



**9 - 10 de Novembro de 2006**

# **EVOLUÇÃO DO REGULAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS EDIFÍCIOS (RCCTE) CASO DE ESTUDO**

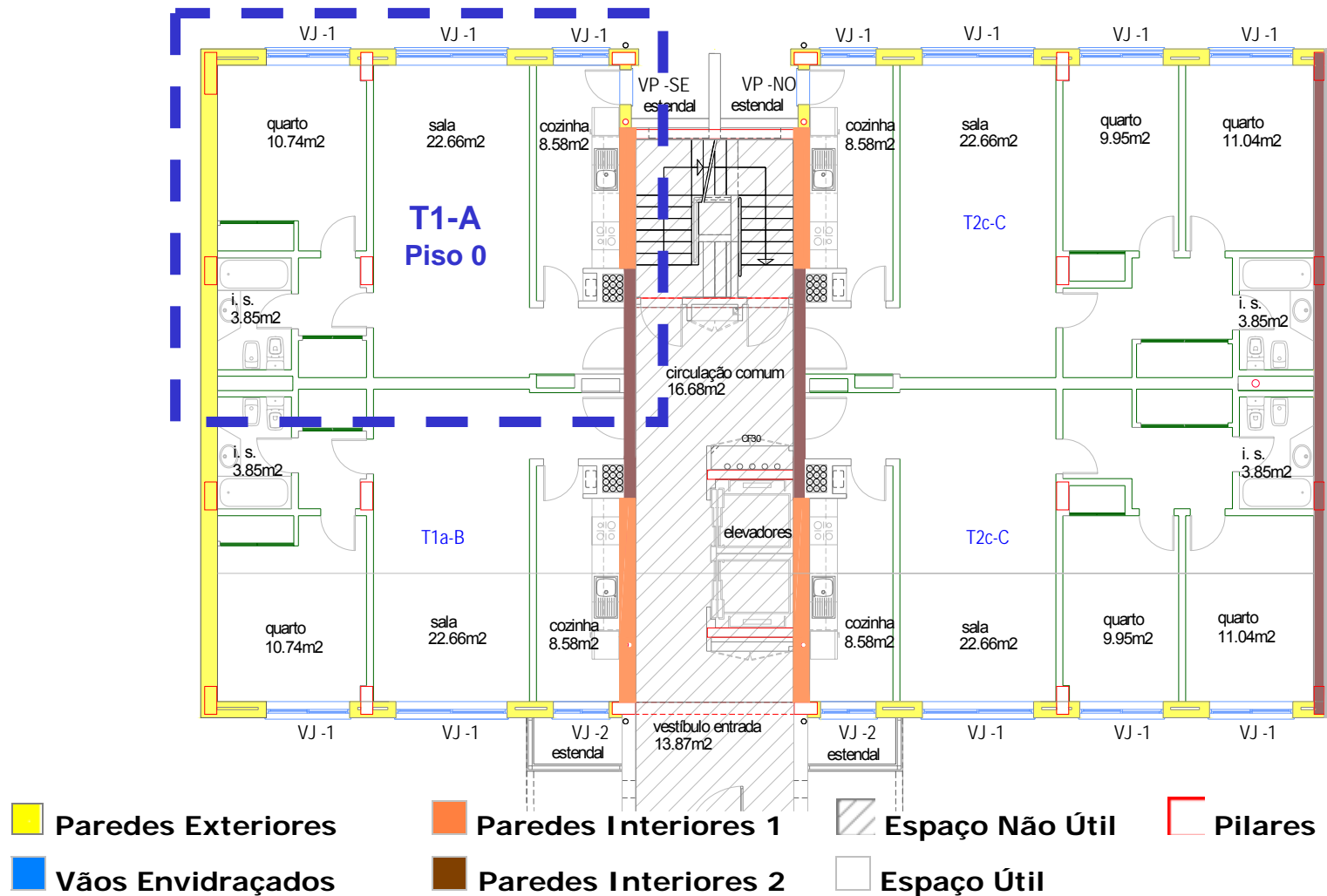
**Susana Camelo, Cristina Horta, Álvaro Ramalho, João Graça, Helder Gonçalves**

