

Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013

Nos termos e para os efeitos do Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto e respetiva regulamentação, o presente despacho procede à publicação dos parâmetros térmicos para o cálculo dos seguintes valores:

1. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

1 - O coeficiente global de transferência de calor num edifício, H_t , é dado pela soma do coeficiente global de transferência de calor por transmissão pela envolvente, H_{tr} , e do coeficiente de transferência de calor por ventilação devido à renovação do ar interior, H_{ve} :

$$H_t = H_{tr} + H_{ve} \quad [\text{W}/^\circ\text{C}] \quad (1)$$

2 - O cálculo dos coeficientes de transferência de calor em edifícios deve ser feito de acordo com as normas europeias em vigor, destacando-se para esse efeito:

- a) A norma europeia EN ISO 13789, onde são indicados os princípios de cálculo dos coeficientes de transferência de calor por transmissão térmica e por ventilação;
- b) A norma EN ISO 13370, referente aos coeficientes relativos aos elementos em contacto com o solo;
- c) A norma EN 15242, referente aos métodos para determinação de caudais de ventilação.

1.1. Coeficiente global de transferência de calor por transmissão.

1 - O coeficiente global de transferência de calor por transmissão traduz a condutância através da toda a superfície dos elementos da envolvente, compreendendo paredes, envidraçados, coberturas, pavimentos e pontes térmicas planas, para efeito de cálculo das necessidades na estação de aquecimento resulta da soma de quatro parcelas:

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs} \quad [\text{W}/^\circ\text{C}] \quad (2)$$

em que:

H_{ext} - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com o exterior, $[\text{W}/^\circ\text{C}]$

H_{enu} - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com espaços não úteis, $[\text{W}/^\circ\text{C}]$

H_{adj} - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com edifícios adjacentes, $[\text{W}/^\circ\text{C}]$

H_{ecs} - Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo, $[\text{W}/^\circ\text{C}]$

2 - Para efeito de cálculo das necessidades na estação de arrefecimento, o coeficiente global de transferência de calor por transmissão resulta da soma de três parcelas:

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs} \quad (3)$$

em que:

H_{ext} - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com o exterior, [W/°C]

H_{enu} - Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com espaços não úteis, [W/°C]

H_{ecs} - Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo, [W/°C]

3 - O coeficiente de transferência de calor por transmissão através da envolvente exterior calcula-se de acordo com a seguinte expressão:

$$H_{ext} = \sum_i [U_i \cdot A_i] + \sum_j [\psi_j \cdot B_j] \quad [\text{W}/^\circ\text{C}] \quad (4)$$

em que:

U_i - Coeficiente de transmissão térmica do elemento i da envolvente, [W/(m².°C)];

A_i - Área do elemento i da envolvente, medida pelo interior do edifício, [m²]

ψ_j - Coeficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica linear j , calculado de acordo com o presente despacho, [W/(m.°C)]

B_j - Desenvolvimento linear da ponte térmica linear j , medido pelo interior do edifício, [m]

4 - Os coeficientes de transferência de calor por transmissão através da envolvente em contacto com espaços não úteis, H_{enu} , e em contacto com edifícios adjacentes, H_{adj} , calculam-se ambos de acordo com a seguinte expressão:

$$H_{enu, adj} = b_{tr} \times (\sum_i [U_i \cdot A_i] + \sum_j [\psi_j \cdot B_j]) \quad [\text{W}/^\circ\text{C}] \quad (5)$$

em que:

b_{tr} - Coeficiente de redução de perdas de determinado espaço não útil ou de um edifício adjacente, determinado de acordo com o descrito na Tabela 22 do presente despacho.

5 - Para os efeitos do número anterior, um coeficiente de redução de perdas $b_{tr} \leq 1$, traduz a redução da transmissão de calor nas situações em que a temperatura do espaço não útil ou do edifício adjacente está compreendida entre a temperatura interior de referência do espaço interior útil e a temperatura exterior.

6 - O cálculo do coeficiente de transferência de calor por transmissão através de elementos em contacto com o solo deve ser feito de acordo com a metodologia definida na norma EN ISO 13370, ou através da seguinte expressão:

$$H_{ecs} = \sum_i [U_{bf_i} \cdot A_i] + \sum_j [z_j \cdot P_j \cdot U_{bw_j}] \quad [\text{W}/^\circ\text{C}] \quad (6)$$

em que:

U_{bf_i} - Coeficiente de transmissão térmica do pavimento enterrado i , $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$

A_i - Área do pavimento em contacto com o solo i , medida pelo interior do edifício, $[\text{m}^2]$

z_j - Profundidade média enterrada da parede em contacto com o solo j , $[\text{m}]$

P_j - Desenvolvimento total da parede em contacto com o solo j , medido pelo interior, $[\text{m}]$

U_{bw_j} - Coeficiente de transmissão térmica da parede em contacto com o solo j , $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$

7 - Na situação de pavimento térreo em que este se encontra ao mesmo nível que o solo, o cálculo resume-se à primeira parcela da equação, uma vez que $z=0$.

8 - No caso de pavimento térreo em que existe isolamento térmico perimetral, o fator U_{bf_i} , será substituído por U_{f,e_i} , correspondente ao coeficiente de transmissão térmica do pavimento térreo i com isolamento térmico perimetral.

1.2. Coeficiente de transferência de calor por ventilação

O coeficiente de transferência de calor por ventilação calcula-se através da seguinte equação:

$$H_{ve} = 0,34 R_{ph} \cdot A_p \cdot P_d \quad [\text{W}/^\circ\text{C}] \quad (7)$$

em que:

R_{ph} - Taxa nominal horária de renovação do ar interior, calculada de acordo com o presente despacho, $[\text{h}^{-1}]$

A_p - Área interior útil de pavimento, medida pelo interior, $[\text{m}^2]$

P_d - Pé direito médio da fração, $[\text{m}]$

2. COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA SUPERFICIAL

O valor do coeficiente de transmissão térmica (U) de um elemento caracteriza a transferência de calor que ocorre entre os ambientes ou meios que este separa e, para efeito da aplicação do presente regulamento, o seu cálculo deve ser determinado de acordo com as normas europeias em vigor.

2.1. Elementos opacos

1 – Os princípios de cálculo do coeficiente de transmissão térmica de elementos opacos de componentes e elementos de edifícios são, para efeitos do presente despacho, os indicados na norma europeia EN ISO 6946.

2 – Para efeitos do número anterior, excetuam-se os elementos que envolvem transferência de calor para o solo, dos elementos de preenchimento de fachadas-cortina e vãos envidraçados e não envidraçados, compreendendo janelas e portas, e dos elementos permeáveis ao ar.

3 - O valor de U de elementos constituídos por um ou vários materiais, em camadas de espessura constante, é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j R_j + R_{se}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \quad (8)$$

em que:

R_j - Resistência térmica da camada j , [$\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$]

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

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

4 - O cálculo da resistência térmica de:

- Camadas homogéneas em função da espessura da camada e da condutibilidade do material;
- Camadas não homogéneas, designadamente, alvenarias, lajes aligeiradas e espaços de ar;
- Valores das resistências térmicas superficiais, em função da posição do elemento construtivo e do sentido do fluxo de calor.

Devem ser definidos de acordo com a EN ISO 6946, ou com as publicações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), sendo que os valores das resistências térmicas superficiais encontram-se descritos no Tabela 01.

Tabela 01 - Valores das resistências térmicas superficiais, R_{se} e R_{si}

Sentido do fluxo de calor		Resistência térmica [$\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$]	
		Exterior R_{se}	Interior R_{si}
Horizontal		0,04	0,13
Vertical	Ascendente	0,04	0,10
	Descendente	0,04	0,17

4 - No cálculo do coeficiente de transmissão térmica de um elemento que separa um espaço interior de um espaço não útil ou de um edifício adjacente, devem ser consideradas duas resistências térmicas superficiais interiores, R_{si} , uma correspondente ao interior da fração e outra ao interior do espaço não útil.

5 - Os valores das resistências térmicas de espaços de ar não ventilados encontram-se descritos no Tabela 02.

Tabela 02 - Valores da resistência térmica dos espaços de ar não ventilados, R_{ar}

Direção e sentido do fluxo de calor	Espessura (mm)	R_{ar} [m ² .°C/W]
Horizontal	< 5	0,00
	5	0,11
	10	0,15
	15	0,17
	25 a 300	0,18
Vertical ascendente	< 5	0,00
	5	0,11
	10	0,15
	15 a 300	0,16
Vertical descendente	< 5	0,00
	5	0,11
	10	0,15
	15	0,17
	25	0,19
	50	0,21
	100	0,22
	300	0,23

6 - Em alternativa ao disposto na Tabela 02 para espaços não ventilados, bem como para obtenção de valores das resistências térmicas para espaços fracamente ventilados e fortemente ventilados, podem ser utilizados os valores indicados na EN ISO 6946 e nas publicações do LNEC sobre coeficientes de transmissão térmica.

7 - Nos espaços de ar com espessuras superiores a 300 mm não deve ser considerada uma resistência térmica única, sendo que o balanço de perdas e ganhos térmicos deverá ser feito de acordo com a norma EN ISO 13789, pelo que deverá ser considerado um espaço não útil.

8 - Nas situações referidas no número anterior a determinação das perdas térmicas deve seguir o definido no despacho que procede à publicação das metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia, procedendo-se ao cálculo do coeficiente de transmissão térmica do elemento que separa o espaço interior útil do espaço não útil, tendo em consideração o valor correspondente do coeficiente de redução de perdas b_{tr} determinado de acordo com o presente despacho.

