



SECOVI SP
O SINDICATO DA HABITAÇÃO
Desde 1946

Seminário
Desempenho térmico e eficiência
energética de edifícios: um caminho sem
volta na busca da sustentabilidade

28 de novembro de 2011

Desempenho térmico e eficiência energética de
edifícios residenciais e comerciais.

Prof. Roberto Lamberts

Laboratório de Eficiência Energética de Edificações
Universidade Federal de Santa Catarina

introdução

edificações
comerciais,
de serviços e
públicos

edificações
residenciais

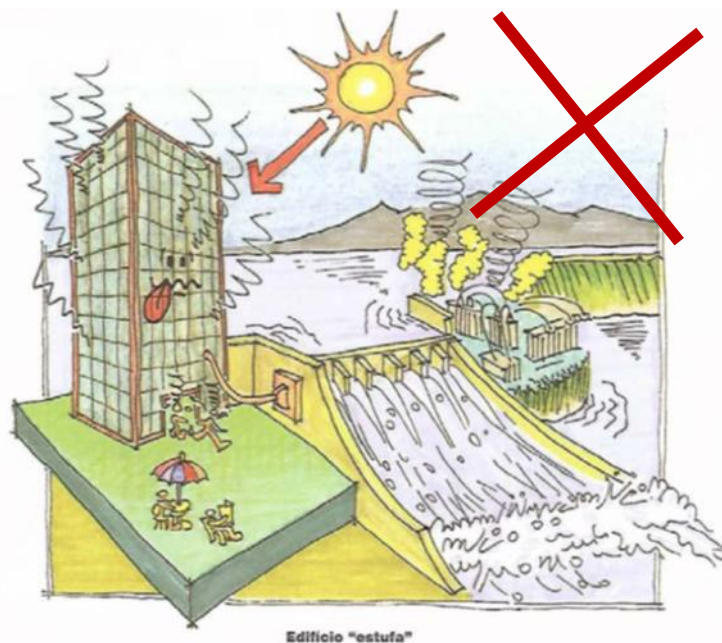
como obter
uma
etiqueta?

próximos
passos

Desempenho
Térmico

X

Eficiência
Energética



Desempenho
térmico

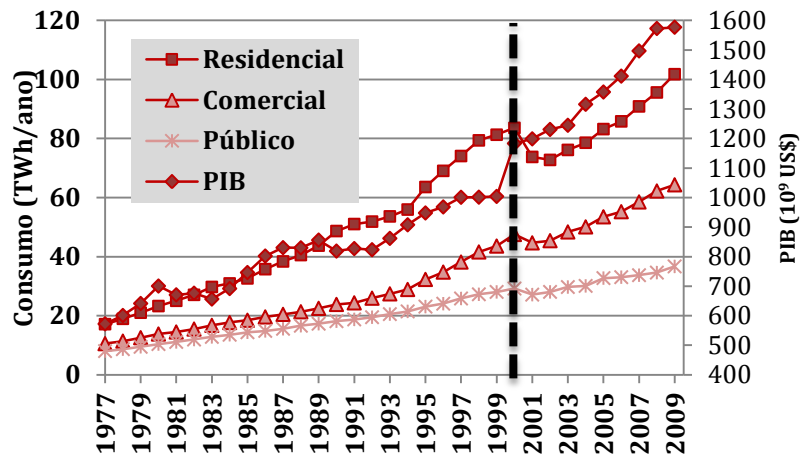


Conforto
ambiental



Uso
Sist. artificiais

Consumo de energia (pico)



2001 – **Lei Nº 10.285**
(17 de outubro de 2001)

➔ **Racionamento de energia** ➔

Dispõe sobre a Política Nacional de **Conservação e Uso Racional de Energia** e dá outras providências

Decreto Nº 4.059 (19 de dezembro de 2001)

Lei Nº 10.285: CGIEE - COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

“Os níveis mínimos de eficiência energética, deverão ser estabelecidos segundo regulamentação específica”



GT Edificações

5₅₂

2003 – GT Edificações – Etiquetagem de edifícios:

1. Edifícios novos comerciais, de serviços e públicos;
2. Edifícios novos residenciais;
3. Edifícios existentes;
4. Índices mínimos de eficiência.

2005 – ST Edificações – Secretaria Técnica de Edificações

Discutir questões técnicas envolvendo os indicadores de eficiência energética

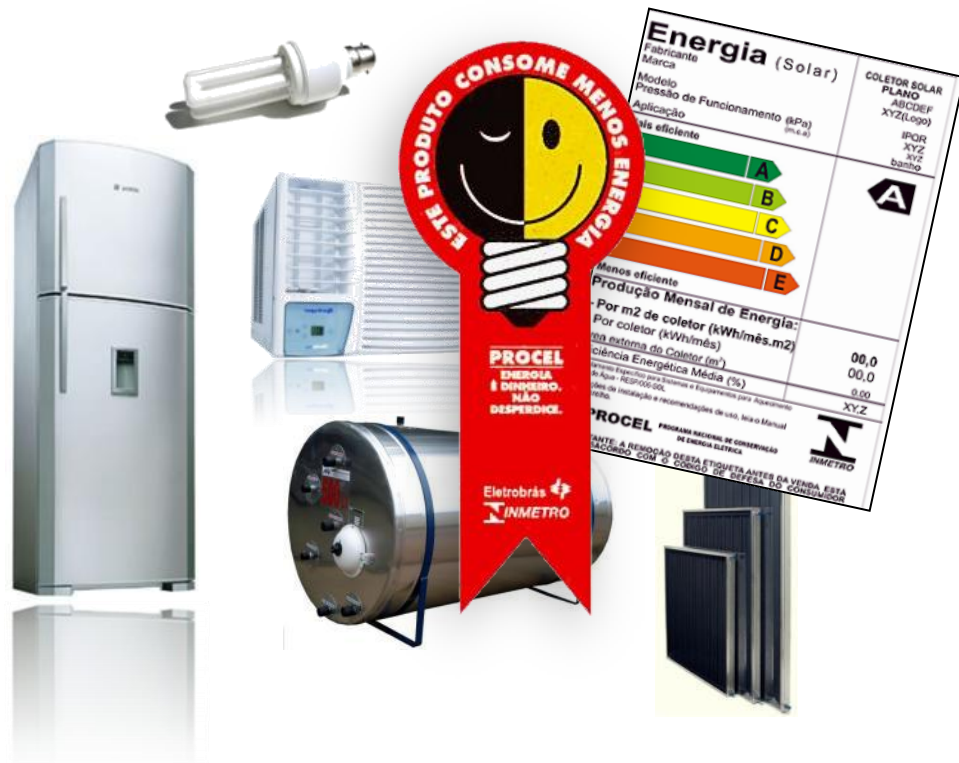
Coordenação: **Procel Edifica**

2005 – CT Edificações – INMETRO

Discutir e definir o processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