# OBJECTIVOS

- Nesta apresentação faz-se a aplicação, para um mesmo apartamento, do Regulamento das Características do Comportamento dos Edifícios (RCCTE) apresentando em paralelo as metodologias preconizadas nas versões do RCCTE de **1990** e de **2006**.
- A análise incide num apartamento de tipologia T1 de um Edifício localizado na cidade de Lisboa (zona climática I1-V2 Sul). O apartamento T1-A constitui uma única zona independente (RCCTE- 1990) / fracção autónoma (RCCTE 2006).
- A caracterização térmica da envolvente para aplicação do RCCTE foi feita com base nas dois documentos do LNEC ITE 28 e ITE 50, respectivamente para o RCCTE de 1990 e para o RCCTE de 2006.
- Procurar-se-á relativizar o peso dos diferentes elementos da envolvente em termos das perdas e dos ganhos e por fim estimar, para ambas as versões, as necessidades nominais de energia útil para aquecimento e arrefecimento e, para a versão de 2006 ainda as necessidades nominais de energia útil para produção de água quente sanitária e de energia primária.



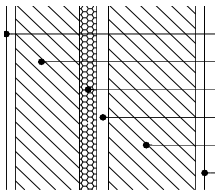
# CASO DE ESTUDO



## Paredes exteriores

### paredes duplas

tijolo furado normal,  
0,11+0,05+0,15 m  
isolamento térmico  
na caixa de ar com  
40 mm de EPS  
reboco exterior e  
interior



## Pavimento Interior

Em contacto com a  
garagem colectiva

### pavimento interior

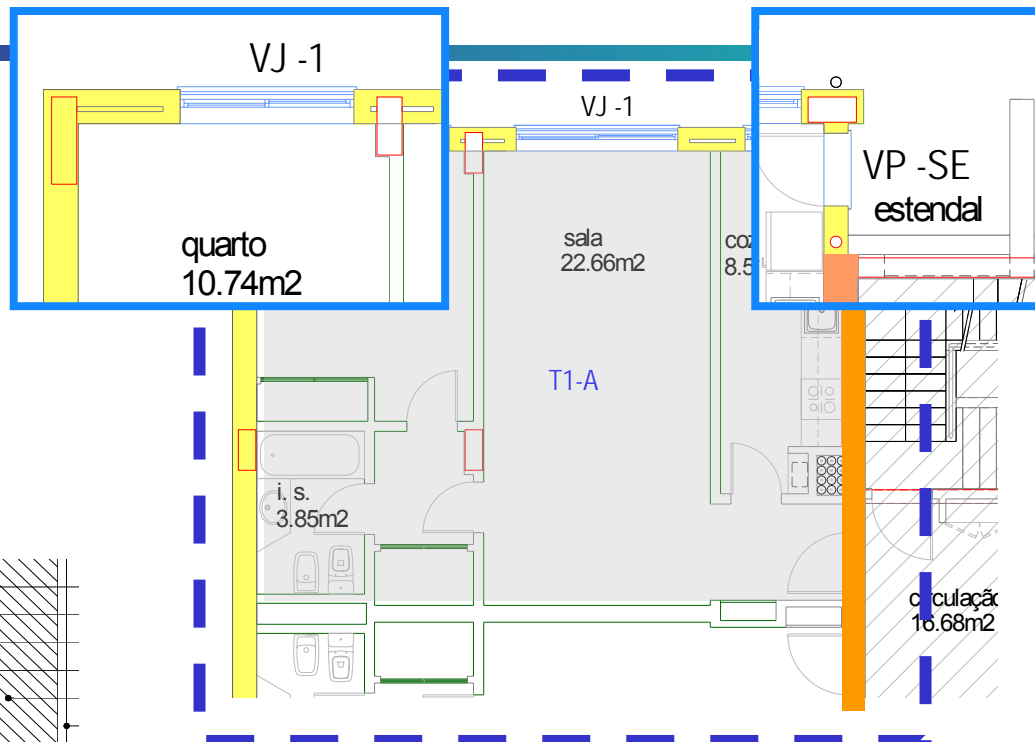
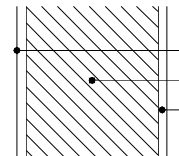
Laje maciça de 0,20 m  
Isolamento térmico com  
40 mm de ICB