9 - Os valores da condutibilidade térmica dos materiais correntes de construção e das resistências térmicas das camadas não homogéneas mais utilizadas constam das publicações do LNEC sobre coeficientes de transmissão térmica de elementos das envolventes dos edifícios.

10 - No caso de materiais não correntes, os valores de condutibilidade térmica devem ser obtidos laboratorialmente de acordo com as normas de ensaio relevantes.

11 - No caso particular de outros elementos ou soluções não-tradicionais que não se enquadrem nas supra mencionadas metodologias de cálculo, deverá ser ainda considerada a determinação numérica ou laboratorial do coeficiente de transmissão térmica de acordo com as normas de ensaio relevantes, documentos de homologação, documentos de aplicação ou aprovações técnicas europeias.

2.2. Elementos em contacto com o solo

1 - O valor do coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contacto com o terreno U_{bf} , ($W/m^2 \cdot ^\circ C$), determina-se com base nas Tabelas 03 a 05, em função dos seguintes elementos:

- Dimensão característica do pavimento B' ;
- Resistência térmica de todas as camadas do pavimento R_f , com exclusão de resistências térmicas superficiais;
- Largura ou profundidade do isolamento D , respetivamente, no caso do isolamento perimetral horizontal ou vertical.

2 - A dimensão característica do pavimento calcula-se com base na seguinte expressão:

$$B' = \frac{A_p}{0,5 \cdot P} \quad [m] \quad (9)$$

em que:

A_p - Área interior útil de pavimento, medida pelo interior, [m^2]

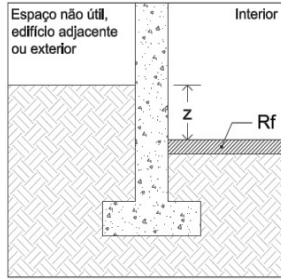
P - Perímetro exposto, caracterizado pelo desenvolvimento total de parede que separa o espaço aquecido do exterior, de um espaço não aquecido ou de um edifício adjacente, ou do solo, medido pelo interior, [m]

R_f - Resistência térmica de todas as camadas do pavimento, com exclusão de resistências térmicas superficiais, [$m^2 \cdot ^\circ C/W$]

D - Largura ou profundidade do isolamento, respetivamente, no caso do isolamento perimetral horizontal ou vertical, [m]

Tabela 03 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contacto com o terreno com isolamento contínuo ou sem isolamento térmico U_{bf} , [$W/m^2 \cdot ^\circ C$]

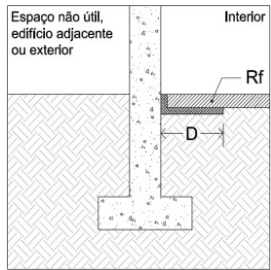
	$z \leq 0,5$ m				$0,5 \text{ m} < z \leq 1,0$ m				$1,0 \text{ m} < z \leq 2,0$ m			
B'	R_f [$m^2 \cdot ^\circ C/W$]				R_f [$m^2 \cdot ^\circ C/W$]				R_f [$m^2 \cdot ^\circ C/W$]			
	0,5	1	2	≥ 3	0,5	1	2	≥ 3	0,5	1	2	≥ 3
3	0,65	0,57	0,32	0,24	0,57	0,44	0,30	0,23	0,51	0,41	0,29	0,22
4	0,57	0,52	0,3	0,23	0,52	0,41	0,28	0,22	0,47	0,37	0,27	0,21
6	0,47	0,43	0,27	0,21	0,43	0,35	0,25	0,2	0,40	0,33	0,24	0,19
10	0,35	0,32	0,22	0,18	0,32	0,28	0,21	0,17	0,30	0,26	0,20	0,17
15	0,27	0,25	0,18	0,15	0,25	0,22	0,18	0,15	0,24	0,21	0,17	0,14
≥ 20	0,22	0,21	0,16	0,13	0,21	0,18	0,15	0,13	0,20	0,18	0,15	0,13

	z ≤ 0,5 m				0,5 m < z ≤ 1,0 m				1,0 m < z ≤ 2,0 m
B'	2,0 m < z ≤ 3,0 m				z > 3 m				
	Rf [(m².°C)/W]				Rf [(m².°C)/W]				
	0,5	1	2	≥3	0,5	1	2	≥3	
3	0,45	0,37	0,27	0,21	0,39	0,32	0,24	0,20	
4	0,42	0,34	0,25	0,20	0,36	0,30	0,23	0,19	
6	0,36	0,30	0,23	0,18	0,31	0,27	0,21	0,17	
10	0,28	0,24	0,19	0,16	0,25	0,22	0,18	0,15	
15	0,22	0,20	0,16	0,14	0,20	0,18	0,15	0,13	
≥20	0,19	0,17	0,14	0,12	0,17	0,16	0,13	0,12	

Nota 1: Para pavimentos com $z \leq 0,5 \text{ m}$ e resistência térmica inferior a $0,5 \text{ m}^2\cdot\text{°C/W}$, o valor do seu coeficiente de transmissão térmica corresponde a $1,15 \times U_{(R_f=0,5)} \text{ [(W/(m}^2\cdot\text{°C))}]$.


Nota 2: Para pavimentos com $z > 0,5 \text{ m}$ e resistência térmica inferior a $0,5 \text{ m}^2\cdot\text{°C/W}$, o valor do seu coeficiente de transmissão térmica corresponde a $1,10 \times U_{(R_f=0,5)} \text{ [(W/(m}^2\cdot\text{°C))}]$.

Tabela 04 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contacto com o terreno com isolamento térmico perimetral horizontal U_{bf} [$\text{W/m}^2\cdot\text{°C}$]

B'	$D = 0,5 \text{ m}$					$D = 1,0 \text{ m}$					$D = 1,5 \text{ m}$					
	$R_f \text{ [(m}^2\cdot\text{°C)/W]}$					$R_f \text{ [(m}^2\cdot\text{°C)/W]}$					$R_f \text{ [(m}^2\cdot\text{°C)/W]}$					
	0	0,5	1	2	≥ 3	0	0,5	1	2	≥ 3	0	0,5	1	2	≥ 3	
3	0,86	0,60	0,46	0,29	0,21	0,79	0,57	0,44	0,29	0,20	0,75	0,55	0,42	0,28	0,20	
4	0,74	0,54	0,42	0,29	0,21	0,69	0,52	0,41	0,28	0,21	0,66	0,50	0,40	0,28	0,20	
6	0,59	0,45	0,36	0,26	0,20	0,55	0,43	0,36	0,26	0,20	0,53	0,42	0,35	0,26	0,20	
10	0,42	0,34	0,28	0,22	0,18	0,40	0,33	0,28	0,22	0,18	0,38	0,32	0,27	0,21	0,18	
15	0,32	0,26	0,23	0,18	0,15	0,30	0,25	0,22	0,18	0,15	0,29	0,25	0,22	0,18	0,15	
20	0,26	0,21	0,19	0,15	0,13	0,24	0,21	0,19	0,15	0,13	0,24	0,21	0,18	0,15	0,13	

Nota: Para efeito de aplicação da presente tabela, considera-se como espessura mínima de isolamento o valor de 30mm.

Tabela 05 - Coeficiente de transmissão térmica de pavimentos em contacto com o terreno com isolamento térmico perimetral vertical U_{bf} [$\text{W/m}^2\cdot\text{°C}$]

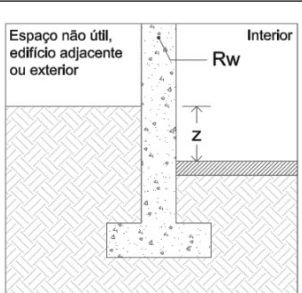
		$D = 0,5 \text{ m}$					$D = 1,0 \text{ m}$					$D = 1,5 \text{ m}$					
		$R_f \text{ (m}^2\cdot\text{°C)/W}$					$R_f \text{ (m}^2\cdot\text{°C)/W}$					$R_f \text{ (m}^2\cdot\text{°C)/W}$					
B'		0	0,5	1	2	≥ 3	0	0,5	1	2	≥ 3	0	0,5	1	2	≥ 3	
3		0,79	0,57	0,44	0,29	0,20	0,72	0,53	0,41	0,27	0,20	0,68	0,50	0,39	0,26	0,19	
4		0,69	0,52	0,41	0,28	0,21	0,63	0,49	0,39	0,27	0,20	0,60	0,47	0,38	0,26	0,20	
6		0,55	0,43	0,36	0,26	0,20	0,51	0,41	0,34	0,25	0,20	0,49	0,40	0,33	0,25	0,19	
10		0,40	0,33	0,28	0,22	0,18	0,38	0,31	0,27	0,21	0,17	0,36	0,31	0,27	0,21	0,17	
15		0,30	0,25	0,22	0,18	0,15	0,29	0,25	0,22	0,18	0,15	0,28	0,24	0,21	0,17	0,15	
20		0,24	0,21	0,19	0,15	0,13	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13	0,23	0,20	0,18	0,15	0,13	

Nota: Para efeito de aplicação da presente tabela, considera-se como espessura mínima de isolamento o valor de 30mm.

3 - O valor do coeficiente de transmissão térmica de paredes em contacto com o solo U_{bw} , determina-se conforme a Tabela 06, em função da resistência térmica da parede sem resistências térmicas superficiais, R_w , e da profundidade média enterrada da parede em contacto com o solo z .

