

Regulamentação Energética dos Edifícios

Helder Gonçalves

Lisboa
23 de Novembro 2006

Novo Enquadramento Legislativo

4/Abril 2006

- RCCTE (*Dec.Lei 80/2006*)
- RSECE (*Dec.Lei 79/2006*)

Entrada em vigor a 3 de Julho de 2006

Novo Enquadramento Legislativo

4/Abril 2006

Certificação Energética

(*Dec.Lei 78/2006*)

Entrada em vigor 2007

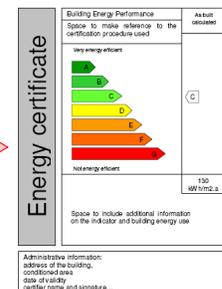
Regulamentos ↔ Certificação Energética



Ntc
energia
primária

IEE
Índice de
Eficiência
Energética

Example 1 with one single indicator and classes



Âmbito de Aplicação

RCCTE

- Edifícios de Habitação
- Pequenos Edifícios de Serviços sem sistemas de climatização centralizados

RSECE

- Edifícios de Serviços (Novos e Existentes)
- Edifícios de Habitação com sistemas de climatização (> 25 KW)

© Helder Gonçalves

INETI

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios

Habitação

Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética

Novos Edifícios	Regulamentos aplicáveis	Requisitos
sem sistemas de climatização ou Pr* ≤ 25 kW	RCCTE	Energéticos
com sistemas de climatização Pr* > 25 kW	RCCTE + RSECE	Energéticos e Qualidade do ar

* potência nominal de aquecimento ou arrefecimento

© Helder Gonçalves

INETI

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios

Serviços

Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética

Novos Edifícios	Regulamentos aplicáveis	Requisitos
todos os pequenos edifícios sem sistemas de climatização ou P ≤ 25 Kw	RCCTE	Energéticos
Pequenos Áreas < 500/1000 m ² todos os edifícios com P > 25 Kw	RSECE	Energéticos e Qualidade do ar
Grandes: Áreas > 500/1000m ² todos os edifícios	RSECE	Energéticos e Qualidade do ar

© Helder Gonçalves

INETI

O que muda no novo RCCTE ? - metodologia de cálculo

1. Novos requisitos em termos de isolamentos - U (W/m²K)
2. Novos procedimentos de cálculo das pontes térmicas
3. Novos procedimentos de cálculo dos parâmetros das necessidades nominais de aquecimento e arrefecimento (Ni, Nv)
4. Cálculo de Águas Quentes Sanitárias (AQS)
5. Sistemas de Colectores Solares Térmicos (AQS) – obrigatório
6. Necessidades globais do edifício em Energia Primária (Nt)

© Helder Gonçalves

INETI

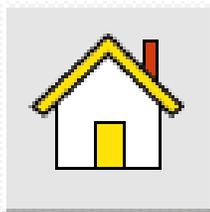
Novo

Energia Solar Obrigatória

Art.7 nº2

"O recurso a sistemas de colectores solares térmicos para aquecimento de água sanitária nos edifícios abrangidos pelo RCCTE é obrigatório sempre que haja uma exposição solar adequada," entende-se por exposição solar adequada a existência de cobertura em terraço ou inclinada com água cuja normal esteja orientada entre sudeste e sudoeste, que não sejam sombreadas por obstáculos significativos..

© Helder Gonçalves **INETI**



Necessidades Aquecimento

$N_{ic} < N_i$ (kWh/m²)

Necessidades de Arrefecimento

$N_{vc} < N_c$ (kWh/m²)

Necessidades AQS

$N_{ac} < N_a$ (kWh/m²)

