

# Nova regulamentação no domínio da Térmica dos Edifícios

---

Helena Corvacho

Representante da Ordem dos Engenheiros no grupo de trabalho de revisão  
do RCCTE

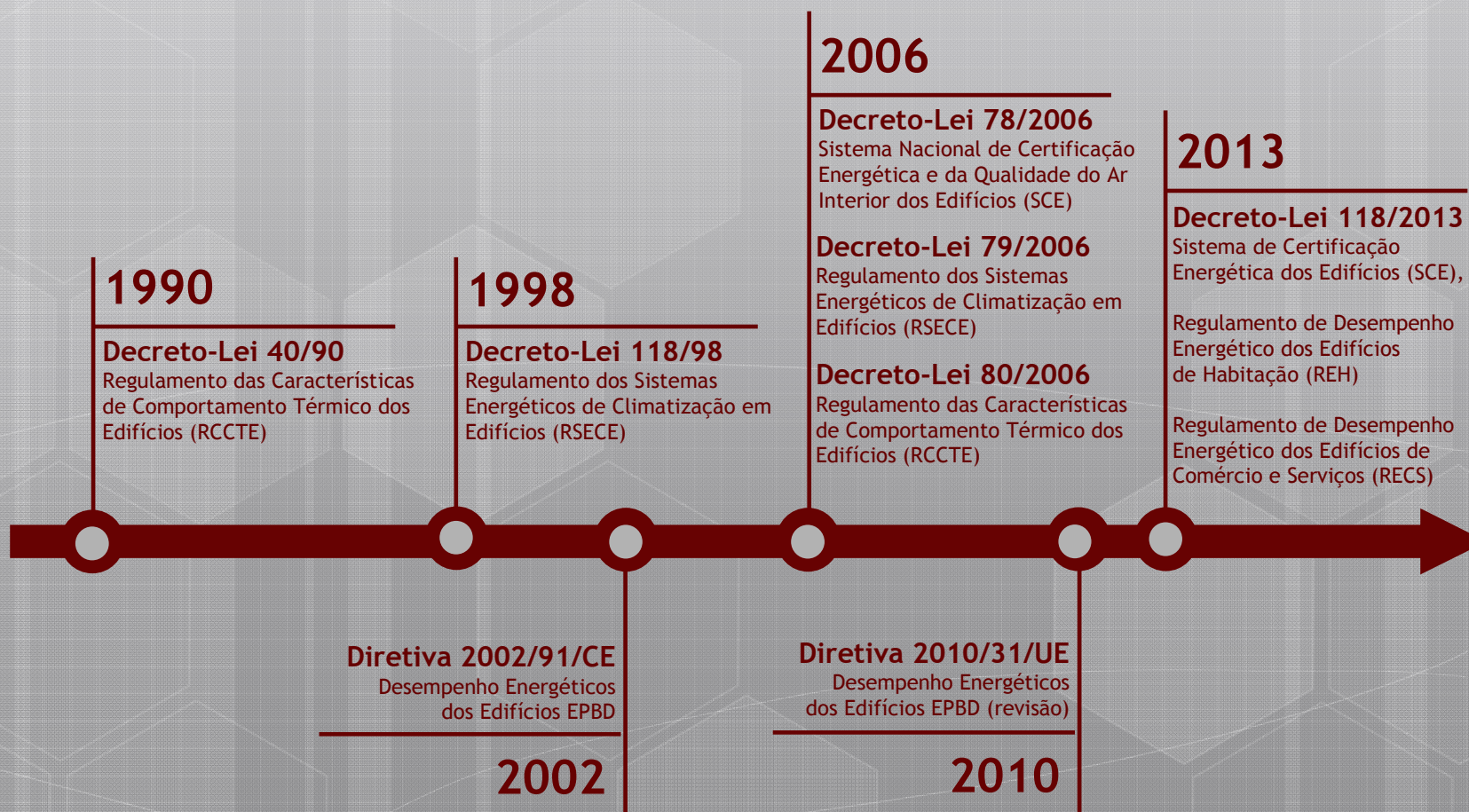
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Departamento de Engenharia Civil  
Laboratório de Física das Construções