Tabela 06 - Coeficiente de transmissão térmica de paredes em contacto com o terreno, U_{bw} [W/m².°C]

Z [m]	R_w (m ² .°C)/W					
	0	0,5	1	1,5	2	≥3
0	5,62	1,43	0,82	0,57	0,44	0,30
0,5	2,77	1,10	0,70	0,51	0,40	0,28
1	1,97	0,91	0,61	0,46	0,36	0,26
2	1,32	0,70	0,50	0,38	0,31	0,23
4	0,84	0,50	0,38	0,30	0,25	0,19
≥ 6	0,64	0,39	0,31	0,25	0,21	0,17



2.3. Elementos envidraçados

1 - Para efeito da aplicação deste regulamento, o valor do coeficiente de transmissão térmica de elementos envidraçados, U_w , deve ser obtido usando os princípios de cálculo descritos nas normas europeias aplicáveis EN ISO 10077-1 e EN ISO 10077-2, para janelas e portas, e EN 13947 para fachadas-cortina, e em função do valor do coeficiente de transmissão térmica global de um vão envidraçado.

2- Para os efeitos do número anterior, o valor do coeficiente de transmissão térmica de um vão envidraçado depende dos elementos que o compõem, nomeadamente, das propriedades térmicas do vidro e do caixilho, ligação entre estes, assim como da própria geometria e tipologia do vão.

3 - Em alternativa ao disposto no número 1, podem ser utilizados valores fornecidos pelos fabricantes, desde que determinados através de cálculos ou ensaios laboratoriais efetuados de acordo com as normas em vigor e com base em valores declarados na Marcação CE.

4 - No caso de ser previsto que os elementos envidraçados sejam munidos de dispositivos de proteção solar/occlusão noturna, deve ser tida em conta no cálculo a resistência adicional oferecida por este dispositivo através da consideração do valor do coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite U_{wdn} , conforme previsto na norma EN ISO 10077-1.

5 - O coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite de um vão envidraçado corresponde à média dos coeficientes de transmissão térmica de um vão envidraçado com a proteção aberta U_w e fechada U_n , respetivamente, posição típica durante o dia e posição típica durante a noite.

3. COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA LINEAR

1 - Para efeito da aplicação deste regulamento, o valor do coeficiente de transmissão térmica linear pode ser determinado por uma das seguintes formas:

- De acordo com as normas europeias em vigor, nomeadamente a Norma EN ISO 10211;

- b) Com recurso a catálogos de pontes térmicas para várias geometrias e soluções construtivas típicas, desde que o cálculo tenha sido efetuado de acordo com a Norma Europeia EN ISO 14683 com recurso à metodologia definida na EN ISO 10211;
- c) Com recurso aos valores indicados na Tabela 07.

Tabela 07 - Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares ψ [W/(m.°C)]

Tipo de ligação		Sistema de isolamento das paredes		
		Isolamento interior	Isolamento exterior	Isolamento repartido ou na caixa de ar de parede dupla
Fachada com pavimentos térreos		0,80	0,70	0,80
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	Isolamento sob o pavimento	0,75	0,55	0,75
	Isolamento sobre o pavimento	0,10	0,50	0,35
Fachada com pavimento de nível intermédio ⁽¹⁾		0,60	0,15 ⁽²⁾	0,50 ⁽³⁾
Fachada com varanda ⁽¹⁾		0,60	0,60	0,55
Fachada com cobertura	Isolamento sob a laje de cobertura	0,10 ⁽⁴⁾	0,70	0,60
	Isolamento sobre a laje de cobertura	1,0	0,80	1,0
Duas paredes verticais em ângulo saliente		0,10	0,40	0,50
Fachada com caixilharia	O isolante térmico da parede contacta com a caixilharia	0,10	0,10	0,10
	O isolante térmico da parede não contacta com a caixilharia	0,25	0,25	0,25
Zona da caixa de estores		0,30	0,30	0,30

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

⁽²⁾ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ Majorar quando existe um teto falso em: ⁽²⁾ 25%; ⁽³⁾ 50%; ⁽⁴⁾ 70%.

2 - Não se contabilizam pontes térmicas lineares em:

- a) Paredes de compartimentação que intersejam paredes, coberturas e pavimentos em contacto com o exterior ou com espaços não úteis;
- b) Paredes interiores separando um espaço interior útil de um espaço não útil ou de um edifício adjacente, desde que $b_{tr} \leq 0,7$.

4. COEFICIENTE DE ABSORÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR

1 - O valor do coeficiente de absorção da radiação solar da superfície exterior de um elemento opaco a , necessário ao cálculo de ganhos solares na estação de arrefecimento em paredes e coberturas deve ser determinado com base na Tabela 08 em função da cor do revestimento da superfície exterior do elemento.

Tabela 08 - Coeficiente de absorção da radiação solar, a

Cor	a
Clara (branco, creme, amarelo, laranja, vermelho-claro)	0,4
Média (vermelho-escuro, verde-claro, azul claro)	0,5
Escura (castanho, verde-escuro, azul-vivo, azul-escuro)	0,8

2 - No caso de sistemas ventilados em paredes e para além do coeficiente de absorção, deve ser tido em conta o fator que exprime o efeito da emissividade das faces interiores do revestimento e do grau de ventilação da caixa de ar, com base na Tabela 09

Tabela 09 - Razão entre o valor do coeficiente de absorção a considerar no cálculo dos ganhos de calor através de uma fachada ventilada e o valor do coeficiente de absorção do paramento exterior da fachada

Elemento	Fator
Face interior do revestimento exterior de baixa emissividade e/ou caixa de ar fortemente ventilada	0,10
Outros casos	0,25

3 - No caso de coberturas em desvão e para além do coeficiente de absorção indicado no número 1, deve ser tido em conta o fator que exprime o efeito da emissividade da face interior desta e do grau de ventilação do desvão, com base na Tabela 10.

Tabela 10 - Razão entre o valor do coeficiente de absorção a considerar no cálculo dos ganhos de calor através de uma cobertura em desvão e o valor do coeficiente de absorção da cobertura exterior

Desvão	Emissividade	Fator
Fortemente ventilado	Normal	0,8
	Baixa	0,7
Fracamente ventilado	Normal	1,0
	Baixa	0,9
Não ventilado	Normal	1
	Baixa	

4 – Para os efeitos dos números anteriores, consideram-se:

- a) Espaços de ar fortemente ventilados, as situações onde o quociente entre a área total de orifícios de ventilação, em milímetros quadrados, e a área de parede ou cobertura, em metros, seja superior a $1500 \text{ mm}^2/\text{m}^2$;
- b) Espaços de ar fracamente ventilados, as situações onde o quociente entre a área total de orifícios de ventilação, em milímetros quadrados, e a área de parede ou cobertura, em metros, seja superior a $500 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ e igual ou inferior a $1500 \text{ mm}^2/\text{m}^2$;
- c) Baixa emissividade qualquer superfície com uma emissividade igual ou inferior a 0,2.

5. FATOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

Tanto na estação de aquecimento como na estação de arrefecimento, os respetivos fatores de utilização dos ganhos térmicos (η_i) e (η_v) calculam-se de acordo com as seguintes equações:

- a) se $\gamma \neq 1$ e $\gamma > 0$

$$\eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}} \quad (10)$$

- b) se $\gamma = 1$

$$\eta = \frac{a}{a+1} \quad (11)$$

- c) se $\gamma < 0$

$$\eta = \frac{1}{\gamma} \quad (12)$$

em que:

$$\gamma = Q_g / (Q_{tr} + Q_{ve}) \quad (13)$$

$$(14)$$

Q_{tr} - Transferência de calor por transmissão através da envolvente dos edifícios, na estação em estudo [kWh];

Q_{ve} - Transferência de calor por ventilação na estação em estudo [kWh];

Q_g - Ganhos térmicos brutos na estação em estudo [kWh];

a - Parâmetro que traduz a influência da classe de inércia térmica.

3 - O parâmetro a é função da classe de inércia térmica do edifício, sendo igual a um dos seguintes valores:

- i. 1,8 – correspondente a edifícios com inércia térmica fraca [W/°C];
- ii. 2,6 – correspondente a edifícios com inércia térmica média [W/°C];
- iii. 4,2 – correspondente a edifícios com inércia térmica forte [W/°C];

6. QUANTIFICAÇÃO DA INÉRCIA TÉRMICA

1 - A classe de inércia térmica do edifício ou fração determina-se conforme a Tabela 11, de acordo com o valor da massa superficial útil por superfície de área de pavimento.

2- A massa superficial útil por metro quadrado de área de pavimento, I_t , calcula-se através da seguinte expressão:

$$I_t = \frac{\sum_i M_{S_i} \cdot r \cdot S_i}{A_p} \quad [\text{kg/m}^2] \quad (15)$$

em que:

M_{S_i} - Massa superficial útil do elemento i , $[\text{kg/m}^2]$

r - Fator de redução da massa superficial útil

S_i - Área da superfície interior do elemento i , $[\text{m}^2]$

A_p - Área interior útil de pavimento, $[\text{m}^2]$

Tabela 11 - Classes de inércia térmica interior, I_t

Classe de inércia térmica	I_t $[\text{kg/m}^2]$
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

6.1. Massa superficial útil de elementos de construção

1 - A inércia térmica interior de uma fração autónoma é função da capacidade de armazenamento de calor que os locais apresentam, e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos da construção.

2 - A massa superficial útil de cada elemento de construção, M_{S_i} , em kg/m^2 é função da sua localização no edifício e da sua constituição, nomeadamente do posicionamento e do isolamento térmico e das características das soluções de revestimento superficial.

3 - A Figura 01 ilustra os casos genéricos de elementos construtivos, distinguindo os seguintes tipos de elementos:

- EL1 - Elementos da envolvente exterior ou da envolvente interior, ou elementos de construção em contacto com outra fração autónoma ou com edifício adjacente;
- EL2 - Elementos em contacto com o solo;
- EL3 - Elementos de compartimentação interior da fração autónoma (parede ou pavimento).