Necessidades Totais em Energia Primária

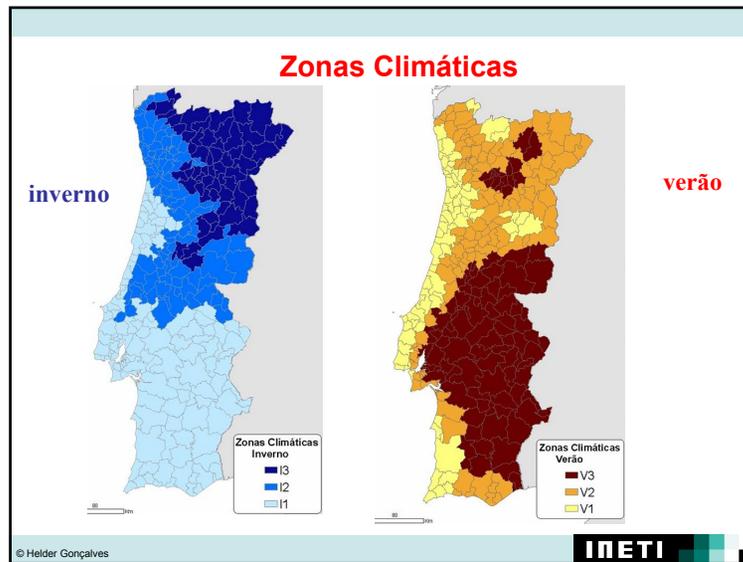
$N_{xc} / \text{Rendimento}$

Equipamento (Aquecimento, Arrefecimento e AQS) / Rendimento

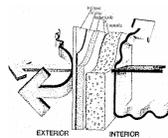
Fonte de Energia (Electricidade, Gás Solar) x Factor de conversão

N_{tc} (kgep/m²)

© Helder Gonçalves **INETI**



Qualidade Térmica da Envolvente



- Isolamentos (Paredes, Coberturas)
- Pontes Térmicas

Uref [w/m²°C]

Envolvente Opaca		Zona Climática			
		I ₁	I ₂	I ₃	RA
Exterior	coberturas	0,50	0,45	0,40	0,80
	paredes	0,70	0,60	0,50	1,40

© Helder Gonçalves **INETI**

1990 K referênc

Exterior	coberturas	Tipos de parede		K (W/m²K)
		paredes	tijolo simples 22 cm	1,60
tijolo furado 11+11 cm	1,40			
tijolo furado 11+15 cm	1,20			
tijolo furado 11+11 c/ 2 cm isol.	0,80			
tijolo furado 11+11 c/ 4 cm isol.	0,55			
tijolo furado 11+15 c/ 2 cm isol.	0,75			
		tijolo furado 11+15 c/ 4 cm isol.	0,50	

2006 K referênciais [W/m²C]

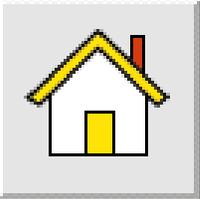
Envolvente Opaca		Zona Climática			
Exterior	coberturas	I ₁	I ₂	I ₃	RA
		0,50	0,45	0,40	0,80
Exterior	paredes	0,70	0,60	0,50	1,40

Valores utilizados no cálculo de Ni

© Helder Gonçalves **INETI**

Verificação Global- Inverno

Cálculo Nic



$$Nic = (Qt + Qv - Qgu) / Ap$$

Qt=Perdas envolvente (exterior+Lna+solo+pontes térmicas)
 Qv=Perdas ventilação
 Qgu= Ganhos Térmicos úteis (ganhos solares+ganhos internos)

Edifício real; Nic

Elementos da envolvente, U do edifício, Ganhos Solares do Edifício, Graus Dia de Aquecimento

Nic

© Helder Gonçalves **INETI**

Cálculo do Indicador Nic

Perdas térmicas associadas a:	(W°C)
Envolvente Exterior (da FC IV.1a)	
Envolvente Interior (da FC IV.1b)	
Vãos Envidraçados (da FC IV.1c)	
Renovação de Ar (da FC IV.1d)	=
Coefficiente Global de Perdas (W°C)	
Graus-Dia no Local (°C.dia)	x
	x
	0,024
	=
Necessidades Brutas de Aquecimento (kWh/ano)	
Ganhos Totais Úteis (kWh/ano) (da FC IV.1e)	=
Necessidades de Aquecimento (kWh/ano)	
Área Útil de pavimento (m²)	=
Nec. Nominais de Aquecimento - Nic (kWh/m².ano)	<
Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m².ano)	<

