidraçados exteriores	Área A m²	U W/m²°C	U·A W/°C
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	35.85 ⁽¹⁾	2.80	100.38
TOTAL			100.38

⁽¹⁾ Área total de vãos limitada a 20% da área útil de pavimento.

Pontes térmicas lineares	Comp. B m	ψ W/m°C	ψ·B W/°C
Fachada com pavimentos térreos	29.67	0.50	14.84
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	11.39	0.50	5.70
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	0.50	0.50	0.25
Fachada com pavimento de nível intermédio	27.55	0.50	13.78
Fachada com varanda	10.49	0.50	5.25
Fachada com varanda	0.25	0.50	0.13
Fachada com cobertura	44.98	0.50	22.49
Duas paredes verticais em ângulo saliente	27.90	0.40	11.16
Fachada com caixilharia	107.28	0.20	21.46
TOTAL			95.06

$$\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior } H_{\text{ext}} = 320.97 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

A.6 - 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
P INT (6XPS)	8.77	0.50	1.00	4.39
P INT (6XPS)	4.46	0.50	1.00	2.23
P INT (6XPS)	3.20	0.50	1.00	1.60
P INT (6XPS)	0.69	0.50	1.00	0.35
Vigas	1.28	0.50	1.00	0.64
Vigas	0.65	0.50	1.00	0.33
Vigas	0.47	0.50	1.00	0.24
TOTAL				9.78

Pontes térmicas lineares	Comp. B m	ψ W/m°C	b _{tr}	ψ·B·b _{tr} W/°C
Fachada com varanda	6.84	0.50	1.00	3.42
TOTAL				3.42

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior $H_{enu} + H_{adj}$ 13.20 W/°C

A.7 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO

Pavimentos térreos	Área A m ²	U _{bf} W/m ² °C	U _{bf} ·A W/°C
PAV TERREO	3.93	0.50	1.97
PAV TERREO	82.74	0.50	41.37
TOTAL			43.34

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs} 43.34 W/°C

A.8 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H_{ext} 320.97 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior $H_{enu} + H_{adj}$ 13.20 W/°C

+

Coefficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H_{ecs} 43.34 W/°C

=

Coefficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr,i}$ 377.51 W/°C

Ficha de cálculo B TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

0,34
x

Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento $R_{ph,i}$ 0.50 h⁻¹

x

Área útil de pavimento A_p 179.28 m²

x

Pé direito médio da fração P_d 2.80 m

$$\text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} = \frac{0,34 \times 0.60}{2.80} = 85.34 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,v} = \frac{0,34 \times 0.60}{179.28} = 0.60 \text{ h}^{-1}$$

$$\text{Área útil de pavimento } A_p = \frac{179.28}{2.80} = 179.28 \text{ m}^2$$

$$\text{Pé direito médio da fração } P_d = \frac{179.28}{2.80} = 2.80 \text{ m}$$

$$\text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} = \frac{0,34 \times 102.40}{2.80} = 102.40 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i \text{ REF}} = \frac{0,34 \times 0.50}{179.28} = 0.50 \text{ h}^{-1}$$

$$\text{Área útil de pavimento } A_p = \frac{179.28}{2.80} = 179.28 \text{ m}^2$$

$$\text{Pé direito médio da fração } P_d = \frac{179.28}{2.80} = 2.80 \text{ m}$$

$$\text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i \text{ REF}} = \frac{0,34 \times 85.34}{2.80} = 85.34 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Ficha de cálculo C GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Fator solar de inverno g_i	Área A_w (m ²)	Fator de obstrução $F_{s,i} = F_h \cdot F_o \cdot F_f$	Fração envidraçada F_g	Fator de sel. angular $F_{w,i}$	Área efetiva colectora $A_s = A_w \cdot F_{s,i} \cdot F_g \cdot q_i$ (m ²)	Fator de orientação X	Área efetiva colectora a sul $X \cdot A_s$ (m ²)
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NW	0.32	6.40	0.76	0.70	0.90	1.09	0.33	0.39
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SE	0.32	12.80	0.72	0.70	0.90	2.06	0.84	1.73