## Paredes Interiores

Em contacto com a caixa de escadas

### paredes interiores

tijolo furado 0,22 m  
reboco exterior e interior



## Vãos

### Envidraçados

#### VJ-1

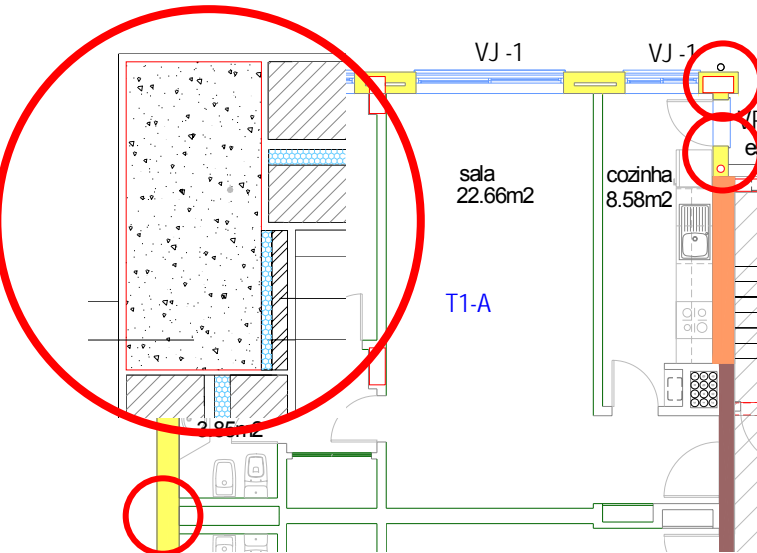
vidro duplo incolor  
6 mm + 4 mm  
lâmina de ar 6 mm  
caixilharia de alumínio  
estores exteriores  
cortinas interiores

#### VP-SE

vidro duplo incolor  
6 mm + 4 mm  
lâmina de ar 6 mm  
caixilharia de alumínio  
cortinas interiores  
transparentes de cor  
clara