# Apresentação

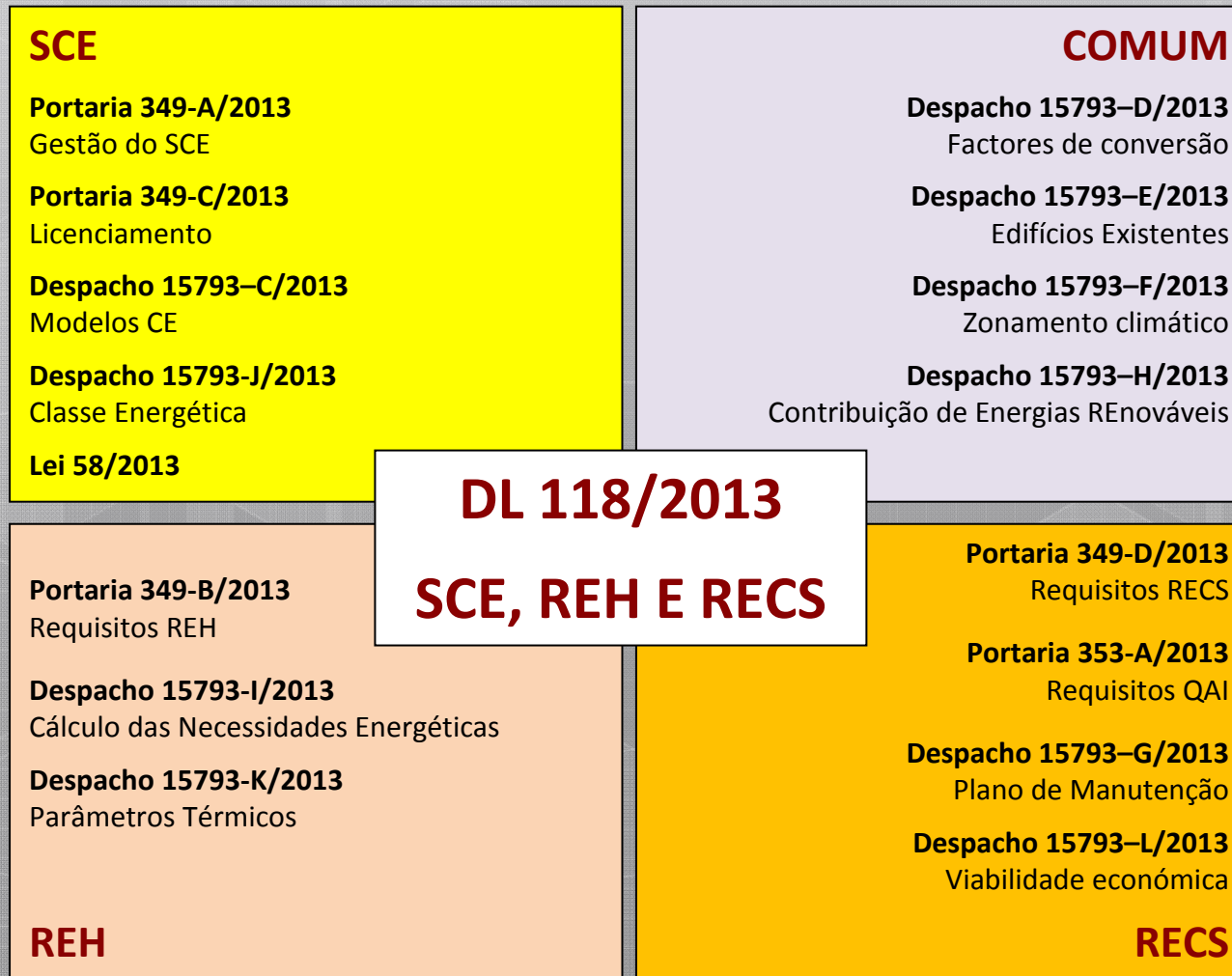
1. Novo enquadramento legislativo
2. REH vs RCCTE – Principais alterações
  - Âmbito;
  - Zonamento e parâmetros climáticos;
  - Verificação regulamentar;
  - Requisitos de comportamento térmico:
    - ✓ Requisitos de qualidade térmica da envolvente;
    - ✓ Definição de limites (parâmetros e condições de referência para o cálculo de  $N_i$  e  $N_v$ );
    - ✓ Cálculo de  $N_{ic}$  e  $N_{vc}$  (perdas através do solo, pontes térmicas lineares, ventilação);
  - Requisitos de eficiência dos sistemas técnicos:
    - ✓ Cálculo de  $N_{tc}$ ;
    - ✓ Cálculo de  $N_t$ ;
  - Edifícios sujeitos a grande intervenção;
3. Ferramentas de cálculo
4. Aplicação das metodologias a casos de estudo



# 1. Novo enquadramento legislativo



# 1. Novo enquadramento legislativo





## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações Âmbito

### RCCTE (DL n.º80/2006)

#### Artigo 2.º

##### Âmbito de aplicação

1 — O presente Regulamento aplica-se a cada uma das fracções autónomas de **todos os novos edifícios de habitação e de todos os novos edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados**, independentemente de serem ou não, nos termos de legislação específica, sujeitos a licenciamento ou autorização no território nacional, com excepção das situações previstas no n.º 9.