Designação do envidraçado	Orientação	Fator solar de inverno g_i	Área A_w (m ²)	Fator de obstrução $F_{s,i}=F_h \cdot F_o \cdot F_r$	Fração envidraçada F_g	Fator de sel. angular $F_{w,i}$	Área efetiva colectora $A_s=A_w \cdot F_{s,i} \cdot F_g \cdot g_i$ (m ²)	Fator de orientação χ	Área efetiva colectora a sul $\chi \cdot A_s$ (m ²)
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SE	0.32	8.60	0.73	0.70	0.90	1.41	0.84	1.18
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NW	0.32	6.40	0.79	0.70	0.90	1.13	0.33	0.39
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SE	0.32	9.63	0.41	0.70	0.90	0.88	0.84	0.74
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NW	0.32	12.80	0.86	0.70	0.90	2.47	0.33	0.82
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SW	0.32	2.60	0.39	0.70	0.90	0.23	0.84	0.19
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NE	0.32	3.80	0.84	0.70	0.90	0.72	0.33	0.24
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NE	0.32	2.60	0.82	0.70	0.90	0.48	0.33	0.16
TOTAL									5.84

Área efetiva total equivalente na orientação a sul 5.84 m²

Radiação média incidente num envidraçado vertical a sul G_{sul} 145.00 kWh/m².mês

Duração de aquecimento M 4.70 meses

Ganhos solares brutos $Q_{sol,i}$ 3979.96 kWh/ano

C.2 - GANHOS INTERNOS

Ganhos internos médios q_{int} 4.00 W/m²

Duração de aquecimento M

4.70

meses

x

Área útil de pavimento A_p

179.28

m²

=

Ganhos internos brutos Q_i

2426.73

kWh/ano

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos Q_{int,i}

2426.73

kWh/ano

+

Ganhos solares brutos Q_{sol,i}

3979.96

kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos Q_{g,i}

6406.69

kWh/ano

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

Ganhos internos brutos Q_{int,i REF}

2426.73

kWh/ano

+

Ganhos solares brutos Q_{sol,i REF}

2675.73

kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos Q_{g,i REF}

5102.46

kWh/ano

Ficha de cálculo D
GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientaçã o	Área (m²)	Tipo de vidro	Fração envidraça da F _g	Fator de sel. anquilar F _{w,v}	Fator solar de verão g _v =F _{mv} .g _r +(1-F _{mv}).g _{rp}	Área efetiva A _e =A _w .F _n . g _v (m²)	Fator de obstrução F _{s,v} =F _n .F _o . F _f	Intensidad e da radiação I _{sol} kWh/m².a no	Q _{sol} =I _{sol} .F _{s,v} . A _e kWh/ano
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NW	6.40	Dupl o	0.70	0.85	0.25	1.12	0.65	365.00	265.72
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SE	12.8 0	Dupl o	0.70	0.85	0.21	1.88	0.77	495.00	716.56
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SE	8.60	Dupl o	0.70	0.85	0.21	1.26	0.79	495.00	492.72
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NW	6.40	Dupl o	0.70	0.85	0.25	1.12	0.68	365.00	277.98
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SE	9.63	Dupl o	0.70	0.85	0.21	1.42	0.43	495.00	302.25
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NW	12.8 0	Dupl o	0.70	0.85	0.25	2.24	0.86	365.00	703.14
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	SW	2.60	Dupl o	0.70	0.85	0.21	0.38	0.39	495.00	73.36
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NE	3.80	Dupl o	0.70	0.85	0.25	0.67	0.82	365.00	200.53
Janela de vidro duplo reflectante 4 a 8 mm + 5mm com lâmina de ar de 16 mm	NE	2.60	Dupl o	0.70	0.85	0.25	0.46	0.70	365.00	117.53
TOTAL										3149.79

Referência	Orientaçã o	Coefficient e de absorção a	Área A _{oo} (m²)	U (W/(m².ºC))	R _{se} (m²ºC/W)	Área efetiva A _s =a.U.A _{oo} .R _s e (m²)	Fator de obstrução F _{s,v} =F _n .F _o . F _f	Intensidade da radiação I _{sol} kWh/m².an o	Q _{sol} =I _{sol} .F _{s,v} . A _s kWh/ano (kcal)
P EXT (6cm XPS)	SW	0.40	47.8 7	0.38	0.04	0.29	1.00	495.00	143.55
P EXT (6cm XPS)	NE	0.40	5.62	0.38	0.04	0.03	0.48	365.00	5.26
P EXT (6cm XPS)	NW	0.40	8.71	0.38	0.04	0.05	0.74	365.00	13.51
P EXT (6cm XPS)	SE	0.40	12.5 6	0.38	0.04	0.08	1.00	495.00	39.60