# PONTES TÉRMICAS LINEARES

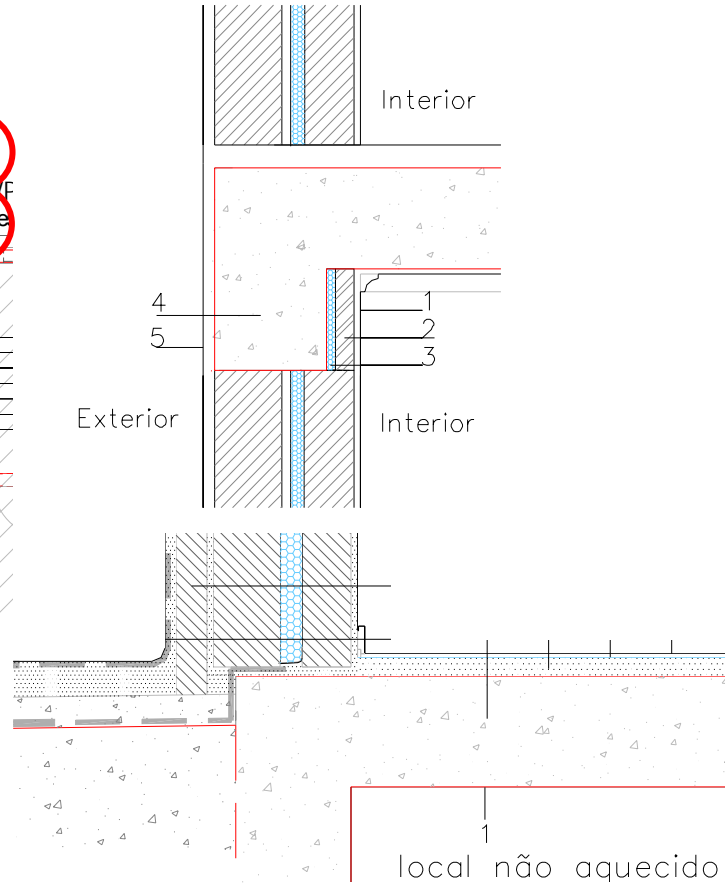
Ligação de duas paredes verticais



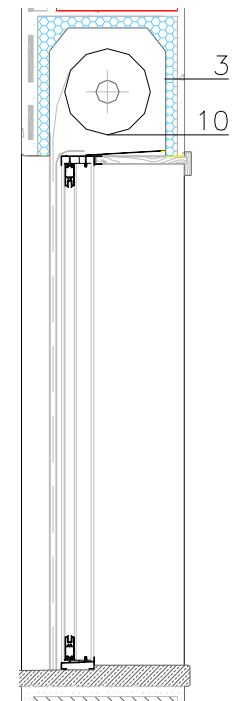
Legenda:

- 1 – reboco interior
- 2 – tijolo de revestimento de 0,04 m
- 3 – isolamento térmico
- 4 – pilar ou laje de betão
- 5 - reboco exterior
- 6 – isolamento térmico
- 7 – caixa de estore
- 10 – caixa de estore

Ligação da fachada com pavimentos intermédios e interiores



Ligação da fachada com caixa de estore, padieira, ombreira e peitoril



# PERDAS NA ENVOLVENTE EXTERIOR – INVERNO

RCCTE 1990  
K·A·fc (W/°C)

RCCTE 2006  
U·A(W/°C)

	Paredes	$0,49 \times 21,1 = 10,34$
	Pontes Térmicas Planas	$1,1 \times 4,3 = 4,7$
	Pilares	$1,1 \times 3,4 = 3,7$
	Vigas	$0,93 \times 1,7 = 1,6$
	Caixas de estore	
$0,50 \times 38,1 \times 1,3 = 24,77$	Pontes Térmicas Lineares	<u><math>\Psi \cdot B</math> (W/°C)</u>
	fachada com pavimentos	$0,71 \times 10,30 = 7,31$
	fachada com pavimentos	$0,27 \times 10,30 = 2,78$
	intermédios	$0,42 \times 1,30 = 0,55$
	fachada com varanda	$0,20 \times 10,08 = 2,02$
	duas paredes verticais	$0,00 \times 5,4 = 0,0$
	fachada com caixa de estore	$0,20 \times 6,8 = 1,36$
	fachada com padieira, ombreira ou peitoril	<hr/> <b>34,36 W/°C</b>

# PERDAS NA ENVOLVENTE INTERIOR - INVERNO

RCCTE 1990  
 $(0,75) \cdot K \cdot f_c \cdot A \text{ (W/}^\circ\text{C)}$

RCCTE 2006  
 $U \cdot A \cdot \tau \text{ (W/}^\circ\text{C)}$

$$0,75 \times 1,4 \times 1,3 \times 15,40 = 21,02$$

Paredes interiores

$$1,16 \times 12,60 \times 0,6 = 8,77$$

$$\underline{0,75 \times 0,65 \times 1,0 \times 65,52 = 31,94}$$

Pavimento interior  
(garagem)

$$\underline{0,70 \times 58,29 \times 0,90 = 36,72}$$

52,96 W/°C

45,49 W/°C



# PERDAS PELOS VÃOS ENVIDRAÇADOS - INVERNO

RCCTE 1990  
K·A· (W/°C)

$3,1 \times 10,80 = 33,48$

$4,0 \times 1,40 = 5,6$

---

39,08 W/°C

Vidro duplo com estores  
exteriores

Vidro duplo com cortina  
interior

RCCTE 2006  
U·A (W/°C)