### REH (DL n.º118/2013)

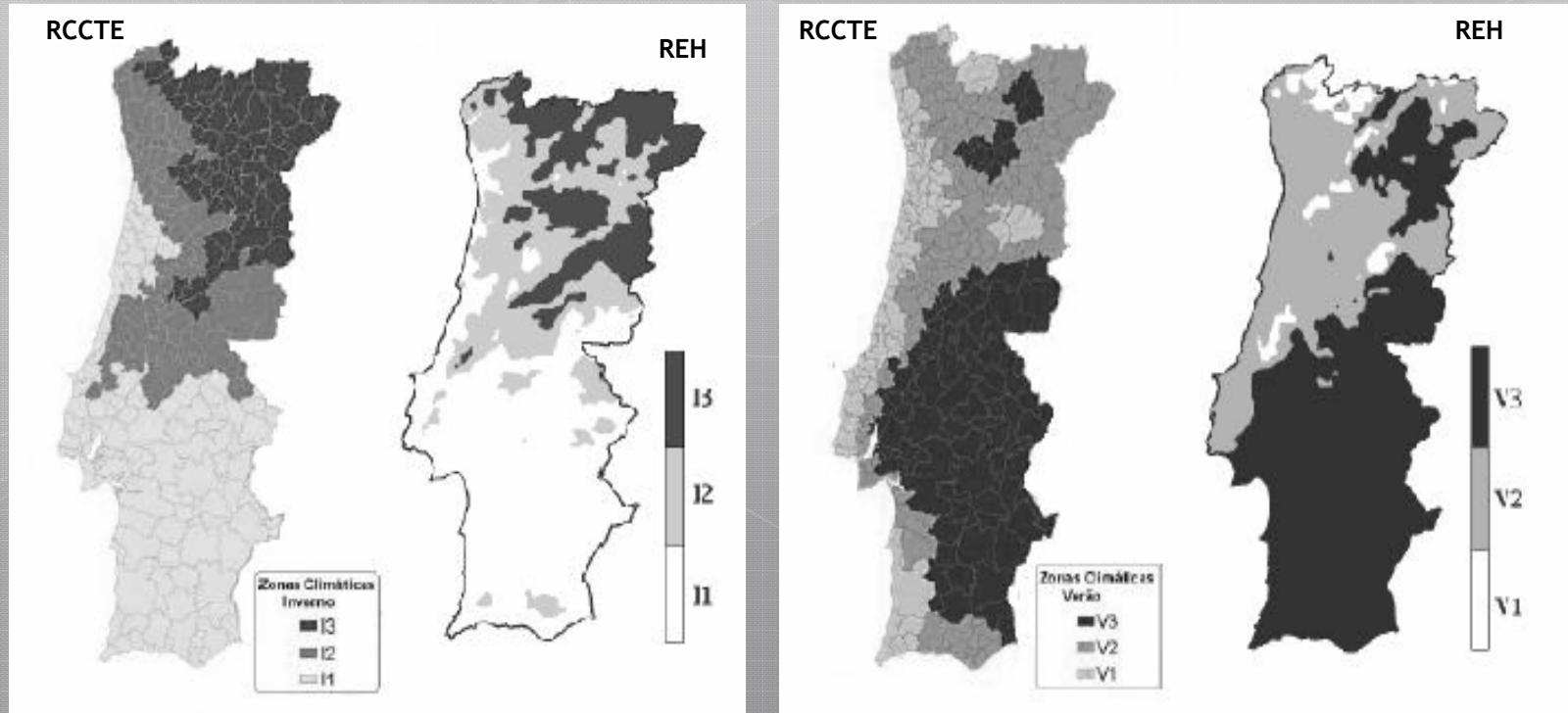
#### Artigo 23.º

##### Âmbito de aplicação

1 - O presente capítulo aplica-se **aos edifícios destinados a habitação**, nas seguintes situações:

- a) Projeto e construção de edifícios novos;
- b) Grande intervenção na envolvente ou nos sistemas técnicos de edifícios existentes;
- c) Avaliação energética dos edifícios novos, sujeitos a grande intervenção e existentes, no âmbito do SCE.

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações Zonamento e parâmetros climáticos



Zonamento em 30 NUTS (nível III)  
(Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos)



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Zonamento e parâmetros climáticos

A **zona climática de Inverno** do local de implantação de um edifício é definida a partir do número de graus-dia (GD) na **base 18°C** segundo os seguintes critérios:

Critério	GD ≤ 1300	1300 < GD ≤ 1800	GD > 1800
Zona	I1	I2	I3

Por sua vez o número de GD de cada local é definido em função de valores de referência de GD tabelados para a NUTS III em que se incluem, procedendo-se a uma **correção em função da diferença de altitude** entre o local de implantação e a altitude de referência da NUTS III.

$$X = X_{REF} + a (z - z_{REF})$$

Esta correção aplica-se ainda ao **parâmetro M** (duração da estação de aquecimento) e a  $\theta_{ext,i}$  (temperatura exterior média do mês mais frio).

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Zonamento e parâmetros climáticos

A **zona climática de Verão** do local de implantação de um edifício é definida a partir da **temperatura média exterior** correspondente à estação convencional de arrefecimento segundo os seguintes critérios:

Critério	$\theta_{ext,v} \leq 20^{\circ}\text{C}$	$20^{\circ}\text{C} < \theta_{ext,v} \leq 22^{\circ}\text{C}$	$\theta_{ext,v} > 22^{\circ}\text{C}$
Zona	V1	V2	V3

À semelhança do que acontece no Inverno,  $\theta_{ext,v}$  é sujeita a uma **correção em função da altitude**, com base numa  $\theta_{ext,v}$  de referência para a NUTS III.



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Zonamento e parâmetros climáticos

Tabela 04 - Valores de referência e declives para ajustes em altitude para a estação de aquecimento.

	z REF m	M		GD		$\theta_{ext,i}$		$G_{Sul}$ kWh/m <sup>2</sup> por mês
		REF meses	<i>a</i> mês/km	REF °C	<i>a</i> °C/km	REF °C	<i>a</i> °C/km	
Minho-Lima	268	7,2	1	1629	1500	8,2	-5	130
Alto Trás-os-Montes	680	7,3	0	2015	1400	5,5	-4	125
Cávado	171	6,8	1	1491	1300	9,0	-6	125
Ave	426	7,2	0	1653	1500	7,8	-6	125
Grande Porto	94	6,2	2	1250	1600	9,9	-7	130
Tâmega	320	6,7	0	1570	1600	7,8	-5	135
Douro	579	6,9	0	1764	1400	6,3	-4	135
Entre Douro e Vouga	298	6,9	1	1544	1400	8,4	-5	135
Baixo Vouga	50	6,3	2	1337	1100	9,5	-5	140

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Zonamento e parâmetros climáticos

Tabela 05 - Valores de referência e declives para ajustes em altitude para a estação convencional de arrefecimento.

	z REF m	$\theta_{ext, v}$		I <sub>sol</sub>								
		REF	a	kWh/m <sup>2</sup> acumulados de junho a setembro								
		°C	°C/km	0°	90° N	90° NE	90° E	90° SE	90° S	90° SW	90° W	90° NW
Minho-Lima	268	20,5	-4	785	220	345	475	485	425	485	475	345
Alto Trás-os-Montes	680	21,5	-7	790	220	345	480	485	425	485	480	345
Cávado	171	20,7	-3	795	220	345	485	490	425	490	485	345
Ave	426	20,8	-3	795	220	350	490	490	425	490	490	350
Grande Porto	94	20,9	0	800	220	350	490	490	425	490	490	350
Tâmega	320	21,4	-3	800	220	350	490	490	425	490	490	350
Douro	579	22,7	-6	805	220	350	490	490	420	490	490	350
Entre Douro e Vouga	298	20,6	-3	805	220	350	490	490	425	490	490	350