© Helder Gonçalves **INETI**

Cálculo do Indicador Nic

Paredes exteriores	Area (m²)	U (W/m²C)	U.A (W°C)
			TOTAL
Pavimentos exteriores	Area (m²)	U (W/m²C)	U.A (W°C)
			TOTAL
Coberturas exteriores	Area (m²)	U (W/m²C)	U.A (W°C)
			TOTAL
Paredes e Pavimentos em contacto com o Solo	Perímetro B (m)	ψ (W/m°C)	ψ.B (W°C)
			TOTAL
Pontes Térmicas lineares	Comp. (m)	ψ (W/m°C)	ψ.B (W°C)
Ligações entre:			
Fachada com os Pavimentos térmicos			
Fachada com Pavimentos			
Fachada com Pavimentos Intermediários			
Fachada com Cobertura inclinada ou Terraço			
Fachada com Varanda			
Duas Paredes verticais			
Fachada com Caixa de estore			
Fachada com Padieira, Ombreira ou Peitoril			
Outras			
Perdas pela envolvente exterior da Fração Autónoma	(W°C)		TOTAL

© Helder Gonçalves **INETI**

Pontes Térmicas

$Q_{pt} = 0,024 \cdot L_{pt} \cdot GD \text{ (kWh)}$ $L_{pt} = \sum \psi_j \cdot B_j \text{ (W/}^\circ\text{C)}$

ψ_j – é o coeficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica j , em $[\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}]$.
 B_j – é o desenvolvimento linear (comprimento) da ponte térmica j , medido pelo interior, em $[\text{m}]$.

Pontes Térmicas - Ligação de elementos

© Helder Gonçalves **INETI**

Factor de Forma

FACTOR DE FORMA	
Da FC IV. 1a e 1c: (Áreas)	m ²
Paredes Exteriores	
Coberturas Exteriores	
Pavimentos Exteriores	
Envidraçados Exteriores	
Da FC IV. 1b: (Áreas equivalentes A _e)	
Paredes Interiores	
Coberturas Interiores	
Pavimentos Interiores	
Envidraçados Interiores	
Área Total:	
Volume (da FC IV. 1d):	
FF	
Graus-Dia no Local (°C.dia)	

$N_i = 4,5 + 0,0395 \cdot GD$ para $FF < 0,5$
 $N_i = 4,5 + (0,021 + 0,037 \cdot FF) \cdot GD$ para $0,5 < FF < 1$
 $N_i = [4,5 + (0,021 + 0,037 \cdot FF) \cdot GD] \cdot (1,2 - 0,2 \cdot FF)$ para $1 < FF < 1,5$
 $N_i = 4,05 + 0,08885 \cdot GD$ para $FF > 1,5$

Nec. Nom. de Aquec. Máximas - Ni (kWh/m².ano)

© Helder Gonçalves **INETI**

Cálculo das Necessidades Energéticas Aquecimento

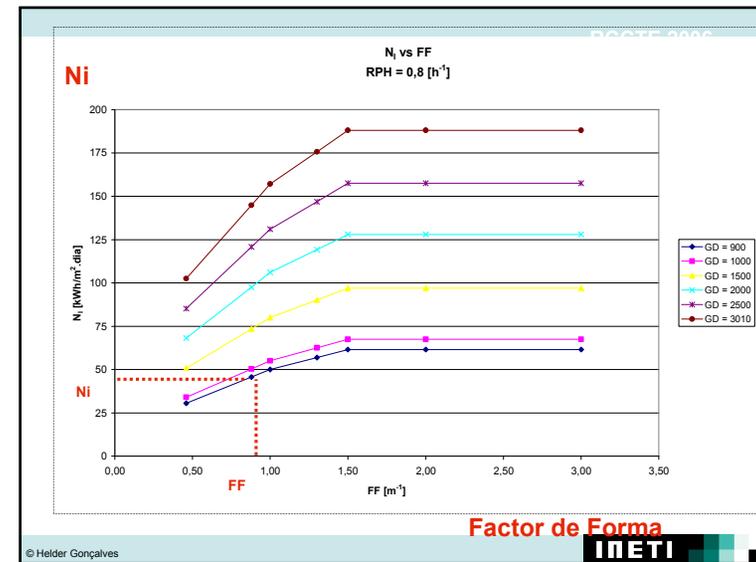
Regulamentar; $N_{ic} < N_i$ (kWh/m²)