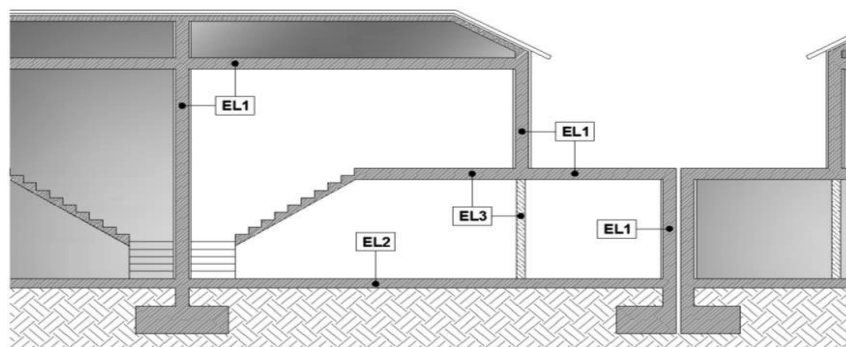


Figura 01 - Identificação dos elementos construtivos para o cálculo da inércia térmica interior

4 - As massas dos diferentes elementos de construção podem ser obtidas em tabelas técnicas ou nas publicações do LNEC sobre a caracterização térmica de paredes de alvenaria e caracterização térmica de pavimentos pré-fabricados, ou ainda, noutra documentação técnica disponível.

5 - No caso de elementos da envolvente exterior ou interior, ou elementos de construção em contacto com outra fração autónoma ou com edifício adjacente (EL1), o valor de M_{S_i} nunca pode ser superior a 150 kg/m^2 , sendo que:

- a) No caso de paredes sem isolamento térmico e de coberturas ou esteiras pesadas de desvão de coberturas inclinadas:
 - i. Se não existir caixa de ar, $M_{S_i} = \frac{m_t}{2}$, onde m_t corresponderá à massa total do elemento;
 - ii. Se tiver caixa de ar, $M_{S_i} = m_{pi}$, onde m_{pi} corresponderá à massa do elemento desde a caixa de ar até à face interior;
- b) Para todos os elementos com uma camada de isolamento térmico, $M_{S_i} = m_i$, em que m_i é a massa do elemento desde o isolamento térmico até à face interior com exceção das situações em que exista uma caixa de ar entre o isolamento térmico e a face interior, onde m_i corresponderá à massa do elemento desde a caixa de ar até à face interior.

6 - No caso de elementos em contacto com o solo (EL2), o valor de M_{S_i} nunca pode ser superior a 150 kg/m^2 , sendo que:

- a) No caso de elementos sem isolamento térmico, M_{S_i} corresponderá a 150 kg/m^2 ;
- b) No caso de elementos com uma camada de isolamento térmico, $M_{S_i} = m_i$, onde m_i corresponderá à massa do elemento desde o isolamento térmico até à face interior.

7 - No caso de elementos de compartimentação interior da fração autónoma, compreendendo parede ou pavimento (EL3), o valor de M_{S_i} nunca poderá ser superior a 300 kg/m^2 , sendo que:

- a) Nos casos de elementos sem isolamento térmico, $M_{S_i} = m_t$, onde m_t corresponderá à massa total do elemento;
- b) No caso de elementos com uma camada de isolamento térmico, o valor de M_{S_i} tem de ser avaliado de forma isolada em cada um dos lados da camada de isolamento térmico, sendo que em cada um dos lados $M_{S_i} = m_i$, onde m_i corresponderá à massa do elemento desde o isolamento térmico até à face em análise;
- c) Para os devidos efeitos, os parciais de M_{S_i} mencionados na alínea anterior nunca podem ser superiores a 150 kg/m^2 .

6.2. Fator de redução da massa superficial

1 - O fator de redução da massa superficial, r , depende da resistência térmica do revestimento superficial interior, com inclusão da resistência térmica de uma eventual caixa de ar associada, R , considerando-se a aplicação das seguintes disposições:

- a) Para elemento tipo EL1 e EL2:
 - i. Se $R > 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$, o fator de redução, r , toma o valor 0;
 - ii. Se $0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W} \leq R \leq 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$, o fator de redução, r , toma o valor 0,5;
 - iii. Se $R < 0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$, o fator de redução, r , toma o valor 1.

- b) Para elemento tipo EL3:
- Se $R > 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ em ambas as faces, o fator de redução, r , toma o valor 0;
 - Se $R > 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ numa das faces e $0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W} \leq R \leq 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ na outra face, o fator de redução, r , toma o valor 0,25;
 - Se $R > 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ numa das faces e $R < 0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ na outra face, o fator de redução, r , toma o valor 0,5;
 - Se $0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W} \leq R \leq 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ em ambas as faces, o fator de redução, r , toma o valor 0,5;
 - Se $0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W} \leq R \leq 0,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ numa das faces e $R < 0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ na outra face, o fator de redução, r , toma o valor 0,75;
 - Se $R < 0,14 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ em ambas as faces, o fator de redução, r , toma o valor 1.
- c) No caso de elementos do tipo EL3 com isolamento térmico, o fator de redução, r , deve ser avaliado em cada uma das faces de forma independente e de acordo com as regras indicadas para os elementos dos tipos EL1 e EL2.
- d) Para os efeitos da alínea anterior, o M_{Si} será calculado para cada um dos lados da camada de isolamento térmico correspondente, conforme ilustrado na Figura 02.02.

$$M_{Si} = M_{Si1} \cdot r_1 + M_{Si2} \cdot r_2 \quad (16)$$

onde r_1 e r_2 são determinados de acordo com o estabelecido para os elementos dos tipos EL1 e EL2.

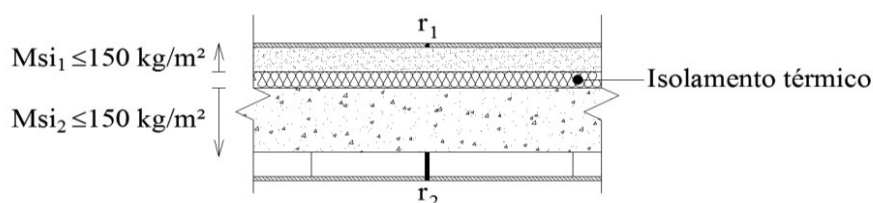


Figura 02.02 – Elementos do tipo EL3 com isolamento térmico

7. FATOR SOLAR DE VÃOS ENVIDRAÇADOS

1 - Para efeito de ganhos térmicos pelos vãos envidraçados na estação de aquecimento e na estação de arrefecimento, pode-se considerar uma incidência da radiação solar normal à superfície do vão, corrigida de um fator que traduz a variação da incidência da radiação solar, consoante a orientação, F_w .

2 - O fator solar do vidro aplicado no vão envidraçado, para uma incidência solar normal à superfície, $g_{\perp,vi}$, deve ser fornecido pelo fabricante, sendo que:

- Para os casos em que não seja possível aceder a esta informação, são apresentados, na Tabela 12, valores do fator solar de várias composições típicas de vidros, simples ou duplos, compreendendo vidros planos incolores, coloridos, refletantes e foscos.
- Poderá ser efetuado o cálculo do fator solar de outras composições de acordo com o método de cálculo especificado na norma EN 410.

Tabela 12 - Fator solar do vidro para uma incidência solar normal ao vão, $g_{\perp,vi}$

Composição do vidro		$g_{\perp,vi}$
Vidro Simples	Incolor 4mm	0,88
	Incolor 5mm	0,87
	Incolor 6mm	0,85
	Incolor 8mm	0,82
	Colorido na massa 4mm	0,70
	Colorido na massa 5mm	0,65
	Colorido na massa 6mm	0,60
	Colorido na massa 8mm	0,50
	Refletante Incolor 4 a 8mm	0,60
	Refletante colorido na massa 4 a 5mm	0,50
	Refletante colorido na massa 6 a 8mm	0,45
	Fosco	(1)
Vidro Duplo (ext + int)	Incolor 4 a 8mm + Incolor 4 mm	0,78
	Incolor 4 a 8mm + Incolor 5 mm	0,75
	Colorido na massa 4mm + Incolor 4 a 8 mm	0,60
	Colorido na massa 5mm + Incolor 4 a 8 mm	0,55
	Colorido na massa 6mm + Incolor 4 a 8 mm	0,50
	Colorido na massa 8mm Incolor 4 a 8 mm	0,45
	Refletante Incolor 4 a 8mm + Incolor 4 a 8 mm	0,52
	Refletante colorido na massa 4 a 5mm + Incolor 4 a 8 mm	0,40
	Refletante colorido na massa 6 a 8mm + Incolor 4 a 8 mm	0,35
	Tijolo de Vidro	0,57
	Fosco	(1)

(1) – Nas situações de vidro foscado, podem ser utilizados valores de fator solar correspondentes às soluções de vidro incolor de igual composição.

3 - Na Tabela 13 encontram-se, os valores do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado (g_{Tvc}), para vidros simples ou duplos.

4 - A cor da proteção clara, média e escura define-se em função do coeficiente de reflexão da superfície exterior da proteção, com base no estabelecido na Tabela 08, para o coeficiente de absorção de algumas cores típicas.

Tabela 13 - Valores correntes do fator solar de vãos envidraçados com vidro corrente e dispositivos de proteção solar g_{Tvc} .