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Verificação regulamentar

$$N_{ic} \leq N_i$$

$$N_{vc} \leq N_v$$

~~$$N_{ac} \leq N_a$$~~



$$N_{tc} \leq N_t$$

Requisitos de Comportamento Térmico

Requisitos de Eficiência dos Sistemas

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

Qualidade térmica da **envolvente opaca**  $\Rightarrow U \leq U_{m\acute{a}x}$

Coefficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis de elementos opacos,  $U_{m\acute{a}x}$  [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$U_{m\acute{a}x}$ [W/(m <sup>2</sup> .°C)]		Zona Climática		
		I1	I2	I3
Elemento da envolvente em contacto com o exterior ou espaços não úteis com $b_{tr} > 0.7$	Elementos verticais	1,75	1,60	1,45
	Elementos horizontais	1,25	1,00	0,90
Elemento da envolvente em contacto com outros edifícios ou espaços não úteis com $b_{tr} \leq 0.7$	Elementos verticais	2,00	2,00	1,90
	Elementos horizontais	1,65	1,30	1,20

#### Pontes térmicas planas:

As mesmas exigências que o RCCTE, dispensando-se essa verificação para  $U_{PTP} \leq 0,9$  W/(m<sup>2</sup>.°C)



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

Limitação do **factor solar** dos envidraçados ( $g_T$ , com os dispositivos de protecção permanentes ou móveis totalmente activados)

Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados,  $g_{T\text{máx}}$

$g_{T\text{máx}}$	Zona climática		
	V1	V2	V3
Classe de Inércia			
Fraca	0,15	0,10	0,10
Média	0,56	0,56	0,50
Forte	0,56	0,56	0,50

Alteração em relação ao RCCTE:

a) Se  $A_{env} \leq 15\%$ .  $A_{pav}$

$$g_T \cdot F_o \cdot F_f \leq g_{T\text{máx}}$$

b) Se  $A_{env} > 15\%$ .  $A_{pav}$

$$g_T \cdot F_o \cdot F_f \leq g_{T\text{máx}} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)}$$

Ventilação

RPH  $\geq 0,4$  renovações por hora

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

DEFINIÇÃO DE LIMITES (parâmetros e condições de referência para o cálculo de  $N_i$  e  $N_v$ )



Parâmetros e condições reais do edifício em estudo para o cálculo do  $N_{ic}$ ,  $N_{vc}$  e  $N_{tc}$



Parâmetros e condições de referência aplicadas ao edifício em estudo para o cálculo de  $N_i$ ,  $N_v$  e  $N_t$



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

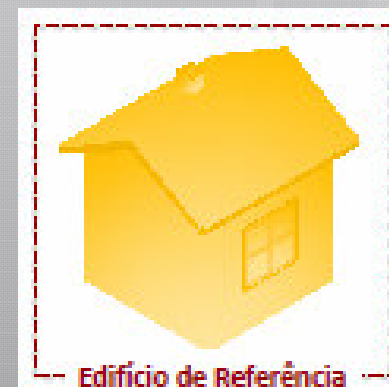
### Requisitos de comportamento térmico

#### Cálculo de $N_i$

$$N_i = (Q_{tr,i,ref} + Q_{ve,i,ref} - Q_{gu,i,ref}) / A_p$$

Coefficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados,  $U_{ref}$  [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$U_{ref}$ [W/(m <sup>2</sup> .°C)]		Zona Climática					
		Portugal Continental			31 de dezembro de 2015		
Zona corrente da envolvente:		Com a entrada em vigor do presente regulamento			31 de dezembro de 2015		
		I1	I2	I3	I1	I2	I3
em contacto com o exterior ou com espaços não úteis com coeficiente de redução de perdas $b_{tr} > 0.7$	Elementos opacos verticais	0,50	0,40	0,35	0,40	0,35	0,30
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30	0,40	0,35	0,30
em contacto com outros edifícios ou	Elementos opacos	1,00	0,80	0,70	0,40	0,35	0,30



Coefficientes de transmissão térmica lineares de referência,  $\psi_{ref}$  [W/(m.°C)]

Tipo de ligação	$\psi_{ref}$ [W/(m.°C)]
Fachada com pavimentos térreos	0,50
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	
Fachada com cobertura	
Fachada com pavimento de nível intermédio <sup>(1)</sup>	0,40
Fachada com varanda <sup>(1)</sup>	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	0,20
Fachada com caixilharia	
Zona da caixa de estore	

- $RPH_{ref}$  igual ao RPH da fracção com um máximo de 0,60;
- $\eta_{i,ref} = 0,60$ ;
- Área de envidraçados de referência igual à da fracção com um máximo de 20% da área útil de pavimento, no cálculo das perdas e igual a 20% $A_p$  no cálculo dos ganhos solares.

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

#### Cálculo de $N_v$

$$N_v = (1 - \eta_{v,ref}) \cdot Q_{g,v,ref} / A_p$$



$q_{int}$  Ganhos internos médios, contabilizados em 4 W/m<sup>2</sup>;

$I_{sol,ref}$  Radiação solar média de referência, correspondente à radiação incidente numa superfície orientada a Oeste [kWh/(m<sup>2</sup>.ano)] ⇒ (D15793-F/2013 – Tabela 05);

$g_{v,ref}$  Fator solar de referência para a estação de arrefecimento, contabilizado em 0,43;

$A_w/A_b$  Razão entre a área de vãos e a área interior útil de pavimento, que se assume igual a 20%;

$L_v$  Duração da estação de arrefecimento, contabilizada em 2928 horas;

$\eta_{v,ref}$  Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento função de  $\Delta\theta = \theta_{ref,v} - \theta_{ext,v}$ ;



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

### Cálculo de $N_{ic}$ e $N_{vc}$

#### Perdas térmicas através do solo

Passaram a ser consideradas **perdas térmicas superficiais** e encontram-se tabeladas.