Edifício real; N_{ic}
Elementos da envolvente, K do edifício
Ganhos Solares do Edifício

Valor Referência; N_i
Calculado em função do Factor de Forma e
dos Graus Dia de Aquecimento

$N_i = f(FF, G_d)$

© Helder Gonçalves **INETI**



Verificação Global-Verão

Cálculo Nvc – Necessidades de Arrefecimento



Edifício real; Nvc

Elementos da envolvente, U do edifício, Ganhos Solares do Edifício, Graus Dia de Aquecimento

Nvc = Qg (1-η) / Ap

Qg = Ganhos totais brutos

- envoltente opaca
- ganhos directos nos vãos
- renovação de ar
- ganhos internos

η = factor de utilização ganhos

Ap = Área útil de pavimento

→ Nvc

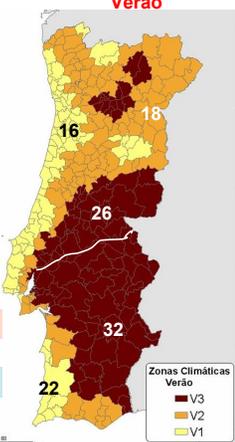
Regulamentar; Nvc < Nv

© Helder Gonçalves INETI

Necessidades de Arrefecimento



→ Nvc



Verão

Reference Nv (kWh/m²)

Madeira Nv = 23 kWh/m2.ano

Açores Nv = 21 kWh/m2.ano

Regulamentar; Nvc < Nv

© Helder Gonçalves INETI

NECESSIDADES DE ENERGIA - AQS

É UMA DAS NOVIDADES DO RCCTE:
CONTABILIZA A ENERGIA PARA AQS

$$Nac = (Q_a / \eta_a - E_{solar} - E_{ren}) / A_p$$

↓

Favoreçe:

- **ENERGIAS RENOVÁVEIS (ex. COLECTORES SOLARES)**
- **EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS UTILIZADOS**

- Caldeira a Gas Natural (0.65-0.87)
- Termoacumulador Eléctrico (0.8-0.95)

© Helder Gonçalves INETI

Necessidades calculadas de Energia Primária (Ntc)

$$Ntc = 0,1 \cdot (Ntc/\eta_i) \cdot (F_{puj} + 0,1 \cdot (Nvc/\eta_v) \cdot F_{puv} + Nac \cdot F_{pua} \quad [kgep/m^2 \cdot ano]$$