Referência	Orientação	Coefficient e de absorção α	Área A_{op} (m ²)	U (W/(m ² .°C))	R _{se} (m ² °C/W)	Área efetiva $A_s = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_s$ (m ²)	Fator de obstrução $F_{s,v} = F_h \cdot F_o \cdot F_f$	Intensidade da radiação I_{sol} kWh/m ² .ano	$Q_{sol} = I_{sol} \cdot F_{s,v} \cdot A_s$ kWh/ano (kcal)
P EXT (6cm XPS)	NE	0.40	22.19	0.38	0.04	0.13	1.00	365.00	47.45
P EXT (6cm XPS)	NW	0.40	8.40	0.38	0.04	0.05	1.00	365.00	18.25
P EXT (6cm XPS)	SW	0.40	0.31	0.38	0.04	0.00	0.39	495.00	0.00
P EXT (6cm XPS)	NE	0.40	0.31	0.38	0.04	0.00	0.70	365.00	0.00
PAV EXT (8cm XPS)	Horizontal	0.40	13.55	0.39	0.04	0.08	1.00	845.00	67.60
Mosaico (COB EXT (8cm XPS))	Horizontal	0.40	3.58	0.37	0.04	0.02	1.00	845.00	16.90
Seixo Rolado (COB EXT (8cm XPS))	Horizontal	0.40	92.62	0.37	0.04	0.55	1.00	845.00	464.75
Vigas	SW	0.40	6.84	0.66	0.04	0.07	1.00	495.00	34.65
Vigas	NE	0.40	0.82	0.66	0.04	0.01	0.48	365.00	1.75
Vigas	NW	0.40	3.07	0.66	0.04	0.03	0.74	365.00	8.10
Vigas	SE	0.40	3.62	0.66	0.04	0.04	1.00	495.00	19.80
Vigas	NE	0.40	3.71	0.66	0.04	0.04	1.00	365.00	14.60
Vigas	NW	0.40	3.03	0.66	0.04	0.03	1.00	365.00	10.95
PTP Pilar EXT (4cm XPS)	SE	0.40	1.38	0.66	0.04	0.01	1.00	495.00	4.95
PTP Pilar EXT (4cm XPS)	NW	0.40	1.40	0.66	0.04	0.01	0.70	365.00	2.56
PTP Pilar EXT (4cm XPS)	NE	0.40	1.46	0.66	0.04	0.02	1.00	365.00	7.30
PTP Pilar EXT (4cm XPS)	NW	0.40	1.40	0.66	0.04	0.01	1.00	365.00	3.65
PTP Pilar EXT (4cm XPS)	SW	0.40	0.76	0.66	0.04	0.01	1.00	495.00	4.95
TOTAL									930.13

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada **3149.79** kWh/ano

+

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca **930.13** kWh/ano

=

Ganhos solares brutos $Q_{sol,v}$ **4079.92** kWh/ano

D.2 - GANHOS INTERNOS

Ganhos internos médios q_{int} **4.00** W/m²

x

Duração de arrefecimento L_v **2928.00** Horas

x

Área útil de pavimento A_d **179.28** m²

÷

1000

=

Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ **2099.73** kWh/ano

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ **2099.73** kWh/ano

+

Ganhos solares brutos $Q_{sol,v}$ **4079.92** kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$ **6179.65** kWh/ano

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

D.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
& \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} \quad 4.00 \text{ W/m}^2 \\
& \quad \times \\
& \text{Duração de arrefecimento } L_v \quad 2928.00 \text{ Horas} \\
& \quad \div \\
& \quad 1000 \\
& \quad + \\
& \text{Fator solar de verão de referência } g_{v \text{ REF}} \quad 0.43 \\
& \quad \times \\
& \quad A_w/A_{p \text{ REF}} \quad 0.20 \\
& \quad \times \\
& \text{Radiação solar média de referência } I_{\text{sol REF}} \quad 505.00 \text{ kWh/m}^2.\text{ano} \\
& \quad = \\
& \quad 55.14 \text{ kWh/m}^2.\text{ano} \\
& \quad \times \\
& \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 179.28 \text{ m}^2 \\
& \quad = \\
& \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{q,v \text{ REF}} \quad 9885.50 \text{ kWh/ano}
\end{aligned}$$