Produtos



Edificações

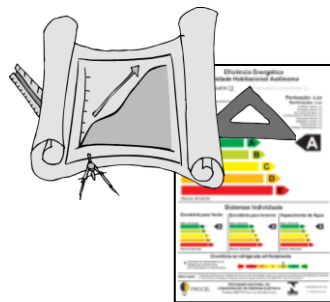


2009: Etiquetagem para Edificações comerciais, de serviços e públicas

2010: Etiquetagem para Edificações residenciais

- Etiquetas:

Projeto (Etapa 1)



Edificação construída (Etapa 2)



Emissão em até 5 anos a partir da ENCE de projeto

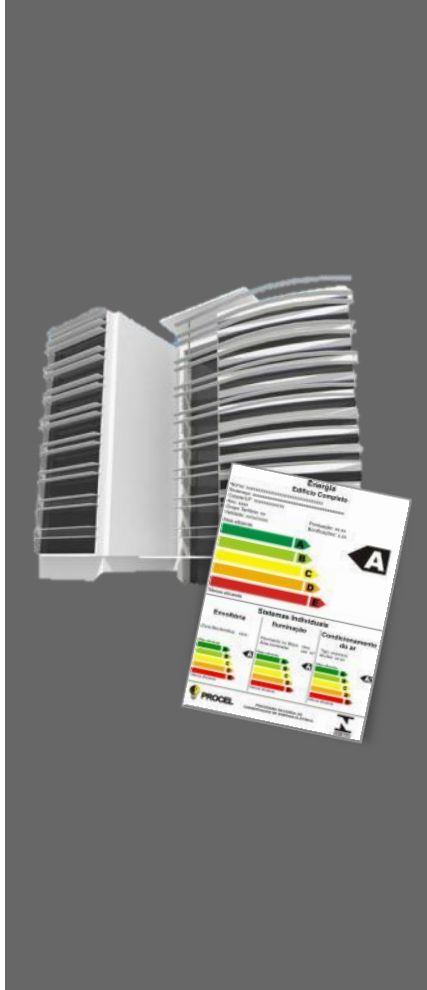
- 4 Volumes
- 2 métodos de avaliação
- Pré-requisitos gerais e específicos
- Bonificações