$3,1 \times 10,80 = 33,48$

$4,5 \times 1,40 = 6,30$

---

39,78 W/°C

# PERDAS POR RENOVAÇÃO DE AR - INVERNO

RCCTE 1990

$$\begin{aligned} & 53,48 \\ & \times \\ & 2,52 \\ & = \\ & 134,77 \\ & \times \\ & 1 \\ & \times \\ & 0,34 \\ & = \\ & 45,75 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Área Útil de pavimento ( $A_p$ )

Pé-direito médio

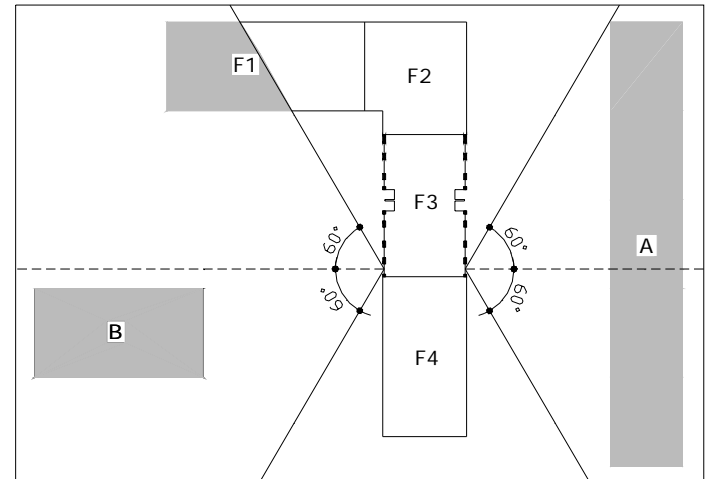
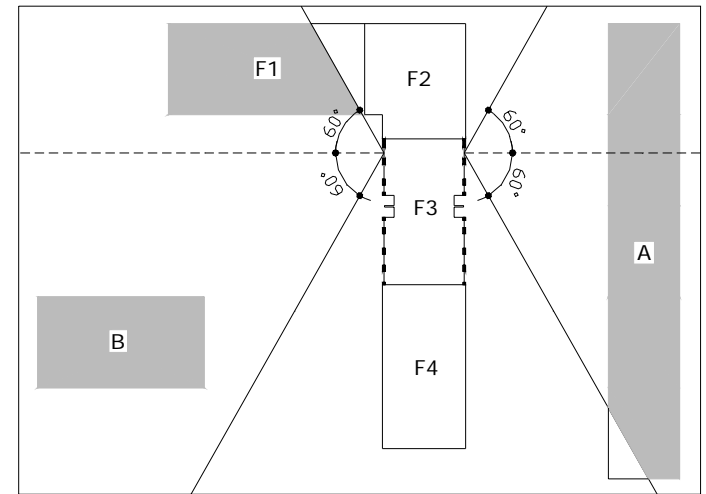
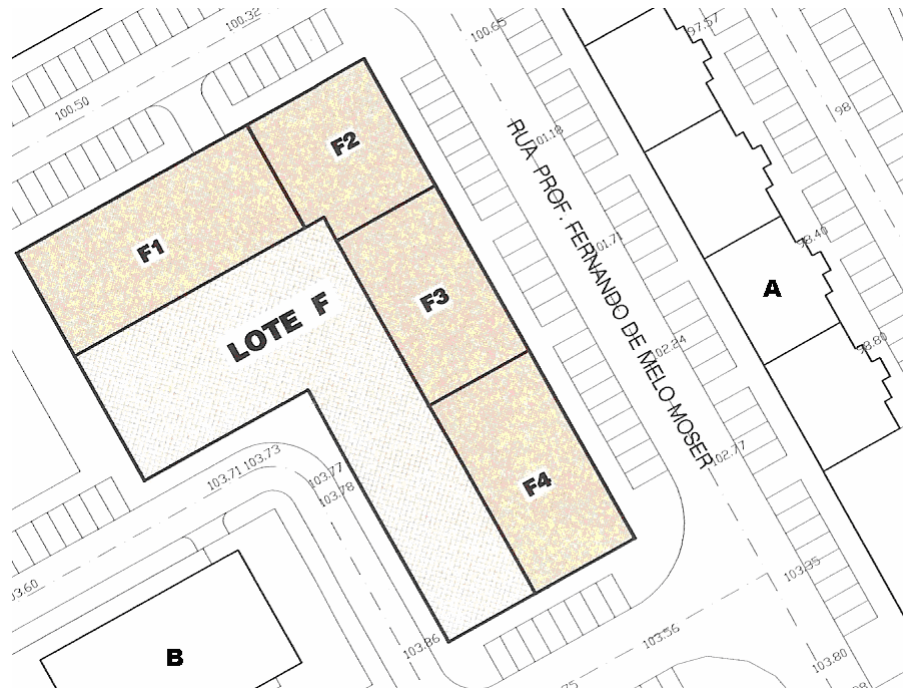
Volume