Ficha de cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
& \quad 0,024 \\
& \quad \times \\
& \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1046.50 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\
& \quad \times \\
& \text{Coeficiente de transferência de calor } H_{tr} \quad 444.39 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
& \quad = \\
& \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 11161.30 \text{ kWh/ano}
\end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
& \quad 0,024 \\
& \quad \times \\
& \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1046.50 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\
& \quad \times \\
& \text{Coeficiente de transferência de calor } H_{ve,i} \quad 85.34 \text{ W/}^\circ\text{C} \\
& \quad = \\
& \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 2143.40 \text{ kWh/ano}
\end{aligned}$$

E.3 - FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
& \text{Inércia térmica da fração} \quad \text{Forte} \\
& \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 6406.69 \text{ kWh/ano} \\
& \quad \div \\
& \text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} \quad 13304.70 \text{ kWh/ano} \\
& \quad = \\
& \text{Parâmetro } \gamma_i \quad 0.48 \\
& \quad \times \\
& \text{Parâmetro } a_i \quad 4.20
\end{aligned}$$

Fator de utilização de ganhos η_i 0,98

Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$ 6406.69 kWh/ano

Ganhos totais úteis $Q_{gu,i}$ 6278.56 kWh/ano

E.4 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i}$ 11161.30 kWh/ano

Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i}$ 2143.40 kWh/ano

Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i}$ 6278.56 kWh/ano

Necessidades anuais na estação de aquecimento 7026.14 kWh/ano

Área útil de pavimento A_p 179.28 m²

Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento N_{ic} 39.19 kWh/m².ano

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.5 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Coefficiente de transferência de calor por transmissão $H_{tr, REF}$ 377.51 W/°C

Coefficiente de transferência de calor por renovação do ar $H_{ve, I, REF}$ 85.34 W/°C

Coefficiente de transferência de calor $H_{t, I, REF}$ 462.85 W/°C

E.6 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

Número de graus-dias de aquecimento GD 1046.50 °C.dias

Coefficiente de transferência de calor $H_{tr, REF}$ 377.51 W/°C

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr, i, REF}$ 9481.54 kWh/ano

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

Número de graus-dias de aquecimento GD 1046.50 °C.dias

Coefficiente de transferência de calor $H_{ve, I, REF}$ 85.34 W/°C

Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve, i, REF}$ 2143.40 kWh/ano

E.8 - FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\text{Fator de utilização de ganhos } \eta_{i, \text{REF}} \boxed{0.60}$$

x

$$\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i, \text{REF}} \boxed{5102.46} \text{ kWh/ano}$$

=

$$\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i, \text{REF}} \boxed{3061.48} \text{ kWh/ano}$$

E.9 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i, \text{REF}} \boxed{9481.54} \text{ kWh/ano}$$

+

$$\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i, \text{REF}} \boxed{2143.40} \text{ kWh/ano}$$

-

$$\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i, \text{REF}} \boxed{3061.48} \text{ kWh/ano}$$

=

$$\text{Necessidades anuais na estação de aquecimento } \boxed{8563.46} \text{ kWh/ano}$$

÷

$$\text{Área útil de pavimento } A_p \boxed{179.28} \text{ m}^2$$

=

$$\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i \boxed{47.77} \text{ kWh/m}^2.\text{ano}$$

Ficha de cálculo F NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \boxed{443.55} \text{ W/}^\circ\text{C}$$

+

$$\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \boxed{102.40} \text{ W/}^\circ\text{C}$$