PRESCRITIVO



SIMULAÇÃO



20 Edifícios Etiquetados

27 ENCES emitidas



CETRÁGUA - Centro de Tecnologias Sociais para a Gestão da Água
Florianópolis/SC



SEDE DA CAIXA
Belém/PA



AGÊNCIA DA CAIXA*
Curitiba/PR

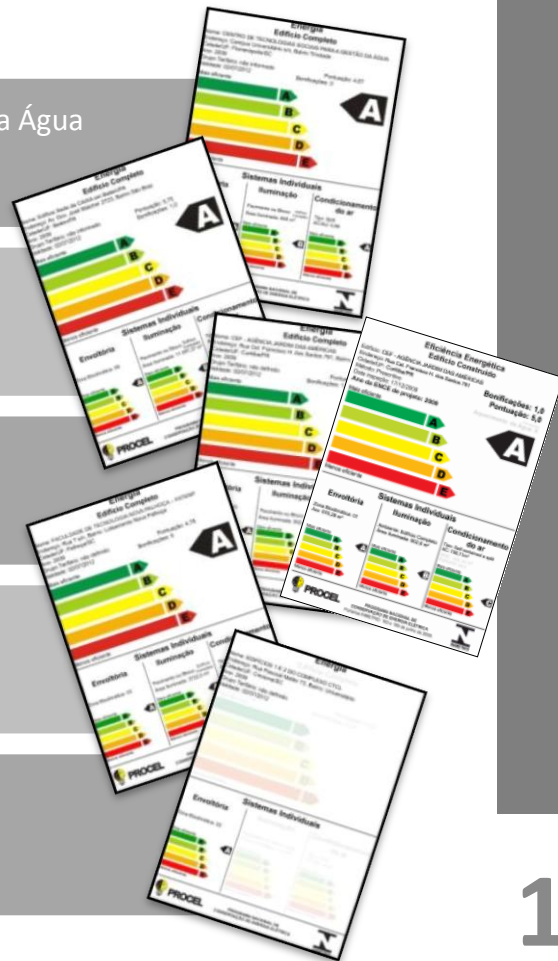


FATENP - Faculdade de Tecnologia Nova Palhoça
Palhoça/SC



CTCL/SATC - Centro Tecnológico do Carvão Limpo
Criciúma/SC

* Etiqueta de projeto e edificação construída





AGÊNCIA DA CAIXA

Londrina/PR



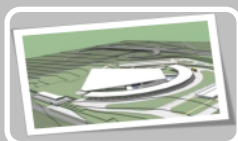
AGÊNCIA DA CAIXA

Ingleses – Florianópolis/SC



ALPHA BUSINESS – Blocos A, B, C e D/E*

Campinas/SP



RODOVIÁRIA

Brasília/DF



EMPREENDIMENTO HANGAR - Hotel 01 e Torre B*

Salvador/BA





BIBLIOTECA Campus de Balneário Camboriú

Balneário Camboriú/SC



SALVADOR NORTE SHOPPING*

Salvador/BA



UNESP – Centro de Educação para Eficiência Energética

Guaratinguetá/SP



EDIFÍCIO ROBSON BRAGA DE ANDRADE*

Belo Horizonte/MG



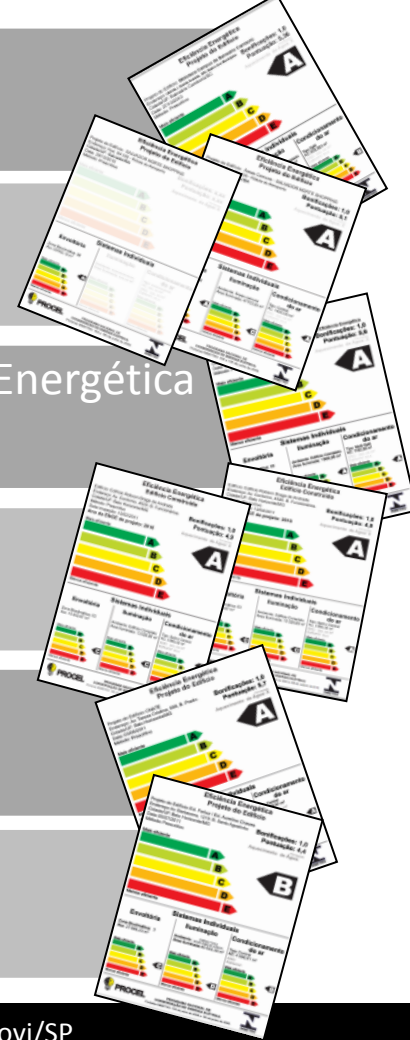
CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – CNATE

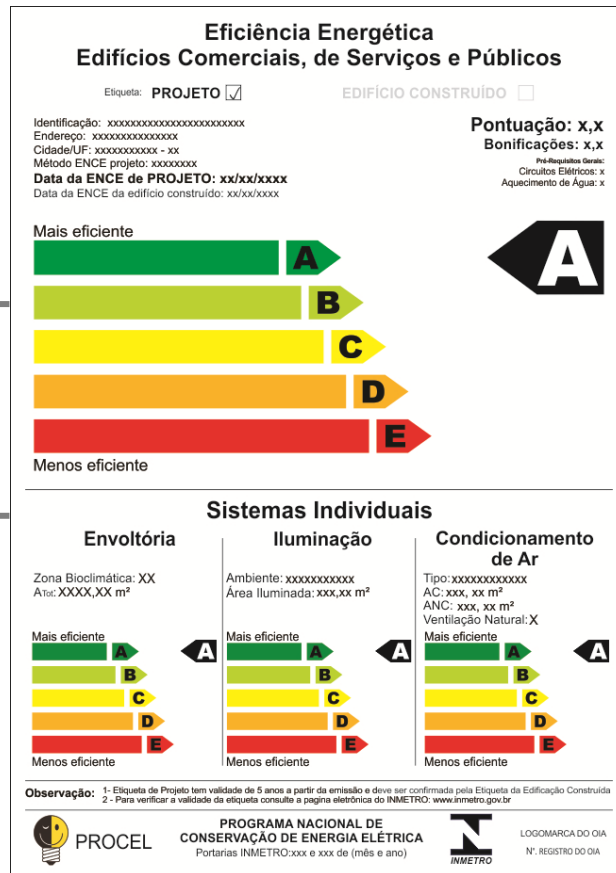
Belo Horizonte/MG



ED. FORLUZ / ED. AURELIANO CHAVES

Belo Horizonte/MG





→ **PONTUAÇÃO** final do edifício, responsável pelo nível de eficiência

BONIFICAÇÕES

até 1 ponto em economias de:

- 40% no consumo de água;
- 10% com uso de energias renováveis;
- 30% cogeração ou inovações tecnológicas;
- 70% de fração solar para coletores

PRÉ-REQUISITOS

- Circuitos Elétricos;
- Aquecimento de Água;
- Elevadores

← **NÍVEL DE EFICIÊNCIA DO EDIFÍCIO**
OU DE PARTE DESTA

← **SISTEMAS INDIVIDUAIS**

ENVOLTÓRIA

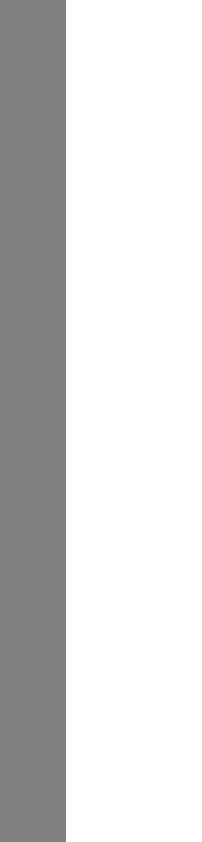
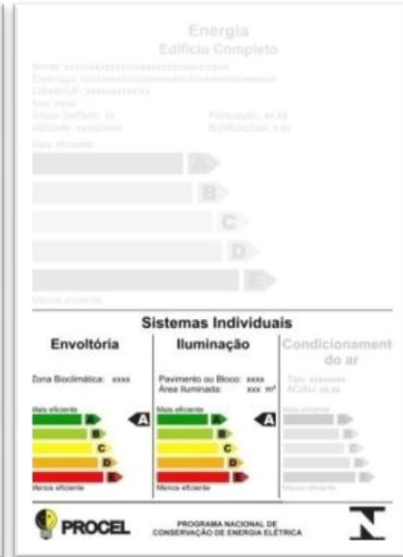
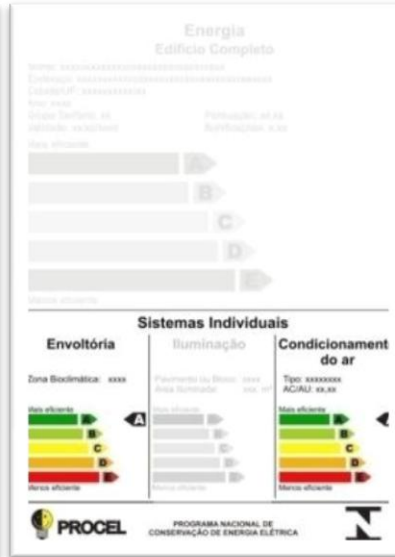
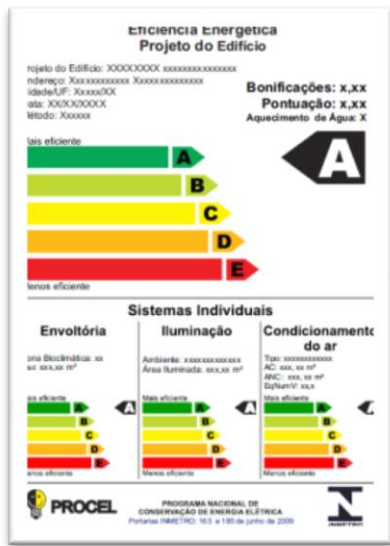
ILUMINAÇÃO