Taxa de renovação

RCCTE 2006

$$\begin{aligned} & 53,48 \\ & \times \\ & 2,52 \\ & = \\ & 134,77 \\ & \times \\ & 0,94 \\ & \times \\ & 0,34 \\ & = \\ & 43,07 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

# OBSTRUÇÕES POR EDIFÍCIOS VIZINHOS



# GANHOS SOLARES VÃOS ENVIDRAÇADOS - INVERNO

RCCTE 1990

RCCTE 2006

$$A \cdot S_v \cdot \phi \cdot f$$

$$A \cdot g_{\perp} \cdot F_s \cdot F_w \cdot F_g \cdot X_j$$

$S_v$	$\phi$	f	Orientação	$g_{\perp}$	$F_s$	$F_w$	$F_g$	$X_j$
0,75	0,70	0	NE	0,63	0,70	0,90	0,70	0,33
0,75	0,01	0,70	SE	0,39	0,21	0,90	0,70	0,84

0,01

Área efectiva (m<sup>2</sup>)

1,25

# PERDAS E GANHOS - INVERNO

RCCTE 1990		RCCTE 2006
2,94	Ganhos totais úteis (kWh/ano)	1516,50
162,57	Perdas totais (W/°C)	162,40
29,2	Nic (kWh/m².ano)	58,37
400	Graus-Dia 15° C 20°C	1190
44,7	Ni (kWh/m².ano)	62,95

# PERDAS E GANHOS - VERÃO

RCCTE 1990		RCCTE 2006
		$U_{\text{global}} \cdot \Delta T$
68,5 (através da dif. efectiva da temperatura)	Perdas térmicas totais (kWh/ano)	$104,81 \times 2 \times 2,93 = 613,77$
-	Ganhos solares pela envolvente opaca (kWh)	121,5 (através da $T_{\text{ar-sol}}$ )
-	Ganhos internos	626,36
35,75	Ganhos solares pelos envidraçados	629,0

\* sem envolvente interior

# GANHOS SOLARES VÃOS ENVIDRAÇADOS - VERÃO

RCCTE 1990

$$A \cdot S_v \cdot \phi$$

RCCTE 2006

$$A \cdot g_{\perp} \cdot F_s \cdot F_w \cdot F_g$$

$S_v$	$\phi$	Orientação	$g_{\perp}$	$F_s$	$F_w$	$F_g$
0,07	0,70	NE	0,28	0,90	0,85	0,70
0,22	0,70	SE	0,51	0,41	0,85	0,70

35,75

Ganho incidente  
(kWh)