=

$$\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \boxed{545.95} \text{ W/}^\circ\text{C}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\text{Transferência de calor por transmissão } H_{tr} \boxed{443.55} \text{ W/}^\circ\text{C}$$

x

$$(\theta_{v, \text{ref}} - \theta_{v, \text{ext}}) \boxed{2.20} \text{ }^\circ\text{C}$$

x

$$\text{Duração de arrefecimento } L_v \boxed{2928.00} \text{ Horas}$$

÷

1000

=

$$\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \boxed{2857.17} \text{ kWh/ano}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \boxed{102.40} \text{ W/}^\circ\text{C}$$

x

$$(\theta_{v, \text{ref}} - \theta_{v, \text{ext}}) \boxed{2.20} \text{ }^\circ\text{C}$$

x

$$\text{Duração de arrefecimento } L_v \boxed{2928.00} \text{ Horas}$$

÷

1000

=

Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento $Q_{ve,v}$ kWh/ano

F.4 - FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

Inércia térmica da fração

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

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

Parâmetro γ_v

Parâmetro a_v

Fator de utilização de 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 para arrefecimento N_{vc} kWh/m².ano

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.6 - FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\eta_{vref} = \left\{ \begin{array}{ll} 0,52 + 0,22 \ln \Delta\theta & , \Delta\theta > 1 \\ 0,45 & , 0 < \Delta\theta \leq 1 \\ 0,30 & , 0 \leq \Delta\theta \end{array} \right\}$$

$\theta_{REF,v}$ °C

-
 $\theta_{ext,v}$ °C

=
 $\Delta\theta$ °C

Fator de utilização de ganhos $\eta_{v REF}$

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

$$\text{Área útil de pavimento } A_p = \frac{179.28}{1} \text{ m}^2$$

$$\text{Limite das necessidades anuais de energia útil para arrefecimento } N_v = 17.09 \text{ kWh/m}^2.\text{ano}$$

Ficha de cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de energia	Necessidades de energia útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_i	Eficiência nominal η_i	Fator de conversão f_{pui} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de energia final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i$ kWh/ano	Necessidades de energia primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot f_{pui} / \eta_i$ kWh _{EP} /m ² .ano
	Electricidade	39.19	1.00	1.00	2.50	7025.98	97.98
TOTAL							97.98

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de energia	Necessidades de energia útil N_{uc} kWh/m ² .ano	f_v	Eficiência nominal η_v	Fator de conversão f_{puv} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de energia final $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_v$ kWh/ano	Necessidades de energia primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot f_{puv} / \eta_v$ kWh _{EP} /m ² .ano
	Electricidade	15.86	1.00	3.00	2.50	947.79	13.22
TOTAL							13.22

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

CONSUMO DE AQS

$$\begin{aligned} & 40 \\ & \times \\ \text{n}^\circ \text{ convencional de ocupantes de cada fração } n &= 4 \text{ ocupantes} \\ & \times \\ \text{fator de eficiência hídrica } n &= 1.00 \\ & = \\ \text{consumo médio diário de referência } M_{AQS} &= 160.00 \text{ l} \end{aligned}$$

NECESSIDADES ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA A PREPARAÇÃO DE AQS

$$\text{consumo médio diário de referência } M_{AQS} = 160.00 \text{ l}$$

$$\begin{aligned} & \times \\ & 4187 \\ & \times \\ \text{aumento de temperatura } \Delta T &= 35.00 \text{ }^\circ\text{C} \\ & \times \\ \text{n}^\circ \text{ de dias de consumo} &= 365 \text{ dias} \\ & \div \\ & 3600000 \\ & \div \\ A_p &= 179.28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{NECESSIDADES ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA A PREPARAÇÃO DE AQS} = 13.26 \text{ kWh/m}^2.\text{ano}$$

SISTEMA PARA AQS	Fonte de energia	Necessidades de energia útil Q_d/A_o kWh/m².ano	f_d	Eficiência nominal η_a	Fator de conversão F_{dua} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de energia final $f_d \cdot \delta \cdot Q_d/A_o/\eta_a$ kWh/ano	Necessidades de energia primária $f_d \cdot \delta \cdot Q_d/A_o \cdot F_{dua}/\eta_a$ kWh _{EP} /m².ano
ESQ	Gás natural	13.26	0.29	0.89	1.00	774.61	4.32
	Solar		0.71	1.00	1.00	1678.00	9.41
TOTAL							13.73