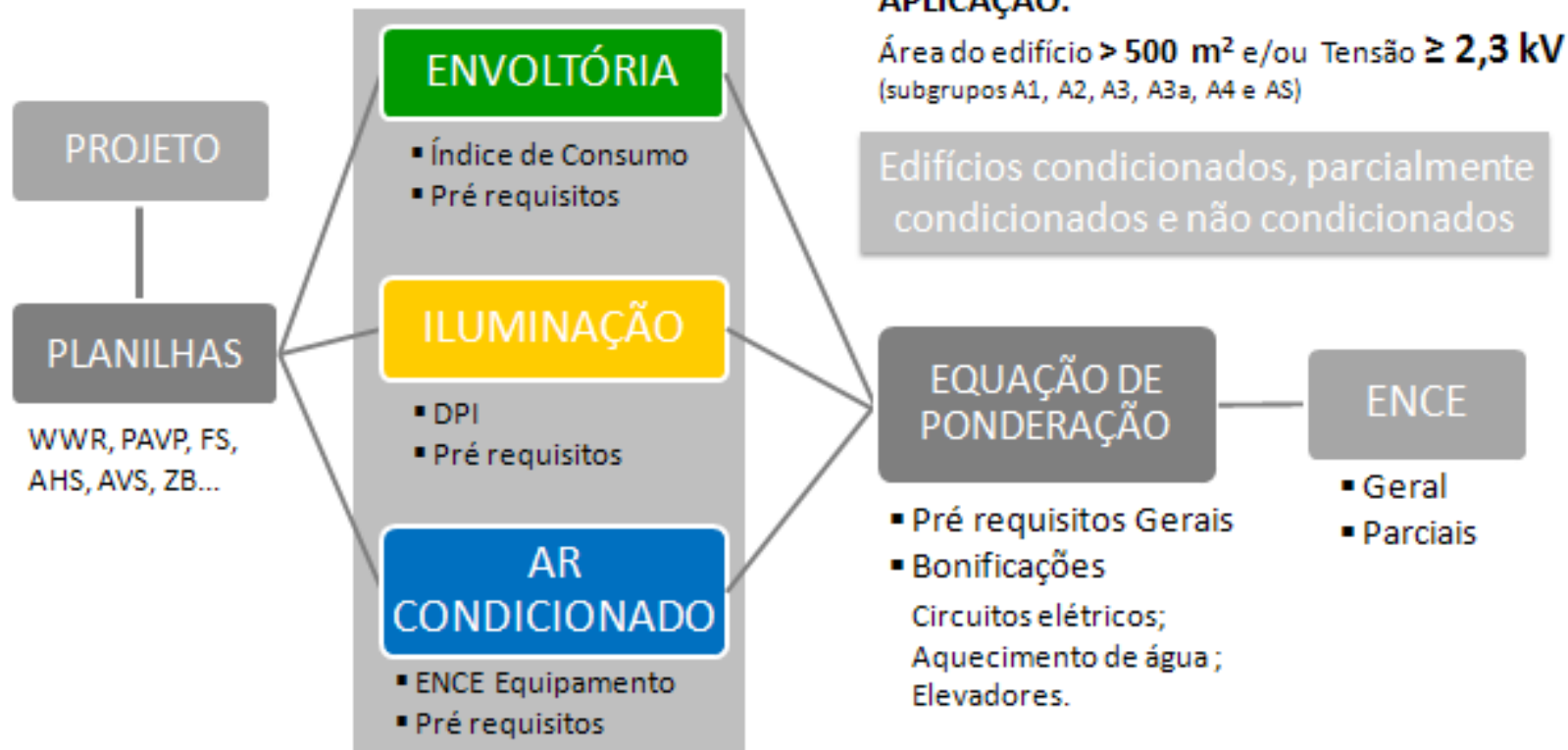
CONDICIONAMENTO DE AR

Etiqueta Geral

Etiquetas parciais

- Envoltória
- Envoltória + Sistema de Iluminação
- Envoltória + Sistema de Condicionamento de ar





equação geral

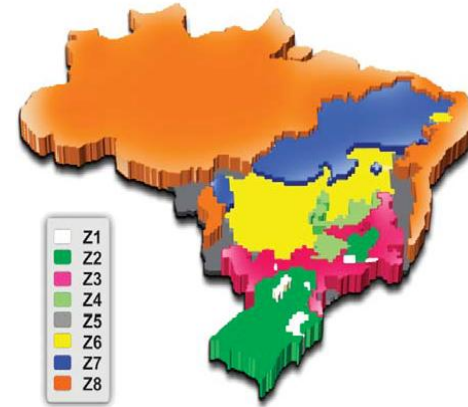
$$PT = 0,30 \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 (\text{EqNumDP}) + 0,40 \left\{ \left(\text{EqNumCA} \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b_0^1$$

ENV 30% **ILUM 30%** **COND 40%**

Envoltória **Iluminação** **Condicionamento de Ar**

- ✓ EqNum → Equivalente numérico
- ✓ AC → área condicionada
- ✓ AU → área útil
- ✓ APT → área de permanência transitória
- ✓ ANC → área de permanência prolongada não condicionada

Equações e pré-requisitos ↔ **Zona Bioclimática:**



Pré-requisitos:

- **Transmitância térmica** de paredes externas e cobertura;
- **Absortância solar** de paredes e coberturas;
- **Abertura Zenital**