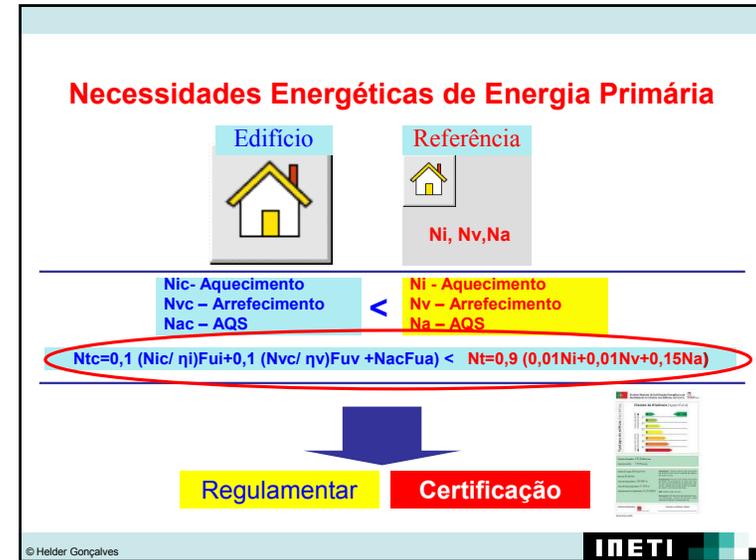
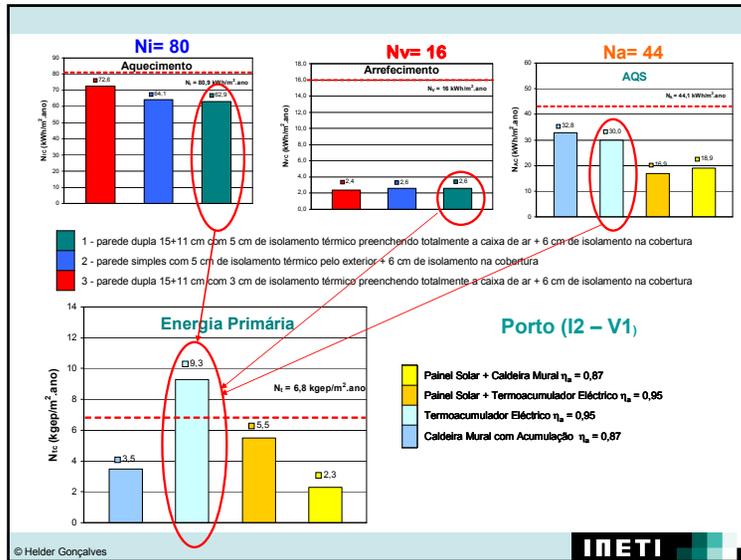
Sistema	Eficiência nominal - η	
resistência eléctrica	1,00	
caldeira com combustível	gasoso	0,87
	líquido	0,80
	sólido	0,60
bomba de calor	aquecimento	4,00
	arrefecimento	3,00
máquina frigorífica	ciclo de compressão	3,00
	ciclo de absorção	0,80

Aquecimento eléctrico
Ntc=(100/1)0,29= 29 kgep

Aquecimento caldeira
Ntc=(100/0,87)0,086= 9,88 kgep

Fonte de Energia	Factor de conversão (kgep/kWh) F _{pu}
electricidade	0,290
Combustível sólido, líquido e gasoso	0,086

© Helder Gonçalves INETI



Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios

© Helder Gonçalves INETI

- ### Artigo 1º - Objecto
1. **Requisitos no Projecto** de novos sistemas de climatização (conforto termico e de qualidade do ar interior e requisitos de renovação e tratamento de ar)
 2. **Limites máximos de consumo de energia** nos grandes edificios de serviços existentes e no projecto dos novos edificios
 3. Condições de **manutenção** dos sistemas de climatização e responsabilidades
 4. Condições de **monitorização e de auditoria dos edificios** (energia e de qualidade do ar)
 5. **Requisitos de formação** dos técnicos de projecto, instalação e manutenção
- © Helder Gonçalves INETI

O RSECE aplica-se a:

Edifícios de serviços existentes com área útil superior aos valores limite definidos no presente Regulamento, em função da tipologia do edifício, e da área útil de pavimento

Novos edifícios de serviços (ou fracções autónomas não residenciais), com potência instalada superior ao valor limite, Pm (RSECE, Art.2º nº1 alínea b);

Novos edifícios residenciais, ou de cada uma das suas fracções autónomas que sejam projectados para serem dotados de sistemas de climatização com uma potência nominal instalada superior a um limite Pr (RSECE, Art.2º nº1 alínea c);

Novos sistemas de climatização a instalar em edifícios ou fracções autónomas existentes com uma potência nominal igual ou superior a Pm para edifícios de serviços, ou Pr para edifícios residenciais, sendo-lhes aplicáveis os mesmos requisitos previstos para os edifícios novos da mesma tipologia (RSECE, Art.2º nº1 alínea d);

Edifícios de serviços existentes aquando de grandes intervenções de reabilitação relacionadas com a envolvente, as instalações mecânicas de climatização ou os demais sistemas energéticos dos edifícios de serviços (RSECE, Art.2º nº1 alínea e).