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

Sistema com recurso a energia renovável	Produção de energia	E_{ren}/A_D kWh/m ² .ano	Fator de conversão F_{du} kWh _{EP} /kWh	Energia primária $(E_{ren}/A_D) \cdot F_{du}$ kWh _{EP} /m ² .ano
---	---------------------	--	--	--

Sistema com recurso a energia renovável	Produção de energia	E_{ren}/A_p kWh/m ² .ano	Fator de conversão F_{du} kWh _{EP} /kWh	Energia primária (E_{ren}/A_p). F_{du} kWh _{EP} /m ² .ano
Solar	Solar	9.36	1.00	9.36
TOTAL				9.36

G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMARIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Energia primária para aquecimento} \quad 97.98 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &+ \\
 &\text{Energia primária para arrefecimento} \quad 13.22 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &+ \\
 &\text{Energia primária para a preparação de AQS} \quad 13.73 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &+ \\
 &\text{Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica} \quad 0.00 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &- \\
 &\text{Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável} \quad 9.36 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano} \\
 &= \\
 &\text{Necessidades nominais anuais globais de energia primária } N_{tc} \quad 115.57 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMARIA

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de energia	Necessidades de energia útil N_u kWh/m ² .ano	f_v	Eficiência nominal η_{REF}	Fator de conversão f_{pui} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de energia final $f_v \cdot \delta \cdot N_u / \eta_{REF}$ kWh/ano	Necessidades de energia primária $f_v \cdot \delta \cdot N_u \cdot f_{pui} / \eta_{REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano
	Electricidade	47.77	1.00	1.00	2.50	8564.21	119.43
TOTAL							119.43

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de energia	Necessidades de energia útil N_u kWh/m ² .ano	f_v	Eficiência nominal η_{REF}	Fator de conversão f_{pau} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de energia final $f_v \cdot \delta \cdot N_u / \eta_{REF}$ kWh/ano	Necessidades de energia primária $f_v \cdot \delta \cdot N_u \cdot f_{pau} / \eta_{REF}$ kWh _{EP} /m ² .ano
	Electricidade	17.09	1.00	3.00	2.50	1021.30	14.24
TOTAL							14.24

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

CONSUMO DE AQS

$$\begin{aligned}
 &40 \\
 &\times \\
 &\text{nº convencional de ocupantes de cada fração } n \quad 4 \text{ ocupantes} \\
 &\times \\
 &\text{fator de eficiência hídrica } n \quad 1.00 \\
 &= \\
 &\text{consumo médio diário de referência } M_{AQS} \quad 160.00 \text{ l}
 \end{aligned}$$

NECESSIDADES ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA A PREPARAÇÃO DE AQS

consumo médio diário de referência M_{AQS} 160.00 l

$$\begin{aligned}
 &\times \\
 &4187 \\
 &\times \\
 &\text{aumento de temperatura } \Delta T \quad 35.00 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 &\times \\
 &\text{nº de dias de consumo} \quad 365 \text{ dias} \\
 &\div \\
 &3600000 \\
 &\div \\
 &A_p \quad 179.28 \text{ m}^2 \\
 &= \\
 &\text{NECESSIDADES ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA A PREPARAÇÃO DE AQS} \quad 13.26 \text{ kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{aligned}$$

SISTEMA PARA AQS	Fonte de energia	Necessidades de energia útil Q_d/A_o kWh/m².ano	f_d	Eficiência nominal $\eta_{d \text{ REF}}$	Fator de conversão F_{DUd} kWh _{EP} /kWh	Necessidades de energia final $f_d \cdot \delta \cdot Q_d/A_o/\eta_{d \text{ REF}}$ kWh/ano	Necessidades de energia primária $f_d \cdot \delta \cdot Q_d/A_o \cdot F_{DUd}/\eta_{d \text{ REF}}$ kWh _{EP} /m².ano
ESQ	Gás natural	13.26	1.00	0.89	1.00	2671.07	14.90
TOTAL							14.90

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

Energia primária para aquecimento $\boxed{119.43}$ kWh_{EP}/m².ano

+

Energia primária para arrefecimento $\boxed{14.24}$ kWh_{EP}/m².ano

+

Energia primária para a preparação de AQS $\boxed{14.90}$ kWh_{EP}/m².ano

=

Necessidades nominais anuais globais de energia primária $N_t \boxed{148.57}$ kWh_{EP}/m².ano