629,0

# NECESSIDADES DE ARREFECIMENTO - VERÃO

RCCTE 1990

RCCTE 2006

6,0

**Nvc**  
(kWh/m<sup>2</sup>.ano)

14,42

20,1

**Nv**  
(kWh/m<sup>2</sup>.ano)

32,0



# NECESSIDADES DE AQS E ENERGIA PRIMÁRIA

RCCTE 1990

RCCTE 2006

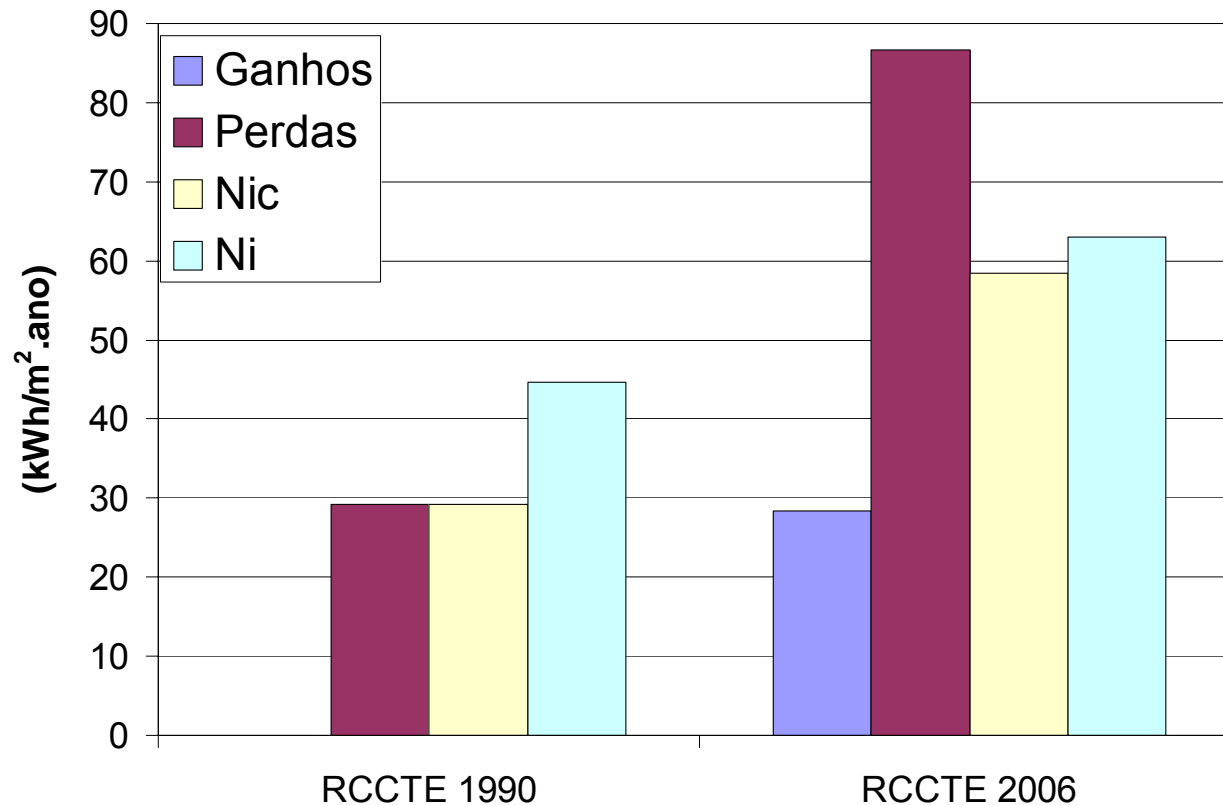
-	<b>Nac</b> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	<b>12,58</b>
---	---	--------------

-	<b>Na</b> (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	<b>44,23</b>
---	--	--------------