**Função de:**

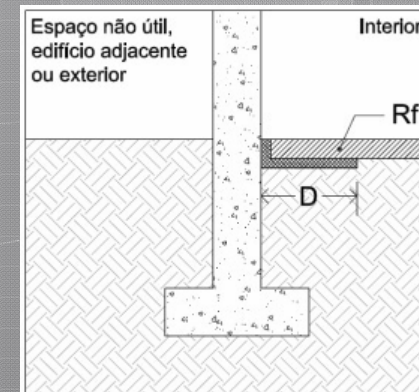
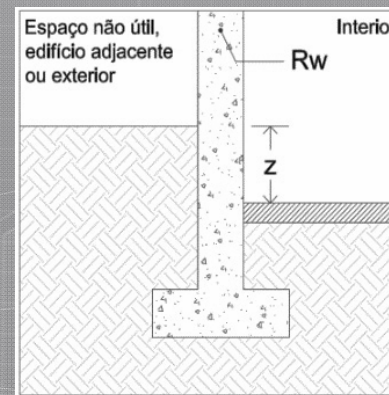
Dimensão característica, no caso dos pavimentos ;

Diferença de cotas;

Resistência térmica do pavimento ou parede;

Largura ou profundidade do isolamento, no caso do isolamento perimetral.

$$B' = \frac{A_p}{0,5 \cdot P}$$



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

# Cálculo de $N_{ic}$ e $N_{vc}$

## Pontes térmicas lineares

Coeficiente de Transmissão Térmica Linear –  $\psi$

Utilização de metodologia que cumpra os requisitos da Norma EN ISO 10211;

Ex: Catálogo online para várias geometrias e soluções típicas;  
<http://www.itecons.uc.pt/catalogoptl/index.php?module=catlg;>



**DESCRIÇÃO**  
Ligação entre fachada e varanda. Paredes simples em alvenaria de tijolo e PTP isoladas pelo exterior.

**REFERÊNCIA**  
P.5.2.2.AT

**FICHA TÉCNICA**  
[Descarregar ficha técnica da solução em PDF](#)

**DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS**

Espessura do pano de alvenaria de tijolo (m)	0.20	Espessura da laje de pavimento intermédio (m)	0.25
--	------	---	------

**VALOR DE  $\psi$  [W/(M.°C)]**  
**1,04**

**Observações**  
O valor de  $\psi$  apresentado diz respeito à perda total de calor que ocorre pela ligação  $\psi = \psi(\text{sup}) + \psi(\text{inf})$

[Imprimir esta solução](#)



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

Valores de  $\psi$  por defeito do Despacho 15793-K/2013;

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 <sup>(1)</sup>		0,60	0,15 <sup>(2)</sup>	0,50 <sup>(3)</sup>
Fachada com varanda <sup>(1)</sup>		0,60	0,60	0,55
Fachada com cobertura	Isolamento sob a laje de cobertura	0,10 <sup>(4)</sup>	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

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de comportamento térmico

## Cálculo de Nic e Nvc

### VENTILAÇÃO

#### Cálculo de RPH:

De acordo com a norma NP 1037 (partes 1 ou 2);

De acordo com a norma EN 15242 (folha de cálculo LNEC);

Ou...

- b) De acordo com outros dados como alternativa ao previsto na alínea anterior, desde que tecnicamente adequados e justificados num projeto de ventilação.



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de eficiência dos sistemas técnicos

#### REQUISITOS SOBRE SISTEMAS TÉCNICOS:

**Requisitos gerais** (P349-B/2013 – Tabelas I.07 a I.09);  
*Projecto, concepção, controlo, manutenção...*

**Requisitos de eficiência** (P349-B/2013–Tabelas I.10 a I.18);

#### SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS:

**Instalação obrigatória;**

**Critérios de dimensionamento revistos – colector padrão;**

*Possibilidade de substituição por outros sistemas admitindo uma produção equivalente de energia para AQS.*

**NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA:  $N_{tc} \leq N_f$**

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de eficiência dos sistemas técnicos

### Cálculo de Ntc

$$N_{tc} = \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{i,k} \cdot N_{ic}}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{v,k} \cdot \delta \cdot N_{vc}}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} \\ + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{a,k} \cdot Q_a / A_p}{\eta_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vm,j}}{A_p} \cdot F_{pu,j} - \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \cdot F_{pu,p}$$

[kWh<sub>EP</sub> / (m<sup>2</sup>·ano)]



## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Requisitos de eficiência dos sistemas técnicos

### Cálculo de $N_t$

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



TABELA I.03

Soluções de referência de sistemas a considerar na determinação do  $N_t$

Tipo de sistema	Soluções de referência
Sistemas para aquecimento ambiente	<p>Considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>O valor de eficiência da(s) unidade(s) de produção como igual ao limite inferior, logo menos eficiente, da classe aplicável indicada na Tabela I.16 a caldeiras, no caso de o edifício prever ou dispor de sistema(s) que recorram a equipamentos de queima de combustível.</li> <li>O valor de eficiência da(s) correspondente(s) unidade(s) de produção como igual ao limite inferior, logo menos eficiente, da classe aplicável indicada na Tabela I.10, no caso de o edifício prever ou dispor de sistema(s) de ar condicionado.</li> </ul>