Tipo de Proteção		g_{Tvc}					
		Vidro Simples			Vidros Duplos		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
Proteções exteriores	Portada de madeira	0,04	0,07	0,09	0,03	0,05	0,06
	Persiana de régua de madeira	0,05	0,08	0,10	0,04	0,05	0,07

Tipo de Proteção		g_{Tvc}					
		Vidro Simples			Vidros Duplos		
		Clara	Média	Escura	Clara	Média	Escura
Proteções exteriores	Persiana de réguas metálicas ou plásticas	0,07	0,10	0,13	0,04	0,07	0,09
	Estore veneziano de lâminas de madeira	-	0,11	-	-	0,08	-
	Estore veneziano de lâminas metálicas	-	0,14	-	-	0,09	-
	Lona opaca	0,07	0,09	0,12	0,04	0,06	0,08
	Lona pouco transparente	0,14	0,17	0,19	0,10	0,12	0,14
	Lona muito transparente	0,21	0,23	0,25	0,16	0,18	0,2
Proteções interiores	Estores de lâminas	0,45	0,56	0,65	0,47	0,59	0,69
	Cortinas opacas	0,33	0,44	0,54	0,37	0,46	0,55
	Cortinas ligeiramente transparentes	0,36	0,46	0,56	0,38	0,47	0,56
	Cortinas transparentes	0,38	0,48	0,58	0,39	0,48	0,58
	Cortinas muito transparentes	0,70	-	-	0,63	-	-
	Portadas opacas	0,30	0,40	0,50	0,35	0,46	0,58
	Persianas	0,35	0,45	0,57	0,40	0,55	0,65
	Proteção entre dois vidros: estore veneziano, lâminas delgadas	-	-	-	0,28	0,34	0,40

5 - Serão consideradas como ligeiramente transparentes as proteções com transmitância solar compreendida entre 0,05 e 0,15 inclusive, como transparentes aquelas cuja transmitância solar se encontra compreendida entre 0,15 e 0,25 e como muito transparentes aquelas cuja transmitância solar será superior a 0,25.

6 - O fator solar global, g_T , de um vão envidraçado com as proteções solares totalmente ativadas, calcula-se através da seguinte formulação geral:

a) para vidro simples

$$g_T = g_{\perp,vi} \cdot \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0,85} \quad (17)$$

b) para vidro duplo

$$g_T = g_{\perp,vi} \cdot \prod_i \frac{g_{Tvc}}{0,75} \quad (18)$$

em que:

g_{Tvc} - Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado, para uma incidência solar normal à superfície do vidro conforme Tabela 12;

$g_{\perp,vi}$ - Fator solar do vidro para uma incidência solar normal à superfície do vidro, conforme informação do fabricante

7 - No produtório das supra mencionadas equações, deverão ser consideradas as proteções solares existentes do exterior para o interior até à primeira proteção solar opaca, inclusive.

8 - No âmbito do número anterior e no caso de existir, pelo menos, um dispositivo de proteção opaco exterior ao vidro, o produtório deve ser feito no sentido do exterior para o interior até à proteção opaca, sem ser afetado do fator solar do vidro $g_{\perp,vi}$.

9 - Para o disposto nos números anteriores, considerar como vidro corrente o vidro simples incolor de 6mm ou o vidro duplo incolor com um pano de 4 a 8 mm e o outro pano de 5mm.

7.1. Fator solar do vão envidraçado na estação de aquecimento

1 - Para efeito de cálculo das necessidades de aquecimento considera-se que, de forma a maximizar o aproveitamento da radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis estão totalmente abertos.

2 - Nas circunstâncias do número anterior, considera-se que o fator solar g_i é igual ao fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes $g_i = g_{Tp}$ que, no caso de ausência desses dispositivos, será igual ao fator solar do vidro para uma incidência solar normal (Tabela 11) afetado do fator de seletividade angular, mediante a expressão $g_i = F_{w,i} \cdot g_{\perp,vi}$

7.2. Fator solar do vão envidraçado na estação de arrefecimento.

1 - Para efeito de cálculo das necessidades de arrefecimento considera-se que, de forma a minimizar a incidência de radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis encontram-se ativos uma fração do tempo que depende do octante no qual o vão está orientado.

$$g_v = F_{mv} \cdot g_T + (1 - F_{mv}) \cdot g_{Tp} \quad (19)$$

em que:

F_{mv} - Fração de tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados

g_T - Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados

g_{Tp} - Fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes

2 - Na ausência de dispositivos de proteção solar fixos, g_{Tp} corresponde a $F_{w,v} g_{\perp,vi}$.

3 - A fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram totalmente ativados na estação de arrefecimento, F_{mv} , em função da orientação do vão é obtida conforme a Tabela 14, considerando-se que, caso não existam dispositivos de proteção solar móveis, F_{mv} corresponde a 0.

Tabela 14 - Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram ativados, F_{mv} .

Orientação do vão	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
F_{mv}	0	0,4	0,6	0,7	0,6	0,9

8. FATOR DE OBSTRUÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR

1 - O fator de obstrução dos vãos envidraçados, F_s , representa a redução na radiação solar que incide nestes devido ao sombreamento permanente causado por diferentes obstáculos, designadamente:

- a) Obstruções exteriores ao edifício, tais como outros edifícios, orografia, vegetação
- b) Obstruções criadas por elementos do edifício, tais como outros corpos do mesmo edifício, palas, varandas e elementos de enquadramento do vão externos à caixilharia.

2 - O valor do fator de obstrução calcula-se de acordo com a seguinte equação:

$$F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_f \quad (20)$$

em que:

F_h - Fator de sombreamento do horizonte por obstruções exteriores ao edifício ou por outros elementos do edifício

F_o - Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas

F_f - Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício

3 - Em nenhum caso o produto $X_j \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f$ deve ser inferior a 0,27.

4 - A determinação do fator de obstrução de superfícies opacas é totalmente opcional, devendo nos casos em que esta é considerada seguir uma abordagem igual à prevista para os vãos envidraçados. Nos casos em que a mesma não seja considerada, deverá ser utilizado um fator de obstrução igual a 1.

8.1. Sombreamento do horizonte por obstruções

1 - O fator de sombreamento do horizonte, F_h , traduz o efeito do sombreamento provocado por obstruções longínquas exteriores ao edifício ou edifícios vizinhos dependendo do ângulo do horizonte, latitude, orientação, clima local e da duração da estação de aquecimento.

2 - Para efeitos do número anterior, despreza-se o efeito do sombreamento do horizonte na estação de arrefecimento, tomando o fator F_h um valor igual a 1.

3 - O ângulo de horizonte é definido como o ângulo entre o plano horizontal e a reta que passa pelo centro do envidraçado e pelo ponto mais alto da maior obstrução existente

entre dois planos verticais que fazem 60° para cada um dos lados da normal ao envidraçado.

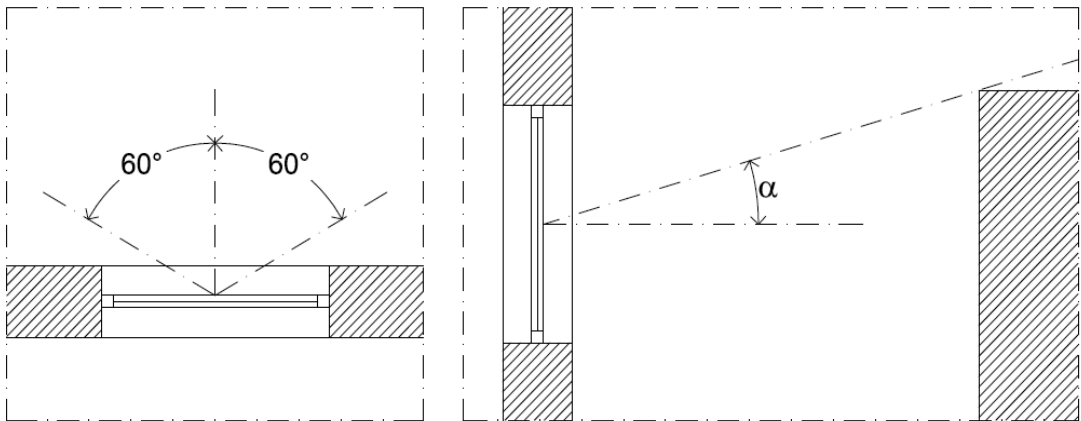


Figura 02.03 – Ângulo de horizonte α

3 - O ângulo do horizonte deve ser calculado individualmente para cada vão, sendo que caso não exista informação disponível para o efeito, o fator de sombreamento do horizonte F_h deve ser determinado mediante a adoção de um ângulo de horizonte por defeito de 45° em ambiente urbano, ou de 20° no caso de edifícios isolados localizados fora das zonas urbanas.

4 - Para a estação de aquecimento, os valores dos fatores de correção de sombreamento para condições climáticas médias típicas, para as latitudes do Continente, da Região Autónoma da Madeira (RAM) da Região Autónoma dos Açores (RAA) e para os oito octantes principais bem como para o plano horizontal, encontram-se previstos na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores do fator de sombreamento do horizonte F_h na estação de aquecimento.

Ângulo do horizonte	Portugal Continental e RAA Latitude de 39°						RAM Latitude de 33°					
	H	N	NE/ NW	E/W	SE/ SW	S	H	N	NE/ NW	E/W	SE/ SW	S
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10°	0,99	1	0,96	0,94	0,96	0,97	1	1	0,96	0,96	0,97	0,98
20°	0,95	1	0,96	0,84	0,88	0,90	0,96	1	0,91	0,87	0,90	0,93
30°	0,82	1	0,85	0,71	0,68	0,67	0,88	1	0,85	0,75	0,77	0,80
40°	0,67	1	0,81	0,61	0,52	0,50	0,71	1	0,81	0,64	0,59	0,58
45°	0,62	1	0,80	0,58	0,48	0,45	0,64	1	0,80	0,60	0,53	0,51

8.2. Sombreamento por elementos horizontais e verticais

1 - O sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes aos vãos envidraçados ou por elementos verticais, compreendendo palas, varandas e outros elementos de um edifício, depende do comprimento/ângulo da obstrução, da latitude, da exposição e do clima local, sendo os valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais e horizontais, F_f e F_o respetivamente, para as estações de aquecimento e arrefecimento, os constantes nas Tabelas 16 a 19.