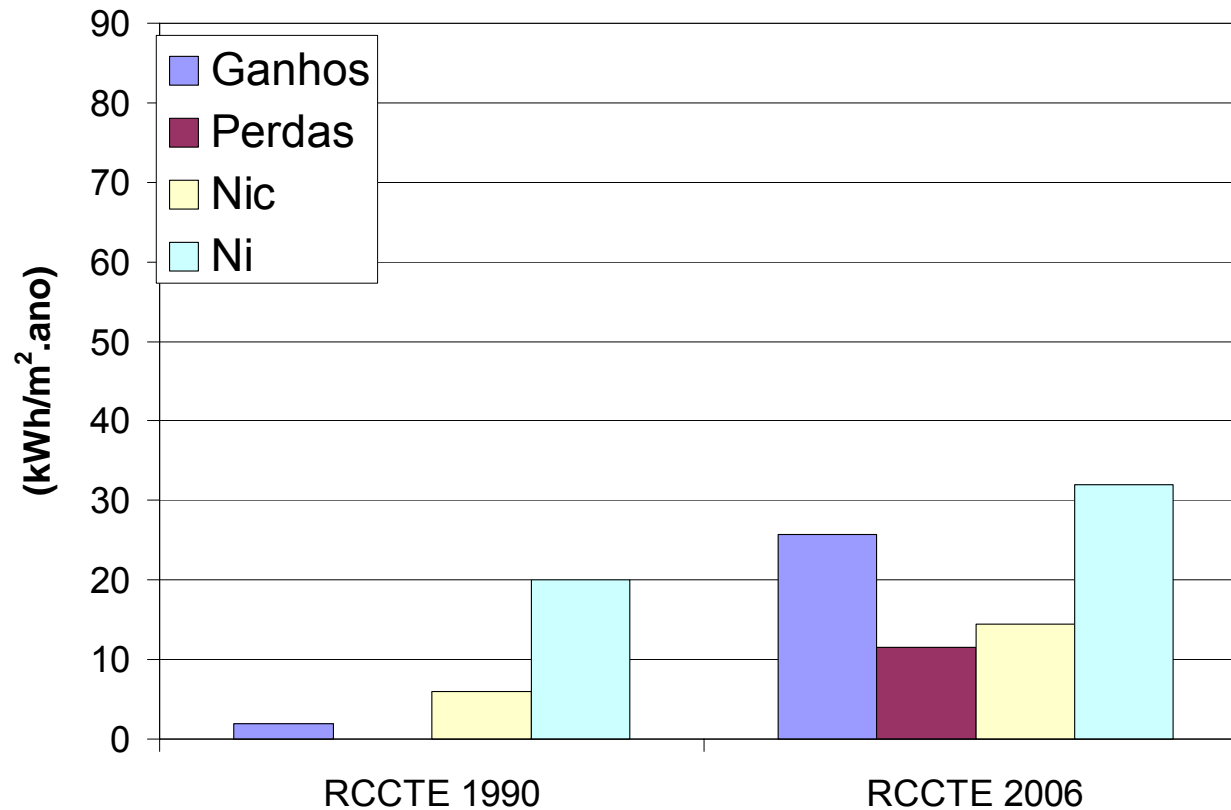
-	<b>Ntc</b> (kgep/m <sup>2</sup> .ano)	<b>2,99</b>
---	--	-------------

-	<b>Nt</b> (kgep/m <sup>2</sup> .ano)	<b>6,83</b>
---	---	-------------

# SÍNTESE - INVERNO



# SÍNTESE – VERÃO



# CONCLUSÕES

- Contabilização de pontes térmicas planas e lineares conduzem a maiores pela envolvente exterior;
- As perdas pela envolvente interior são da mesma ordem de grandeza, porém pela a aplicação do RCCTE de 1990 podia-se utilizar soluções com 2 cm de isolamento. Com o RCCTE de 2006, só a partir de 4 cm de isolamento;
- As perdas pelos envidraçados são idênticas;
- Para o caso estudado, as perdas por renovação de ar não diferem significativamente em virtude de ser necessário, para a verificação da versão de 2006, considerar um caixilho de classe 3;
- A contabilização dos ganhos solares diferem significativamente em ambas as estações;
- O facto de se incluir ganhos internos conduz a ganhos mais elevados, compensados porém pelos graus-dias de aquecimento (RCCTE 1990:  $T_b=15^{\circ}\text{C}$  e RCCTE 2006:  $T_b=20^{\circ}\text{C}$ );
- Valores das necessidades nominais de aquecimento e arrefecimento muito diferentes bem como os respectivos valores limites.