## 2. REH vs RCCTE – Principais alterações

### Edifícios sujeitos a grande intervenção

REQUISITOS ENERGÉTICOS DIFERENCIADOS EM FUNÇÃO DO ANO DE CONSTRUÇÃO

Ano de construção	$N_{ic}/N_i$	$N_{vc}/N_v$	$N_{tc}/N_t$
Anterior a 1960	Não aplicável	Não aplicável	1,50
Entre 1960 e 1990	1,25	1,25	1,50
Posterior a 1990	1,15	1,15	1,50

$$N_{ic} \leq f \times N_i$$

$$N_{vc} \leq f \times N_v$$

$$N_{tc} \leq f \times N_t$$

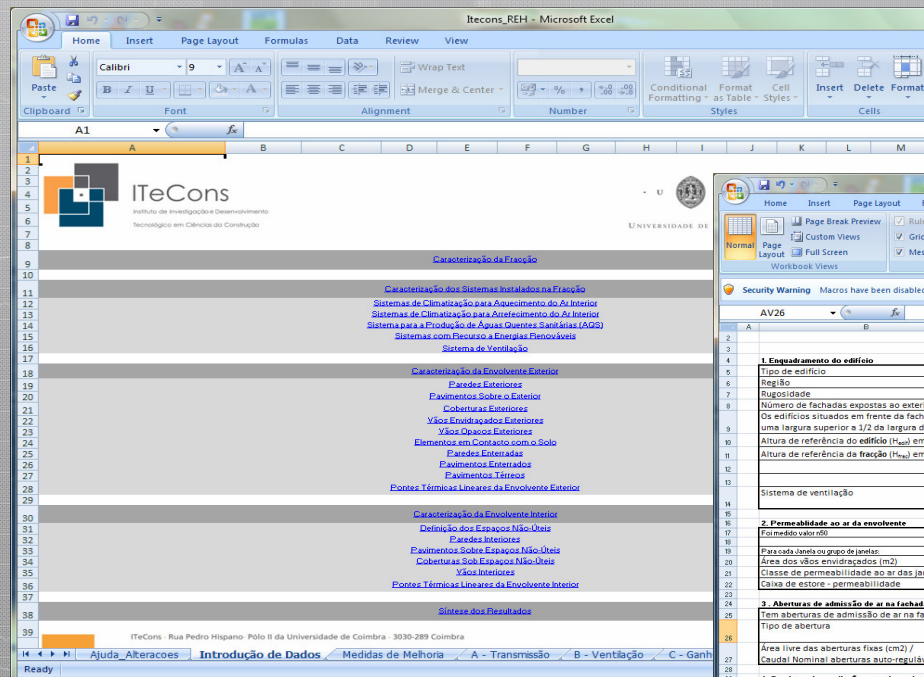


# 3. Ferramentas de cálculo

Folha de cálculo ITECONS

Solterm

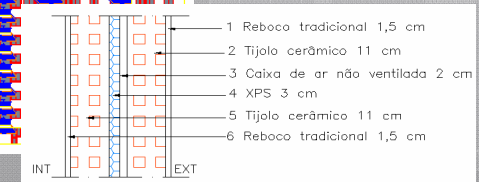
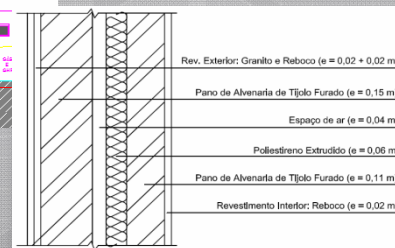
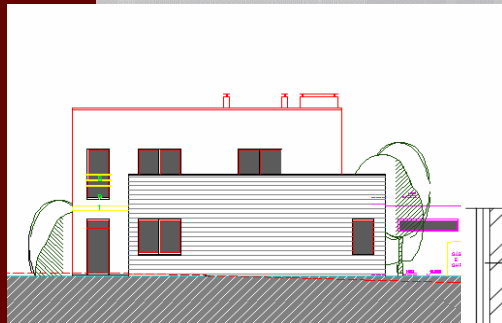
Folha de cálculo ventilação (LNEC)