Tabela 16 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos horizontais F_o na estação de aquecimento.

Ângulo da pala horizontal	Portugal Continental e RAA Latitude de 39°					RAM Latitude de 33°				
	N	NE/ NW	E/W	SE/ SW	S	N	NE/ NW	E/W	SE /SW	S
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30°	1	0,94	0,84	0,76	0,73	1	0,92	0,82	0,68	0,45
45°	1	0,90	0,74	0,63	0,59	1	0,88	0,72	0,60	0,56
60°	1	0,85	0,64	0,49	0,44	1	0,83	0,62	0,48	0,43

Tabela 17 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos horizontais F_o na estação de arrefecimento

Ângulo da pala horizontal	Portugal Continental e RAA Latitude de 39°					RAM Latitude de 33°				
	N	NE/ NW	E/W	SE/ SW	S	N	NE/ NW	E/W	SE /SW	S
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30°	0,98	0,86	0,75	0,68	0,63	0,97	0,84	0,74	0,69	0,68
45°	0,97	0,78	0,64	0,57	0,55	0,95	0,76	0,63	0,60	0,62
60°	0,94	0,70	0,55	0,50	0,52	0,92	0,68	0,55	0,54	0,60

Tabela 18 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais F_f na estação de aquecimento

Posição da pala	Ângulo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Pala à esquerda	0°	1	1	1	1	1	1	1	1
	30°	1	1	1	0,97	0,93	0,91	0,87	0,89
	45°	1	1	1	0,95	0,88	0,86	0,8	0,84
	60°	1	1	1	0,91	0,83	0,79	0,72	0,8
Pala à direita	0°	1	1	1	1	1	1	1	1
	30°	1	0,89	0,87	0,91	0,93	0,97	1	1
	45°	1	0,84	0,8	0,86	0,88	0,95	1	1
	60°	1	0,8	0,72	0,79	0,83	0,91	1	1

Tabela 19 - Valores dos fatores de sombreamento de elementos verticais F_f na estação de arrefecimento

Posição da pala	Ângulo	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Pala à esquerda	0°	1	1	1	1	1	1	1	1
	30°	1	1	0,96	0,91	0,91	0,96	0,95	0,86
	45°	1	1	0,96	0,85	0,87	0,95	0,93	0,78
	60°	1	1	0,95	0,77	0,84	0,93	0,88	0,69
Pala à direita	0°	1	1	1	1	1	1	1	1
	30°	1	0,86	0,95	0,96	0,91	0,91	0,96	1
	45°	1	0,78	0,93	0,95	0,87	0,85	0,96	1
	60°	1	0,69	0,88	0,93	0,84	0,77	0,95	1

2 - No caso de existirem palas verticais à esquerda e à direita do vão, o fator F_f será o produto dos fatores relativos aos ângulos provocados por cada uma das palas.

3 - Para contabilizar o efeito de sombreamento provocado pelo contorno do vão e exceto quando este se situar à face exterior da parede, o produto $F_o \cdot F_f$ não deve ser superior a 0,9.

9. FRAÇÃO ENVIDRAÇADA

Para efeito de cálculo na aplicação do presente regulamento, podem ser tomados os valores típicos da fração envidraçada de diferentes tipos de caixilharia representados na Tabela 20.

Tabela 20 - Fração envidraçada

Caixilharia	F_g	
	Sem quadrícula	Com quadrícula
Alumínio ou aço	0,70	0,60
Madeira ou PVC	0,65	0,57
Fachada-cortina de alumínio ou aço	0,90	-

10. FATOR DE CORREÇÃO DA SELETIVIDADE ANGULAR DOS ENVIDRAÇADOS

1 - O fator de correção da seletividade angular dos envidraçados, F_w , traduz a redução dos ganhos solares causada pela variação das propriedades do vidro com o ângulo de incidência da radiação solar direta.

2 - Para o cálculo das necessidades nominais de aquecimento, o fator $F_{w,i}$ toma o valor 0,9.

3 - Para o cálculo das necessidades nominais de arrefecimento e nos vãos com vidro plano (incolor, colorido ou refletante) simples ou duplo, a redução dos ganhos solares causada pela variação do ângulo de incidência da radiação solar é contabilizada conforme a Tabela 21, sendo que, nos restantes casos, incluindo os vãos no plano horizontal, o fator $F_{w,v}$ toma o valor 0,9.

Tabela 21 - Fator de correção da seletividade angular dos envidraçados na estação de arrefecimento, $F_{w,v}$

Orientação do vão	$F_{w,v}$				
	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W
Vidro plano simples	0,85	0,90	0,80	0,90	0,90
Vidro plano duplo	0,80	0,85	0,75	0,85	0,85

11. COEFICIENTE DE REDUÇÃO DE PERDAS

1 - O cálculo das perdas de calor por transmissão em elementos que separam o espaço com condições de referência de espaços com temperatura ambiente diferente do ar exterior, como é o caso dos elementos da envolvente interior, será afetado pelo coeficiente de redução de perdas b_{tr} , que traduz a redução da transmissão de calor.

2 - O valor do coeficiente de redução de perdas de determinado espaço não útil será determinado com base na EN ISO 13789, sendo calculado com base na seguinte expressão:

$$b_{tr} = \frac{\theta_{int} - \theta_{enu}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} \quad (21)$$

em que:

θ_{int} - Temperatura interior, [°C]

θ_{ext} - Temperatura ambiente exterior, [°C]

θ_{enu} - Temperatura do local não útil, [°C]

3 - Sempre que o valor do parâmetro b_{tr} for superior a 0,7, aplicam-se os requisitos mínimos definidos para a envolvente exterior conforme disposto no Anexo da Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro, ao elemento que separa o espaço interior útil do não útil, sendo então classificado como envolvente interior com requisitos de exterior.

4 - Quando o valor do parâmetro b_{tr} for igual ou inferior a 0,7, aplicam-se os requisitos mínimos definidos para a envolvente interior conforme disposto no Anexo I da portaria referida no número anterior, ao elemento que separa o espaço interior útil do não útil, sendo então classificado como envolvente interior com requisitos de interior.

11.1.Elementos em contacto com espaços não úteis.

1 - Na impossibilidade de conhecer com precisão o valor da temperatura do local não útil, dependente do uso concreto e real de cada espaço, admite-se que para alguns tipos de espaços não úteis b_{tr} , pode tomar os valores indicados na Tabela 22, em função da taxa de renovação do ar, da razão A_i/A_u .

2 - Para os efeitos do número anterior, A_i é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço interior útil do espaço não útil, A_u é o somatório das áreas dos elementos que separam o espaço não útil do ambiente exterior e V_{enu} é o volume do espaço não útil.

Tabela 22 - Coeficiente de redução de perdas de espaços não úteis, b_{tr}

b_{tr}	$V_{enu} \leq 50\text{m}^3$		$50\text{m}^3 < V_{enu} \leq 200\text{m}^3$		$V_{enu} > 200\text{m}^3$	
	f	F	f	F	f	F
$A_i/A_u < 0,5$	1,0		1,0		1,0	
$0,5 \leq A_i/A_u < 1$	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0
$1 \leq A_i/A_u < 2$	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0
$2 \leq A_i/A_u < 4$	0,4	0,7	0,5	0,9	0,6	0,9
$A_i/A_u \geq 4$	0,3	0,5	0,4	0,8	0,4	0,8

Nota: Para espaços fortemente ventilados b_{tr} , deverá tomar o valor de 1,0.

Em que:

f - Espaço não útil que tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas;

F - Espaço não útil permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas.

3 - Em edifícios construídos em zonas graníticas, deverá proceder-se à construção de um vazio sanitário fortemente ventilado, ou de que qualquer outra solução, como medida preventiva de redução dos níveis de concentração de Radão.

4- Para os efeitos do número anterior, inserem-se na categoria de zonas graníticas, designadamente e com particular nota de destaque, os distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco.

11.2.Elementos em contacto com edifícios adjacentes

Para os elementos de construção que separam o espaço com condições de referência de um espaço fechado de um edifício adjacente, deve ser utilizado um valor do coeficiente de redução de perdas $b_{tr}=0,6$.

12. TAXA DE RENOVAÇÃO DO AR

1 - Sempre que o edifício esteja em conformidade com as disposições da norma NP 1037-1 no caso de edifícios com ventilação natural, ou da norma NP 1037-2 no caso de edifícios com ventilação mecânica centralizada, o valor de R_{ph} a adotar será o valor indicado no projeto de ventilação requerido por essa norma.

2 - Nos casos não abrangidos pelo disposto no número anterior, a taxa de renovação horária nominal, R_{ph} , para efeitos do balanço térmico e para a verificação do requisito da taxa mínima de renovação de ar poderá ser determinada:

- a) De acordo com o método previsto na norma EN 15242, mediante a consideração do efeito da permeabilidade ao ar da envolvente, da existência de dispositivos de admissão de ar situados nas fachadas, das condutas de ventilação, dos sistemas mecânicos ou híbridos, do efeito de impulsão térmica, também denominado de efeito de chaminé e do efeito da ação do vento;
- b) De acordo com outros dados como alternativa ao previsto na alínea anterior, desde que tecnicamente adequados e justificados num projeto de ventilação.

3 - Nos termos da alínea a) do número anterior e para efeito de cálculo, podem ser consideradas as adaptações e as simplificações previstas no presente despacho.