Equações: ICenv (ex. ZB 3)

$$\begin{aligned}
 IC_{env} = & -175,30 \cdot FA + 212,79 \cdot FF + 21,86 \cdot PAF_T + 5,59 \cdot FS - 0,19 \cdot AVS + 0,15 \cdot AHS + \\
 & + 275,19 \cdot \frac{FA}{FF} + 213,35 \cdot FA \cdot FF - 0,04 \cdot PAF_T \cdot FS \cdot AVS - 0,45 \cdot PAF_T \cdot AHS + 190,42
 \end{aligned}$$

FATOR
ALTURA

FATOR
DE FORMA

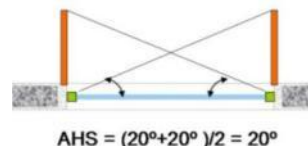
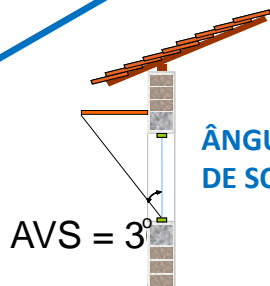
PERCENTUAL DE ABERTURA
NA FACHADA (TOTAL)

FATOR SOLAR
DO VIDRO

ÂNGULO VERTICAL
DE SOMBREAMENTO

ÂNGULO HORIZONTAL
DE SOMBREAMENTO

U ?



Pré-requisitos:

- Divisão dos circuitos de iluminação com controle manual
- Contribuição da Luz Natural;
- Desligamento automático



- **Método da área do edifício:**

Atribui um único valor limite para a avaliação do sistema de iluminação:

$$DPI_L - W/m^2$$

Para edifícios com até três atividades principais

Para atividades que ocupem mais de 30% da área do edifício

- **Método das atividades do edifício:**

Avalia separadamente os ambientes do edifício e deve ser utilizado para edifícios em que o método anterior não é aplicável.

$$DPI_L - W/m^2$$

Sistemas regulamentados pelo INMETRO

CONDICIONADORES DE AR SPLIT HI-WALL

Data atualização: 29/7/2010

Classes	Coeficiente de eficiência energética (W/W)		Split Hi-Wall			
			Rotação Fixa		Rotação Variável	
A	3,20	<CEE	126	17,2%	65	81,3%
B	3,00	<CEES 3,20	132	18,1%	12	15,0%
C	2,80	<CEES 3,00	244	33,4%	3	3,8%
D	2,60	<CEES 2,80	161	22,0%	0	0,0%
E	2,39	≤CEES 2,60	68	9,3%	0	0,0%



Sistemas não regulamentados

ASHRAE 90.1, 2007 + requisitos de projeto



ASHRAE 90.1, 2007



ASHRAE 90.1, 2004

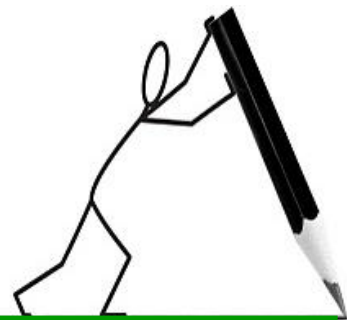


ASHRAE 90.1, 1999



Situação atual:

PORTARIA COMPLEMENTAR RTQ-C, algumas considerações:

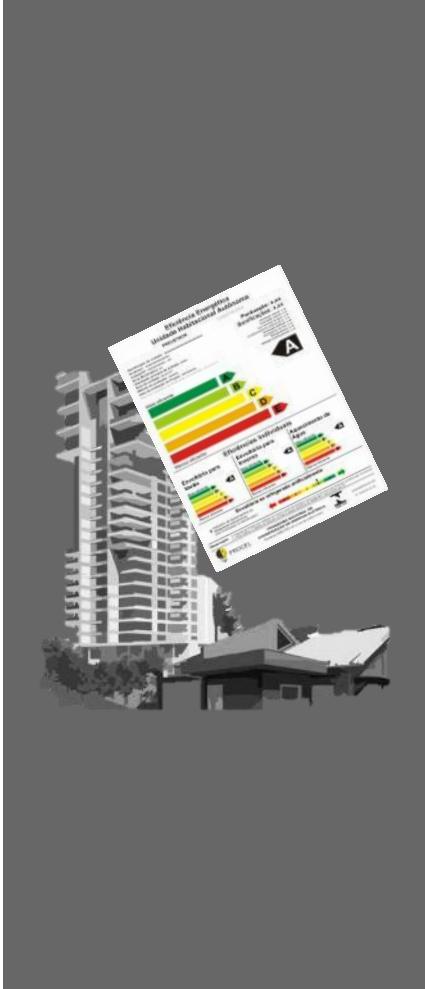


Erratas

- Tabela com espessuras para isolantes de tubulações aquecimento de água
- Tabela com espessuras para isolantes de tubulações sistemas refrigeração

Simplificações:

- Pré-requisitos elevadores torna-se bonificação



3 tipos de ENCE

UNIDADES HABITACIONAIS AUTÔNOMAS (UH)

Edificações unifamiliares (casas) e unidades autônomas de edificações multifamiliares (apartamentos)

EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES

ÁREAS DE USO COMUM

Edificações etiquetadas =

4 unifamiliares e 5 multifamiliares

ENCES emitidas =

234, sendo 228 para UH's, 5 para multifamiliares
e 1 áreas de uso comum



Casa Eficiente*
Florianópolis/SC



Protótipo para habitação social
NPC/UFSC
Florianópolis/SC



CRESOL
Chapecó/SC



CRESOL
Frei Rogério/SC

* Etiqueta de projeto e edificação construída





Residencial SJ1

São José/SC



Residencial Atlântida

Xangri-lá/RS



Edifício Travertino

Palhoça/SC



Residencial Flex Guarulhos

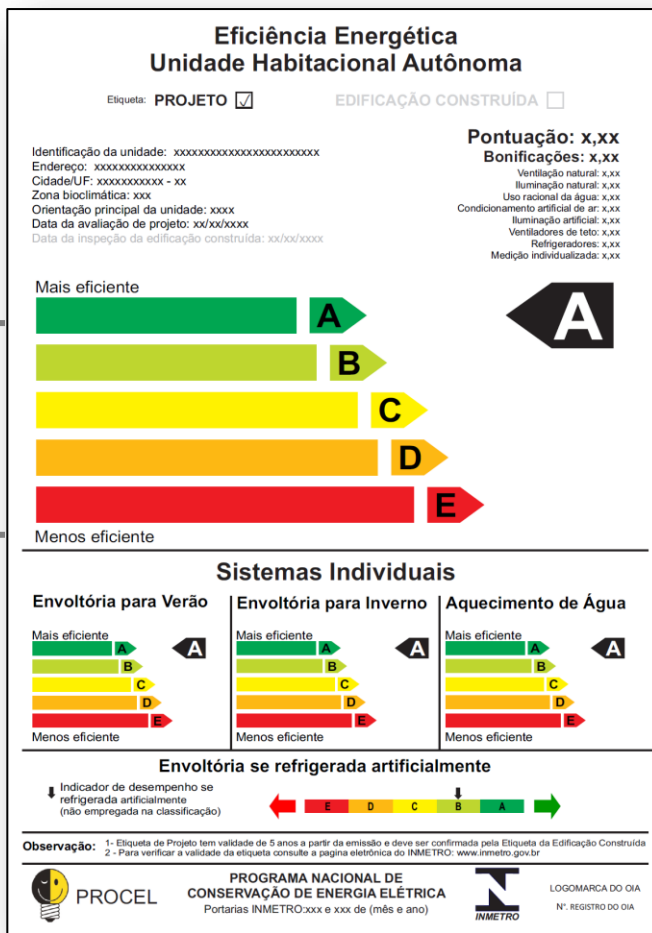
Guarulhos/SP



Residencial Moai

São Paulo/SP





➔ **PONTUAÇÃO** final do edifício, responsável pelo nível de eficiência

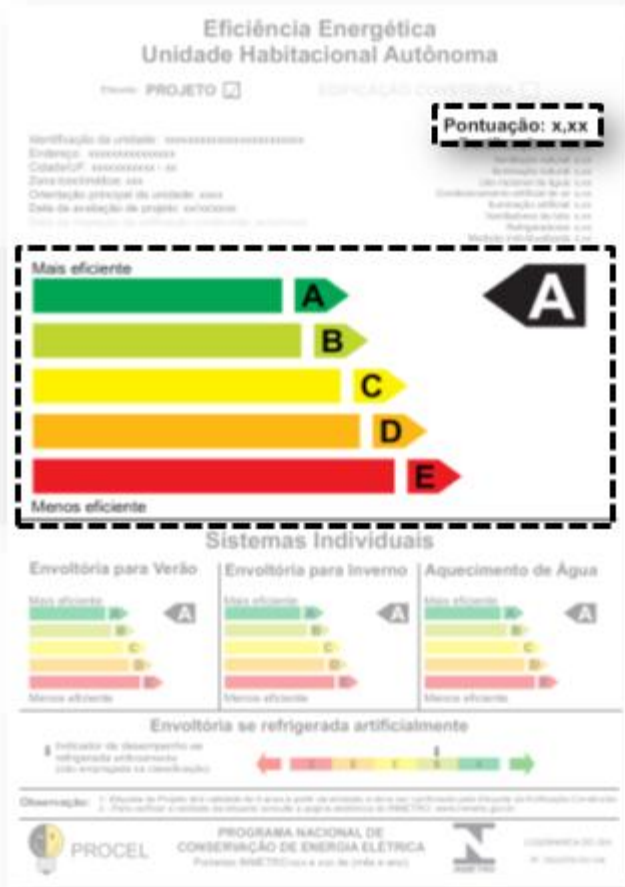
BONIFICAÇÕES
 Medição individualizada de água e energia elétrica