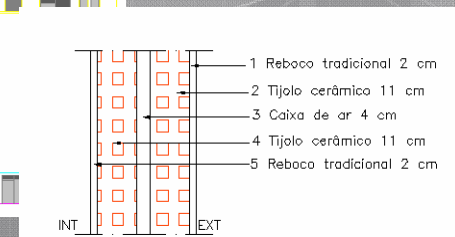
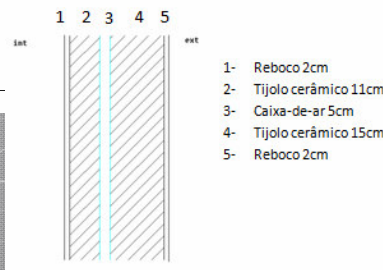
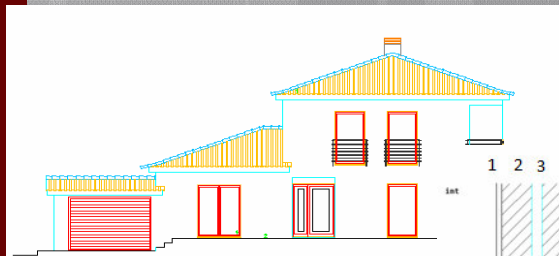
	A	B	C	D	E	F	AV	AV	AV	AV	AV	AZ
1	Chaz. Tabela											
2	<b>1. Enquadramento do edifício</b>											
3	Tipo de edifício											
4	Edifício existente											
5	Região											
6	III											
7	Rugosidade											
8	III											
9	Número de fachadas expostas ao exterior (N <sub>fech</sub> )											
10	2 ou mais											
11	Os edifícios situados em frente de fachada tem uma largura superior a 1/2 da largura do edifício											
12	Não											
13	Altura de referência do edifício (H <sub>ref</sub> ) em m											
14	50											
15	Altura de referência da fração (H <sub>ref</sub> ) em m											
16	9											
17	Sistema de ventilação											
18	Outro sistema de ventilação											
19	<b>2. Permeabilidade ao ar da envoltura</b>											
20	Folheado exterior											
21	Não											
22	Para cada janela ou grupo de janelas											
23	n											
24	Área dos vãos envidraçados (m <sup>2</sup> )											
25	0											
26	Classe de permeabilidade ao ar das janelas											
27	Sem classificação											
28	Caixa de estore - permeabilidade											
29	Perm. alta											
30	Não tem											
31	Não tem											
32	Não tem											
33	<b>3. Aberturas de admissão de ar na fachada</b>											
34	Tem aberturas de admissão de ar na fachada											
35	Sim											
36	Tipo de abertura											
37	Fixa ou regulável manualmente											
38	Auto-regulável e 2 Pa											
39	Auto-regulável e 10 Pa											
40	Auto-regulável e 20 Pa											
41	Área livre das aberturas fixas (cm <sup>2</sup> ) /											
42	0											
43	Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m <sup>3</sup> /h)											
44	180											
45	0											
46	0											
47	<b>4. Condições de ventilação natural, condutas com esboçadores/ventas que não obturam o escoamento de ar pela conduta</b>											
48	Condições de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas esboçadores com obturador que impede o escoamento de ar através da conduta)											
49	Sim											
50	Sim											
51	Não											
52	Não											
53	Escoamento de ar											
54	Básico											
55	Básico											
56	Básico											
57	Básico											
58	Básico											
59	Básico											
60	Básico											
61	Básico											
62	Básico											
63	Básico											
64	Básico											
65	Básico											
66	Básico											
67	Básico											
68	Básico											
69	Básico											
70	Básico											
71	Básico											
72	Básico											
73	Básico											
74	Básico											
75	Básico											
76	Básico											
77	Básico											
78	Básico											
79	Básico											
80	Básico											
81	Básico											
82	Básico											
83	Básico											
84	Básico											
85	Básico											
86	Básico											
87	Básico											
88	Básico											
89	Básico											
90	Básico											
91	Básico											
92	Básico											
93	Básico											
94	Básico											
95	Básico											
96	Básico											
97	Básico											
98	Básico											
99	Básico											
100	Básico											

# 4. Aplicação das metodologias a casos de estudo

## Edifícios Recentes



## Edifícios anteriores a 1990





# Comparação de resultados

## $N_{ic}/N_i$

### RCCTE

### REH

#### Nic/Ni

#### Nic/Ni

##### VIVENDA RECENTE 1\*

##### VIVENDA RECENTE 1\*

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	66,62	74,47	88,07
V2	62,22	79,91	88,1
V3	66,95	74,7	82,05

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	68,48	76,37	90,02
V2	64,04	81,83	90,04
V3	68,81	76,6	83,99

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	68,79	77,02	91,1
V2	64,23	82,65	91,13
V3	69,13	77,26	84,89

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	49,3	53,56	72,38
V2	37,23	49,66	57,01
V3	49	61,57	51,48

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	49,3	53,56	72,38
V2	37,23	49,66	57,01
V3	49	61,57	51,48

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	53,28	57,66	77,81
V2	40,07	53,6	61,7
V3	52,63	65,98	55,99

##### VIVENDA ANTIGA 3\*

##### VIVENDA ANTIGA 3\*

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	193,08	201,08	215,35
V2	187,47	206,62	214,92
V3	193,42	201,32	209,04

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	194,9	202,92	217,22
V2	189,27	208,47	216,78
V3	195,24	203,15	210,9

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	186,9	197,08	213,87
V2	180,54	203,63	213,51
V3	187,31	197,35	206,51

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	210,33	231,45	254,54
V2	207,35	230,8	232,19
V3	208,43	234,09	231,52

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	210,33	231,45	254,54
V2	207,35	230,8	232,19
V3	208,43	234,09	231,52

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	200,72	220,61	249,75
V2	189,94	218,28	222,99
V3	198,33	226,34	220,2

##### PRÉDIO RECENTE 2\*

##### PRÉDIO RECENTE 2\*

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	34,69	43,51	60,24
V2	30,43	50,02	60,41
V3	35,03	43,77	52,63

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	36,63	45,63	62,54
V2	32,25	52,23	62,71
V3	36,98	45,9	54,87

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	18,01	27,16	46,55
V2	14,75	34,14	46,93
V3	18,3	27,43	37,32

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	41,63	47,42	72,68
V2	25,23	41,7	55,19
V3	42,6	57,99	47,65

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	48,38	53,31	80,08
V2	30,96	47,85	60,79
V3	48,44	64,25	53,02

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	22,44	25,08	47,52
V2	11,11	21,2	30,55
V3	22,2	33,95	24,58

##### PRÉDIO ANTIGO 4\*

##### PRÉDIO ANTIGO 4\*

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	85,4	94,29	110,72
V2	79,9	100,81	110,6
V3	85,78	94,56	103,39

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	87,61	96,55	113,06
V2	82,06	103,1	112,92
V3	88	96,82	105,69

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	82,21	92,68	111,11
V2	76,24	99,97	111,03
V3	82,64	92,99	102,92

Rugosidade I			
%	I1	I2	I3
V1	132,15	140,02	166,01
V2	120,16	135,76	143,73
V3	127,98	147,89	138,24

Rugosidade II			
%	I1	I2	I3
V1	151,4	159,04	187,5
V2	141,83	156,01	162,35
V3	145,78	166,1	158,34

Rugosidade III			
%	I1	I2	I3
V1	182,21	187,73	222,67
V2	171,68	184,91	191,75
V3	171,43	194,76	187,55