4 - Os valores da taxa de renovação de ar a considerar nas estações de aquecimento, $R_{ph,i}$ e de arrefecimento, $R_{ph,v}$, serão determinados de acordo com o exposto nos números 1 e 2.

5 - Na estação de arrefecimento e exclusivamente para efeitos de cálculo, não deverá ser utilizado um valor de $R_{ph,v}$ inferior a $0,6 \text{ h}^{-1}$.

12.1.Simplificações na aplicação da norma

1 - Na aplicação do previsto na norma EN 15242 para efeitos do presente regulamento, poderão ser consideradas as simplificações e adaptações descritas nas secções seguintes,

bem como podem ser utilizadas ferramentas de cálculo adequadas para resolver a equação de conservação de massa e determinar a pressão interior e os respetivos caudais de ventilação, segundo:

$$\sum_i q_{janelas}(\Delta p_i) + \sum_i q_{caixas\ estore}(\Delta p_i) + \sum_i q_{grelhas}(\Delta p_i) + \sum_i q_{condutas}(\Delta p_i) + \sum_i V_{fi} = 0 \quad (22)$$

Em que

$\sum_i q_{janelas}(\Delta p_i)$	Corresponde à soma dos caudais de ar escoados através das frinchas das janelas para a diferença de pressão Δp_i existente na envolvente, sendo a expressão de $q_{janelas}$ dada no n.º 4 da secção 12.5.
$\sum_i q_{caixas\ estore}(\Delta p_i)$	Corresponde à soma dos caudais de ar escoados através das frinchas das caixas de estore para a diferença de pressão Δp_i existente na janela, sendo a expressão de $q_{caixas\ estore}$ dada no n.º 5 da secção 12.5.
$\sum_i q_{grelhas}(\Delta p_i)$	Corresponde à soma dos caudais de ar escoados através das grelhas de ventilação e para a diferença de pressão Δp_i existente na janela, sendo a expressão de $q_{grelhas}$ dada na secção 12.6.
$\sum_i q_{condutas}(\Delta p_i)$	Corresponde à soma dos caudais de ar escoados através das condutas de ventilação e para a diferença de pressão Δp_i existente na conduta, sendo a expressão de $q_{condutas}$ dada na secção 12.7.
$\sum_i V_{fi}$	Corresponde à soma dos caudais de ar escoados através dos ventiladores e que se encontram definidos no n.º 3.3 do despacho que procede à publicação das metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia ou n.º 3.2 do despacho que procede à publicação das regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes

2 - A taxa de renovação de ar R_{ph} , corresponde à soma dos caudais de ar admitidos no edifício a dividir pelo volume interior útil do edifício.

3 - Para efeitos do disposto no número 1, será disponibilizado pelo LNEC, uma ferramenta de cálculo do tipo folha de cálculo, para utilização como referência para este efeito, sem prejuízo da utilização de outras ferramentas disponíveis para esse efeito.

12.2. Aspectos gerais

1 - Para efeitos de cálculo considera-se que o edifício tem uma fachada exposta ao vento quando, para dada orientação, a área dessa fachada representa mais de 70% da área total de fachadas da fração e quando existem aberturas de ventilação apenas nessa fachada.

2 - Verificados os pressupostos do número anterior, considera-se que os elementos permeáveis da envolvente e as aberturas para ventilação se situam a barlavento, repartidos igualmente por dois níveis diferentes, nomeadamente, 0,25 e 0,75 do pé direito.

3 - Nos casos não incluídos no número 1 e para efeitos de cálculo em termos da permeabilidade ao ar da envolvente, nos edifícios com duas ou mais fachadas expostas ao

exterior considera-se que os elementos permeáveis da envolvente e as aberturas para ventilação se encontram repartidos de igual forma em duas fachadas opostas (uma assumida a sotavento e a outra a barlavento) e a dois níveis diferentes (a 0,25 e 0,75 do pé direito), sendo que para efeitos de proteção do edifício ao vento se assume sempre a condição de melhor exposição ao vento.

4 - Para verificação do valor mínimo de taxa de renovação de ar definido no Anexo da Portaria n.º 349-B/2013, de 29 de novembro, não se devem considerar no cálculo da taxa de renovação as infiltrações de ar associadas às caixas de estore e às janelas de classe inferior ou igual à 2.

12.3. Efeito da Impulsão térmica

A diferença de pressão exercida na envolvente, associada à impulsão térmica (efeito de chaminé) calcula-se pela expressão:

$$\Delta P = -\rho \cdot g \cdot H \left(1 - \frac{273,15 + \theta_{ext,i}}{273,15 + \theta_{ref,i}} \right) \quad [\text{Pa}] \quad (23)$$

em que:

ρ - Massa volúmica do ar exterior que toma o valor 1,22 [kg/m³] a 283,15 K

g - Aceleração da gravidade, que toma o valor 9,8 [m/s²]

H - Diferença de cotas entre aberturas, [m]

$\theta_{ext,i}$ - Temperatura exterior média mensal do mês mais frio

$\theta_{ref,i}$ - Temperatura interior de referência na estação de aquecimento, igual a 18°C

12.4. Efeito da ação do vento

1 - O efeito da ação do vento na envolvente da fração é traduzido pela expressão de cálculo da pressão exterior numa fachada ou cobertura:

$$P_w = C_{p_i} \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot u^2 \quad [\text{Pa}] \quad (24)$$

em que:

C_{p_i} - Coeficiente de pressão aplicável à fachada ou cobertura i

ρ - Massa volúmica do ar, que toma o valor de 1,22 [kg/m³] a 283,15 K

u - Velocidade média do vento no local, [m/s]

2 - O coeficiente de pressão C_p é determinado em função da altura da fração e do efeito de proteção provocado pelas construções vizinhas, referenciadas ao eixo da fachada da fração em estudo e conforme Tabela 23.

Tabela 23 - Valores do coeficiente de pressão, C_p

Zona da fachada	Proteção do edifício	Fachada		Inclinação da cobertura		
		Barlavento	Sotavento	<10°	10° a 30°	≥ 30°
Inferior $H_{FA} \leq 15$ m	Desprotegido	0,50	-0,70	-0,70	-0,60	-0,20
	Normal	0,25	-0,50	-0,60	-0,50	-0,20
	Protegido	0,05	-0,30	-0,50	-0,40	-0,20
Média $15 \text{ m} < H_{FA} < 50$ m	Desprotegido	0,65	-0,70	-0,70	-0,60	-0,20
	Normal	0,45	-0,50	-0,60	-0,50	-0,20
	Protegido	0,25	-0,30	-0,50	-0,40	-0,20
Superior $H_{FA} \geq 50$ m	Desprotegido	0,80	-0,70	-0,70	-0,60	-0,20

em que:

H_{FA} - altura da fração em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o teto da fração e o nível do terreno, em m;

3 – A classe de proteção do edifício é determinada com base na distância aos obstáculos vizinhos e de acordo com a Tabela 24, sempre que se verifique, pelo menos, uma das seguintes condições:

- a) caso a fração se encontre na zona inferior do edifício e se verifique que:

$$H_{obs} \geq 0,5 \cdot \min\{H_{edif}; 15\}$$

- b) caso a fração se encontre na zona média do edifício e se verifique que:

$$H_{obs} \geq 15 + 0,5 \cdot \min\{H_{edif} - 15; 35\}$$

Tabela 24 – Classe de proteção ao vento da fração

Classe de Proteção	Desprotegido	Normal	Protegido
D_{obs}/H_{obs}	> 4	1,5 a 4	< 1,5

em que:

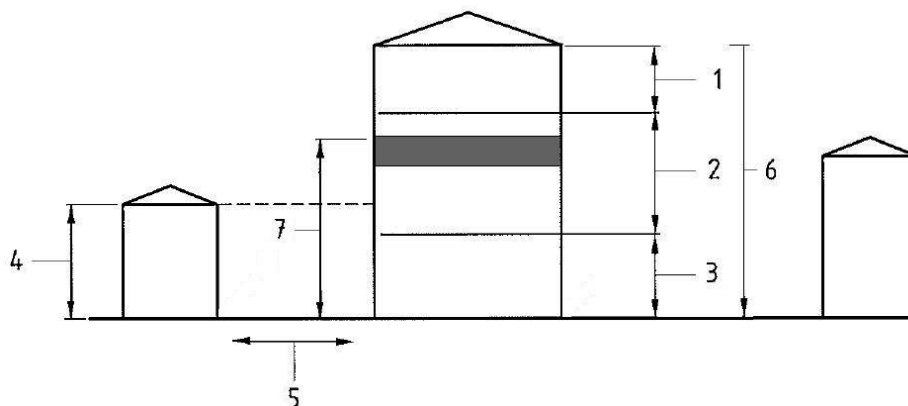
H_{edif} - altura do edifício em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o ponto do teto da fração mais elevada do edifício (nível da cobertura) e o nível do terreno, em m;

H_{obs} - altura do obstáculo/edifício situado em frente à fachada correspondente à maior distância entre o ponto mais alto da fachada (nível da cobertura) do obstáculo e o nível do terreno do edifício em estudo, em m;

D_{obs} - distância ao obstáculo, correspondente à maior distância entre a fachada do edifício em estudo e a fachada do obstáculo/edifício situado em frente, em m.

4 - Nos casos em que existam vários obstáculos às fachadas, que se traduzam em diversos valores de D_{obs} , deverá ser considerado aquele obstáculo que se traduza na maior distância.

5 – Nos casos em que não se verifiquem nenhuma das condições referidas no n.º 3, bem como na ausência de obstáculos ou informação relativa a algumas das distâncias, a classe de proteção deve ser considerada como desprotegido. 6 - Os valores de H_{edif} , H_{FA} , H_{obs} , em metros, podem ser determinados simplificadaamente por 3 x n.º de pisos.