© Helder Gonçalves

INETI

OBJECTIVO

Limitar os consumos de energia nos edifícios;

▪ **Edifícios novos – Estimar os consumos no projecto**

▪ **>1000 m²: Simulação - limite do consumo**

▪ **Edifícios existentes – Medir os consumos**

▪ **>1000 m²: Auditoria**

© Helder Gonçalves

INETI

Edifícios novos Ap > 1000 m² Valores limite

Tipos de Actividade	Tipologia do Edifício	Aquecimento e Arrefecimento	Aquecimento	
		IEE (kgép/m ² .ano)	IEE (kgép/m ² .ano)	
COMERCIAL	Hipermercados	110	83	
	Vendas por Grosso	35	27	
	Supermercados	70	55	
	Centros Comerciais	95	58	
	Pequenas lojas	35	31	
SERVIÇO DE REFEIÇÕES	Restaurantes	120	120	
	Pastelarias	140	122	
	PRONTO A COMER	170	159	
HOTÉIS	Hotéis de 4 ou mais estrelas	45	30	
	Hotéis de 3 ou menos estrelas	25	19	
	Cinemas e teatros	18	7	
ENTRETENIMENTO	Discotecas	40	17	
	Bingos e Clubes Sociais	15	14	
	Clubes desportivos c/ piscina	25	20	
	Clubes desportivos s/ piscina	20	17	
	Escritórios	35	30	
SERVIÇOS	Sedes de bancos e Seguradoras	45	38	
	Filiais de Bancos e Seguradoras	35	26	
	Comunicações	30	28	
	Bibliotecas	15	11	
	Maneiras e Galerias	15	10	
	Tribunais, Ministérios e Câmaras Municipais	15	14	
	Estabelecimentos Prisionais	20	17	
	ESCOLAS	Estabelecimentos de Ensino	15	13
		Estabelecimentos de Saúde c/ Internamento	40	

© Helder Gonçalves

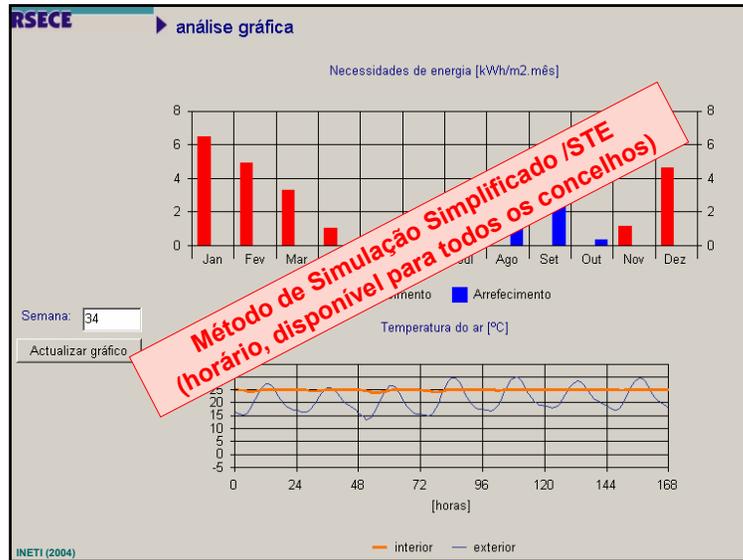
INETI

RSECE grandes edifícios RSECE 2005

Tipologia do edifício: Escritórios
 Área útil de pavimento [m²]: 1500.0

	Necessidades de energia [kWh/m ² .ano]	COP	Factor de conversão [kgép/kWh]	Consumo de energia [kgép/m ² .ano]	Factor de correcção climática	IEE [kgép/m ² .ano]
Aquecimento	31.8	1.00	0.290	9.2	0.91	4.1
Arrefecimento	16.6	3.00	0.290	1.6	0.89	1.4
Iluminação	15.6	1.00	0.290	4.5		4.5
Equipamento	33.7	1.00	0.290	10.8		10.8
AQS						0.3
Retirar outros	5.0	1.00	0.290	1.5		1.5
Especifique	Elevadores					
Aquecimento	194.7			272.6		
Arrefecimento	72.3			101.2		
						IEE [kgép/m ² .ano] 22.5 <= 35.0