# Comparação de resultados

$$N_{vc}/N_v$$

## RCCTE

## REH

Nvc/Nv												
<b>VIVENDA RECENTE 1*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	9,04	9,04	9,04	V1	8,39	8,39	8,39	V1	7,8	7,8	7,8	
V2	34,55	8,88	8,88	V2	33,83	8,26	8,26	V2	33,12	7,68	7,68	
V3	34,88	34,88	26,92	V3	34,16	34,16	25,94	V3	33,45	33,45	24,99	
<b>VIVENDA ANTIGA 3*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	4,82	4,82	4,82	V1	4,58	4,58	4,58	V1	4,36	4,36	4,36	
V2	33,86	5,07	5,07	V2	33,25	4,83	4,83	V2	32,65	4,59	4,59	
V3	34,43	34,43	21,85	V3	33,82	33,82	21,19	V3	33,21	33,21	20,56	
<b>PRÉDIO RECENTE 2*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	15,67	15,67	15,67	V1	14,6	14,6	14,6	V1	14,6	14,6	14,6	
V2	38,4	16,23	16,23	V2	37,72	15,16	15,16	V2	37,72	15,16	15,16	
V3	39,82	39,82	34,99	V3	39,13	39,13	33,92	V3	39,13	39,13	33,92	
<b>PRÉDIO ANTIGO 4*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	3,01	3,01	3,01	V1	2,83	2,83	2,83	V1	2,66	2,66	2,66	
V2	21,51	2,94	2,94	V2	20,99	2,76	2,76	V2	20,49	2,6	2,6	
V3	22,4	22,4	13,58	V3	21,87	21,87	13,06	V3	21,35	21,35	12,56	

Nvc/Nv												
<b>VIVENDA RECENTE 1*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	72,3	79,66	83,23	V1	72,3	79,66	83,23	V1	62,48	69,8	73,24	
V2	122,24	87,2	124,47	V2	122,24	87,2	124,47	V2	116,37	77,54	120,37	
V3	118,92	125,95	129,47	V3	118,92	125,95	129,47	V3	117,4	124,86	128,66	
<b>VIVENDA ANTIGA 3*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	12,32	14,18	16,8	V1	12,32	14,18	16,8	V1	10,95	12,64	14,82	
V2	59,61	17,68	82,27	V2	59,61	17,68	82,27	V2	55,38	15,83	78,58	
V3	111,52	127,27	137,29	V3	111,52	127,27	137,29	V3	109,59	125,86	136,29	
<b>PRÉDIO RECENTE 2*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	83,65	87,94	86	V1	73,96	80,23	78,53	V1	62,06	68,45	68,48	
V2	114,16	96,72	113,6	V2	109,05	88,66	111,43	V2	101,72	77,16	107,54	
V3	104,44	110,01	115,81	V3	103,43	109,35	115,39	V3	101,82	108,25	114,62	
<b>PRÉDIO ANTIGO 4*</b>												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	31,53	36,85	38,56	V1	24,67	29,63	30,59	V1	15,07	19,24	19,51	
V2	87,17	44,27	93,92	V2	72,55	35,99	88,29	V2	57,25	24,1	77,01	
V3	98,45	106,85	112,97	V3	96	105,15	111,73	V3	91,13	101,63	109,26	



# Comparação de resultados Classes energéticas

## RCCTE

## REH

VIVENDA RECENTE 1*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	A	A	A	V1	A	A	A	V1	A	A	A	
V2	A+	A	A	V2	A+	A	A	V2	A+	A	A	
V3	A+	A	A	V3	A+	A	A	V3	A+	A	A	

VIVENDA ANTIGA 3*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	B	B	B	V1	B	B	B	V1	B	B	B	
V2	B	B	B	V2	B	B	B	V2	B	B	B	
V3	B	B	B	V3	B	B	B	V3	B	B	B	

PRÉDIO RECENTE 2*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	A+	A+	A+	V1	A+	A+	A+	V1	A+	A+	A+	
V2	A+	A+	A+	V2	A+	A+	A+	V2	A+	A+	A+	
V3	A+	A+	A+	V3	A+	A+	A+	V3	A+	A+	A+	

PRÉDIO ANTIGO 4*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	A	A	A	V1	A	A	A	V1	A	A	A	
V2	A	A	A	V2	A	A	A	V2	A	A	A	
V3	A	A	A	V3	A	A	A	V3	A	A	A	

⊠ Não cumpre o regulamento (Nics/Ni)

VIVENDA RECENTE 1*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	A	A	B	V1	A	A	B	V1	A	A	B	
V2	A	A	B	V2	A	A	B	V2	A	A	B	
V3	B	B	B	V3	B	B	B	V3	B	B	B	

VIVENDA ANTIGA 3*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	B	B	E	V1	B	B	E	V1	B	B	E	
V2	C	D	D	V2	C	D	D	V2	C	D	D	
V3	B	D	D	V3	B	D	D	V3	B	D	D	

PRÉDIO RECENTE 2*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	A	A	B	V1	A	A	B	V1	A+	A+	A	
V2	A	A	A	V2	A	A	B	V2	A	A	A	
V3	A	A	A	V3	A	B	A	V3	A	A	A	

PRÉDIO ANTIGO 4*												
Rugosidade I				Rugosidade II				Rugosidade III				
%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	%	I1	I2	I3	
V1	B	B	G	V1	B	B	G	V1	B	G	G	
V2	B	B	G	V2	B	B	G	V2	B	G	G	
V3	B	B	B	V3	B	G	G	V3	B	G	G	

⊠ Não cumpre o regulamento Nics/Ni e/ou Nvcs/Nv

Obrigada pela vossa atenção

---

**U. PORTO**  
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO



LFC