PRÉ-REQUISITOS
 Medição individualizada de água e energia elétrica

← **NÍVEL DE EFICIÊNCIA DO EDIFÍCIO**

← **SISTEMAS INDIVIDUAIS**

ENVOLTÓRIA para verão
ENVOLTÓRIA para inverno
Aquecimento de água

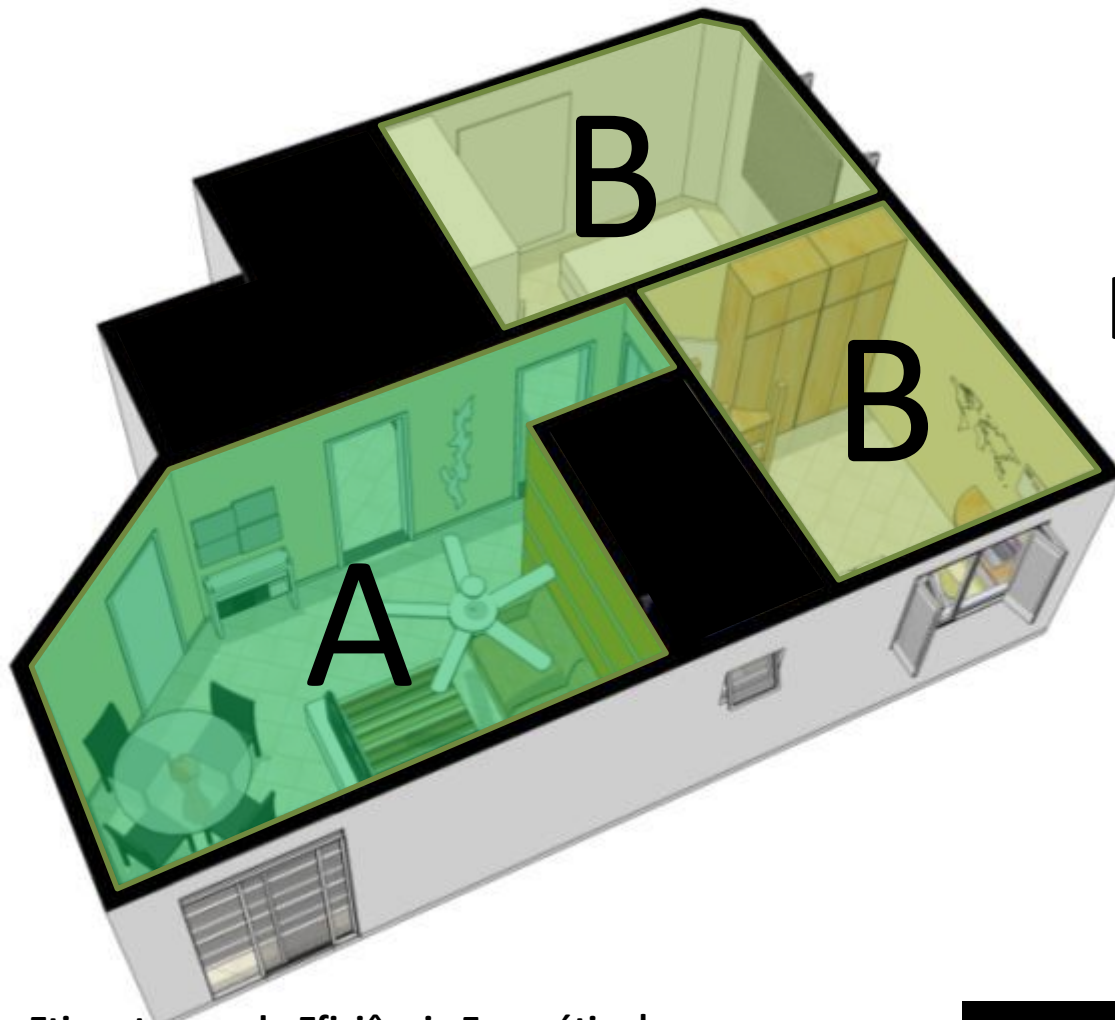


$$PT_{UH} = (a \times \text{EqNumEnv}) + [(1 - a) \times \text{EqNumAA}] + \text{Bonificações}$$

Equação 2.1, p.17 RTQ-R

Observação:

O coeficiente “a” varia de acordo com a região geográfica (tabela 2.3, p.18 RTQ-R)



Ambientes de
**permanência
prolongada**
avaliados
individualmente

Eficiência Energética
Projeto da Unidade Habitacional Autônoma

Pontuação: **x,xx**
 Bonificações: **X,xx**

Tipo de edificação: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
 Identificação da unidade: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
 Endereço: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
 Cidade/UF: xxxxxxxxxxxxx
 Zona Bioclimática: xx
 Orientação principal da unidade: xxxxx
 Método de avaliação: xxxxxx
 Data: xxx/xx/xxxx

Ventilação natural: x,xx
 Iluminação natural: x,xx
 Iluminação artificial de ar: x,xx
 Condicionamento artificial de ar: x,xx
 Iluminação de teto: x,xx
 Refrigeração: x,xx
 Medição individualizada: x,xx

A

Mais eficiente **A**
B
C
D
E
 Menos eficiente

Eficiências Individuais

Envoltória para Verão
 Mais eficiente **A**
B
C
D
 Menos eficiente

Envoltória para Inverno
 Mais eficiente **A**
B
C
D
 Menos eficiente

Aquecimento de Água
 Mais eficiente **A**
B
C
D
 Menos eficiente

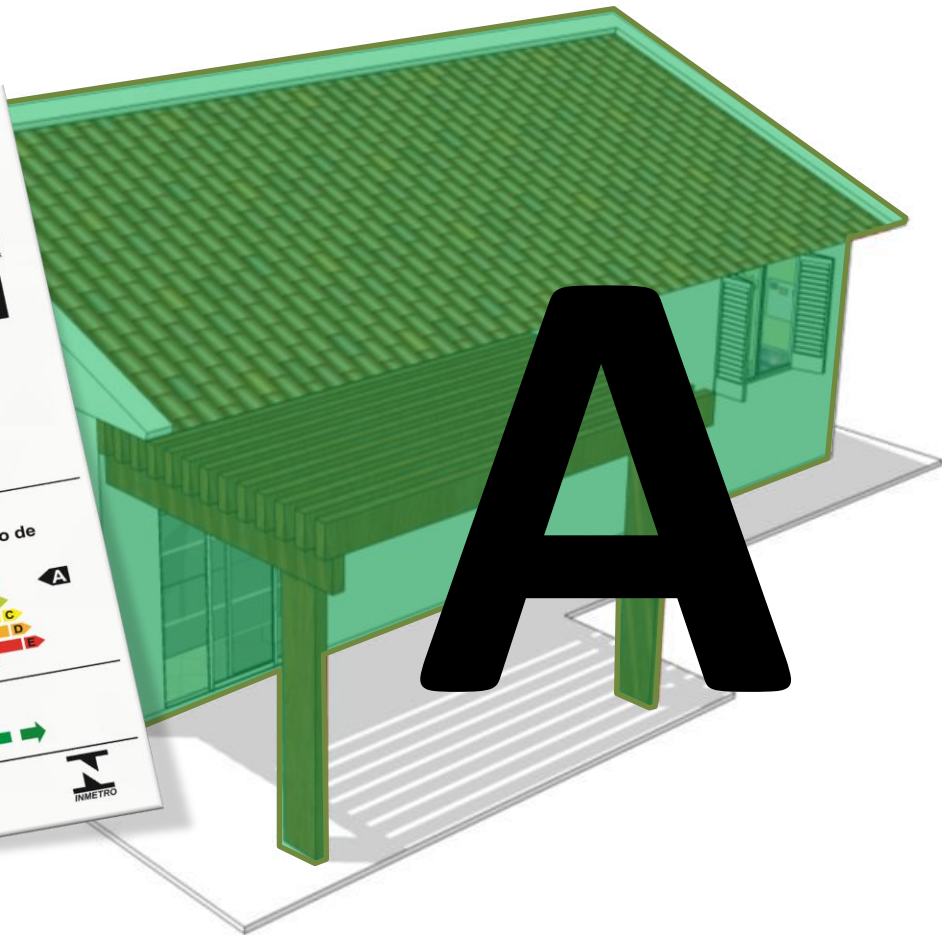
Envoltória se refrigerada artificialmente
 Mais eficiente **A**
B
C
D
E
 Menos eficiente