INETI (2004) O edifício encontra-se regulamentar



Novos Edifícios	Procedimentos	Requisitos
Habitação		
Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética		
sem sistemas de climatização (Pr' ≤ 25 Kw)	RCCTE: Cálculo necessidades nominais aquecimento - Nic (Anexo IV) arrefecimento - Nvc (Anexo V) águas quentes sanitárias - Nac (Anexo VI) globais de energia primária - Ntc (Art. 15 nº 4)	mínimos de qualidade térmica (Anexo IX nºs 1, 2 e 3) limitação necessidades nominais Nic ≤ Ni (Art. 15 nº 1) Nvc ≤ Nv (Art. 15 nº 2) Nac ≤ Na (Art. 15 nº 3) Ntc ≤ Nt (Art. 15 nº 4,5)
com sistemas de climatização Pr' > 25 kW	RCCTE: Cálculo necessidades nominais (RCCTE - Art. 15 nº 4 e Anexos IV, V, VI) RSECE: Simulação simplificada (STE) (RSECE - Art.11º,nº1) Garantia da Qualidade Ar (Art.12º nº1)	mínimos de qualidade térmica (RCCTE - Anexo IX nºs 1, 2 e 3) limitação necessidades nominais (RCCTE - Art. 15 nºs 1, 2, 3) com Nic < 0,8Ni e Nvc < 0,8Nv (RSECE-Art.12º nº 1) Potência Máxima Art.13º nº1, Requisitos de qualidade (Art.2º nº1, b) II) Caudais mínimos de ar novo* (Art.29º)
* potência nominal de aquecimento ou de arrefecimento		* Edifícios dotados de sistemas de climatização com ventilação mecânica

© Helder Gonçalves

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios

Serviços Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética com entrada em vigor 90 dias após publicação do Decreto Lei.

Novos Edifícios	Procedimentos	Requisitos
Pequenos Áreas < 500/1000 m ² todos os edifícios P > 25 Kw	Cálculo necessidades nominais (RCCTE - Art. 15 e Anexos IV, V, VI) + RSECE: Simulação simplificada (STE) Garantia da Qualidade Ar (Art.12º nº1) valor mínimo de renovação do ar	mínimos de qualidade térmica (RCCTE - Anexo IX nºs 1, 2 e 3) limitação necessidades nominais (RCCTE - Art. 15 nºs 1, 2) Nic < 0,8Ni e Nvc < 0,8Nv (RSECE - Art. 10 nº 1) IEE<IEEref (RSECE - Art. 10 nº 1 e Art.2º nº1, b) i) Potência Máxima Art.2º nº1, b) ii) Requisitos de qualidade (Art.2º nº1, b) III) Caudais mínimos de ar novo* (Art.29º)
Grandes: Áreas > 500/1000m² todos os edifícios	RSECE: Simulação detalhada (Art.8º, nº1) Garantia da Qualidade Ar (Art.12º nº1)	mínimos de qualidade térmica (RCCTE - Anexo IX nºs 1, 2 e 3) IEE<IEEref (RSECE - Art. 9 nº 1 e Art.2º nº1, b) i) Potência Máxima Art.2º nº1, b) ii) Requisitos de qualidade (Art.2º nº1, b) III) Caudais mínimos de ar novo* (Art.29º)

* Edifícios dotados de sistemas de climatização com ventilação mecânica

© Helder Gonçalves

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios

Edifícios de Serviços Existentes	Procedimentos	Requisitos
Serviços / Pequenos: Áreas < 500/1000m ²	Auditoria Qualidade Ar Interior (Art.12º nº3)	Sem requisitos energéticos (Art.10º) Concentração máxima admissível (Art.29º nº 8 a,b,c), nº9)
Serviços Grandes: Áreas > 500/1000m ²	Auditoria Energética* (Art.7º, nº1) Auditoria Qualidade Ar Interior (Art.12º nº3) * Complexidade adequada à tipologia e dimensão do edifício	IEE < IEE ref (Art.33º nº 1) Concentração máxima admissível Art.29

© Helder Gonçalves

Fim

obrigado pela v.atenção