1 - Zona superior (mais de 50 m)

5 - Distância ao obstáculo (D_{obs})

2 - Zona média (15 a 50 m)

6 - Altura do edifício (H_{edif})

3 - Zona inferior (menos de 15 m)

7 - Altura da fração (H_{FA})

4 - Altura do obstáculo (H_{obs})

Figura 02.04 – Indicação das dimensões relevantes para avaliar a proteção ao vento da fração

7 - A velocidade média do vento no local, u , tem o valor mínimo de 3,6 m/s e é função da região em que o edifício se insere, sendo obtida a partir das seguintes expressões:

a) Na região A:

$$u = 11,5 \cdot \left(H_{edif} / z_u \right)^\alpha \quad [\text{m/s}] \quad (25)$$

b) Na região B:

$$u = 12,6 \cdot \left(H_{edif} / z_u \right)^\alpha \quad [\text{m/s}] \quad (26)$$

8 - Para efeito do disposto no número anterior, definem-se duas regiões em Portugal da seguinte forma:

- Região A - Todo o território Nacional, exceto os locais pertencentes a B;
- Região B - RAA, RAM e as localidades situadas numa faixa de 5 km de largura junto à costa e/ou de altitude superior a 600 m.

9 - Os parâmetros α e z_u determinam-se de acordo com a Tabela 25, em função da rugosidade do terreno onde se encontra o edifício, conforme as seguintes definições:

- Rugosidade I - Edifícios situados no interior de uma zona urbana
- Rugosidade II - Edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural

- c) Rugosidade III - Edifícios situados em zonas muito expostas, mediante a inexistência de obstáculos que atenuem o vento.

Tabela 25 – Parâmetros para cálculo da velocidade média do vento

Rugosidade	I	II	III
α	0,4	0,3	0,2
z_u (m)	550	480	400

12.5. Permeabilidade ao ar da envolvente

1 - Caso seja realizado um ensaio de pressurização de acordo com a norma EN 13829, para caracterizar a permeabilidade ao ar da envolvente, pode ser considerado o valor n_{50} desse ensaio para estimar o caudal de infiltrações de ar através da seguinte expressão:

$$q_v = n_{50} \cdot A_p \cdot P_d \cdot \left(\frac{\Delta P}{50}\right)^{0.67} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (27)$$

2 - Nos restantes casos, considera-se que as principais frinchas na envolvente exterior correspondem à caixilharia (permeabilidade ao ar das portas e janelas) e às eventuais caixas de estore (como permeabilidade ao ar das caixas de estore) que podem ser caracterizadas de acordo com os princípios referidos nos números seguintes.

3 - A classe de permeabilidade ao ar das portas e janelas é determinada com os métodos normalizados de ensaios previstos na EN 1026, e os métodos de classificação de resultados previstos na EN 12207 e na EN 14351-1+A1.

4 - Na ausência de classes determinadas de acordo com os princípios mencionados no número anterior, considera-se a caixilharia sem classe de permeabilidade ao ar.

5 - Em função da classificação das portas e janelas considera-se a relação dada pela expressão seguinte entre a diferença de pressão na envolvente, em Pa, e o caudal de infiltrações pelas janelas e portas, q_v :

$$q_v = W \cdot (\Delta P/100)^{0.67} \cdot A_{v\tilde{a}os} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (28)$$

em que:

W - Coeficiente com valor 100, 50, 27, 9 ou 3 para janelas e portas sem classificação, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4, respetivamente

$A_{v\tilde{a}os}$ - Área total de vãos, $[\text{m}^2]$

6 - A permeabilidade ao ar das caixas de estore é classificada como baixa ou elevada, de acordo com os seguintes princípios:

- Caso a caixa de estore seja exterior e não comunique com o interior, para efeitos de estimativa das infiltrações de ar esta não será considerada.
- A classe de permeabilidade ao ar da caixa de estore será baixa se, após a realização de ensaio da sua permeabilidade ao ar, com inclusão das juntas ao caixilho de acordo com a norma EN 1026 e à diferença de pressão de 100 Pa, o caudal de infiltração de ar a dividir pela unidade de comprimento for inferior a $1 \text{ m}^3/(\text{h.m})$.

- c) A classe de permeabilidade ao ar da caixa de estore será de igual modo baixa se esta for exterior e comunicar com o interior apenas na zona de passagem da fita, bem como nas situações em que apresenta um vedante sob compressão adequada em toda a periferia das suas juntas, sendo o caudal de infiltrações de ar estimado de acordo com a seguinte expressão:

$$q_v = 1. (\Delta P/100)^{0.67} \cdot 0,7 \cdot A_{v\tilde{a}os} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (29)$$

- d) Nos casos não previstos nas alíneas anteriores, considera-se que a permeabilidade ao ar da caixa de estore é elevada, sendo o caudal de infiltrações de ar obtido de acordo com a seguinte expressão:

$$q_v = 10. (\Delta P/100)^{0.67} \cdot 0,7 \cdot A_{v\tilde{a}os} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (30)$$

12.6. Aberturas de admissão de ar na envolvente exterior

1 - Os tipos de aberturas de admissão de ar na envolvente, são classificados como de aberturas fixas ou reguláveis manualmente ou aberturas autorreguláveis.

2 - A relação entre a pressão e o caudal de ar escoado através de aberturas fixas ou reguláveis manualmente é obtida de acordo com a seguinte expressão:

$$q_v = 0,281 \cdot \Delta P^{0.5} \cdot A \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (31)$$

em que A é área livre da abertura fixa ou regulável manualmente.

3 - No caso particular de instalações sanitárias sem condutas de evacuação e com janelas exteriores, o efeito da abertura destas janelas na ventilação será estimado com base na aplicação da expressão anterior para uma abertura fixa com área livre até 250 cm² por janela.

4 - No caso de aberturas autorreguláveis pela ação do vento, reportando-se a dispositivos em que a regulação do caudal se inicia a uma diferença de pressão definida pela expressão $\Delta P = x$ Pa, que tipicamente toma os valores de 2, 10 ou 20 Pa, e cujo caudal nominal será M , em m³/h, a relação entre o caudal e a diferença de pressão na envolvente será calculada através das seguintes expressões:

- a) Se $\Delta P \leq x$,

$$q_v = M \cdot (\Delta P/x)^{0.5} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (32)$$

- b) Se $\Delta P > x$,

$$q_v = M \cdot \left[1 + 0,5 \left(\frac{\Delta P - x}{100 - x} \right) \right] \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (33)$$

5 - A área livre geométrica das aberturas e as curvas pressão/caudal das grelhas autorreguláveis, devem ser obtidas de acordo com o previsto na norma NP EN 13141-1.

12.7. Condutas de admissão e de evacuação natural do ar

1 - No cálculo da taxa de renovação horária R_{ph} deve ser considerado o impacto das condutas de admissão ou de exaustão de ar, denominadas chaminés, considerando-se, para

efeitos do cálculo do escoamento natural do ar através dessas condutas, as perdas de carga na chaminé e o efeito da localização da sua saída na cobertura, relacionadas pela seguinte expressão:

$$q_v = C \cdot \Delta P^{0.5} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (34)$$

2 - A constante C determina-se com base em ensaios e cálculos das perdas de carga existentes nas condutas, podendo para efeito de determinação de R_{ph} , ser adotadas as expressões constantes da Tabela 26, em função do diâmetro das condutas e das obstruções nas aberturas mediante a relação entre a área livre da secção de abertura e área da secção da conduta:

Tabela 26 – Constante da curva característica de condutas de ventilação natural, C

Perda de Carga	Conduta	Constante C
Baixa	$D \geq 200 \text{ mm}$ e $A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} \geq 70\%$	$\frac{113}{\sqrt{2,03 + 0,14 L}}$
Média	$125 \text{ mm} \leq D < 200 \text{ mm}$ e $A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} \geq 70\%$	$\frac{44,2}{\sqrt{1,93 + 0,14 L}}$
Alta	$D < 125 \text{ mm}$ ou $A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} < 70\%$	$\frac{28,3}{\sqrt{3,46 + 0,21 L}}$
-	$A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} < 10\%$	0

Em que D é o diâmetro da conduta, em milímetros, e L é a altura da conduta, em m, sendo que para condutas de forma retangular o diâmetro equivalente pode ser obtido pela expressão:

$$D_{eq} = 1,3 \times \frac{(a \times b)^{0,625}}{(a+b)^{0,25}} \quad [\text{m}] \quad (35)$$

em que as dimensões a e b são os lados da conduta de secção retangular, em m.

3 - O efeito da localização da saída da chaminé na cobertura é considerado com base no coeficiente de pressão aplicável ao tipo de cobertura indicado na Tabela 22.

4 - No caso de ser conhecido o desempenho do ventilador estático situado no topo da chaminé, de acordo com a EN 13141-5, pode ser estimado o seu impacto através das correções no valor do coeficiente de pressão da cobertura, de acordo com o previsto no anexo A da norma EN 15242.

12.8. Condutas de insuflação ou de evacuação mecânica do ar

1- Nas frações dotadas de sistemas mecânicos ou híbridos que assegurem a insuflação ou extração de um caudal de ar contínuo, para efeitos de avaliação do desempenho considera-se que se encontra assegurado esse valor do caudal de ar, não sendo necessário definir as respetivas condutas.

2 - Nos sistemas de caudal de ar variável, para efeitos de cálculo é considerado o caudal de ar médio diário.

3 - Na ausência de projeto podem ser considerados os caudais de ar definidos no n.º 3.2 do despacho que procede à publicação das regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes, com um valor mínimo de $0,4 \text{ h}^{-1}$.