Indicador de desempenho se refrigerada artificialmente (não empregada na classificação)

PROCEL

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
 Portarias INMETRO xxx e xxx de (mês e ano)

INMETRO



UH

Pré-requisitos:

TIPOS:

- Propriedades térmicas paredes e coberturas
 - Ventilação natural
 - Iluminação natural



<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads>



EqNumEnvAmbResf ↔

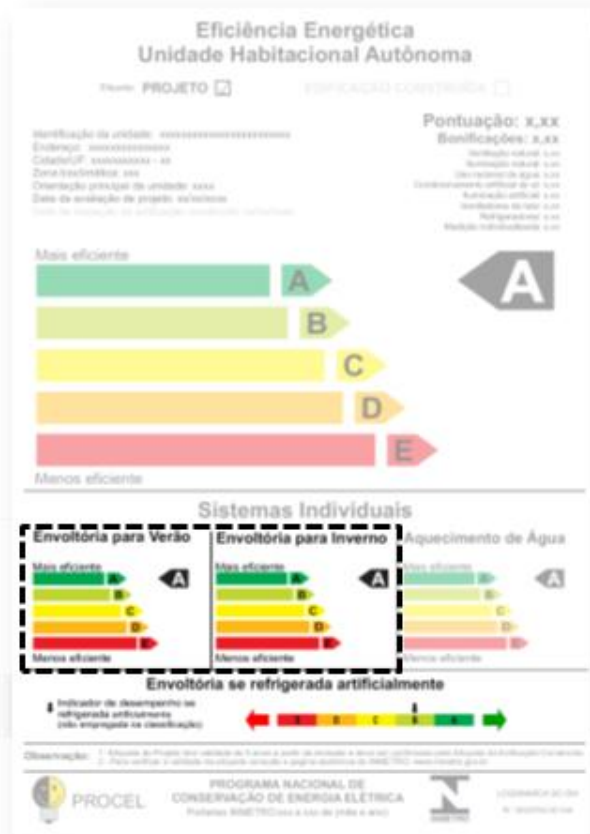
EqNumEnvAmbA ↔

EqNumEnvAmbRefr ↔

Zona Bioclimática	ZB		ZB3
Ambiente	Nome do Ambiente		
	Identificação		
Cobertura	AUamb	m ²	
	Ucob	W/m ² .K	
	CTcob	kJ/m ² .K	
Paredes Externas	acob	adimensional	
	Upar	W/m ² .K	
	CTpar	kJ/m ² .K	
Característica construtiva	apar	adimensional	
	CTbaixa	binário	
Situação do piso e cobertura	CTalta	binário	
	cob	adimensional	
	solo	binário	
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	pil	binário	
	APambN	m ²	
	APambS	m ²	
	APambL	m ²	
Áreas de Aberturas Externas	APambO	m ²	
	AAbN	m ²	
	AAbS	m ²	
	AAbL	m ²	
Características das Aberturas	AAbO	m ²	
	Fvent	adimensional	
Características Gerais	Somb	adimensional	
	AparInt	m ²	
	PD	m	
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	Caltura	adimensional	#DIV/0!
	isol	binário	
	Uvid	W/m ² .K	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	vid	binário	
	GHR	°C.h	#DIV/0!
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	#DIV/0!
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	#DIV/0!



Envoltória VERÃO E INVERNO



Equações 3.6 a 3.10 (de acordo com a ZB, neste caso ZB3), p.32-33 RTQ-R

$$EqNumEnv = 0,64 \times EqNumEnv_{Resfr} + 0,36 \times EqNumEnv_A$$

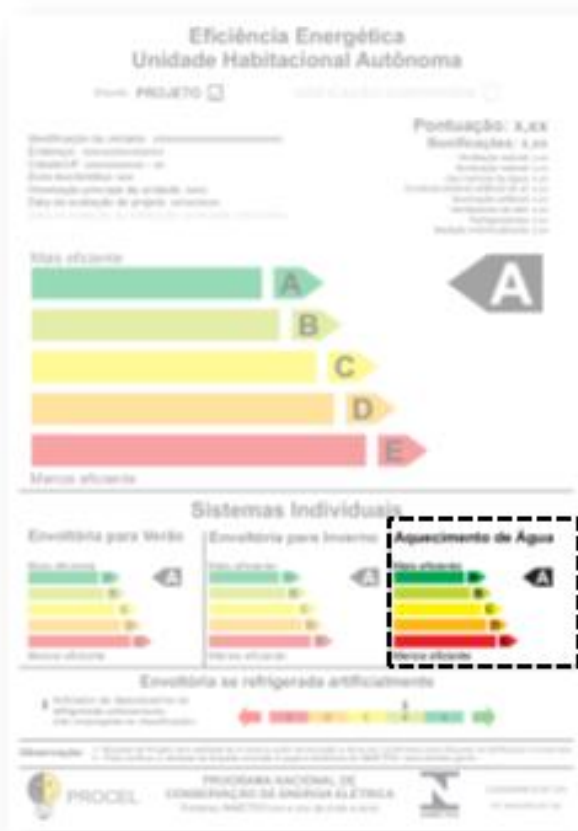


Aquecimento de ÁGUA

$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + \text{Bonificações}$$

Equação 2.1, p.17 RTQ-R

- Sistema de aquecimento solar
- Sistema de aquecimento a gás
- Sistema de aquecimento elétrico
- Bombas de calor
- Caldeiras a óleo



Bonificações



$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + \text{Bonificações}$$

Equação 2.1, p.17 RTQ-R

b1	Ventilação Natural	0 - 0,40
b2	Iluminação Natural	0 - 0,30
b3	Uso racional de Água	0 - 0,20
b4	Condicionamento de Ar	0 - 0,20
b5	Iluminação Artificial	0 - 0,10
b6	Ventiladores de teto	0,10
b7	Refrigeradores	0,10
b8	Medição individualizada	0,10



Edificações MULTIFAMILIARES

Eficiência Energética
Edificação Multifamiliar

Etiqueta: PROJETO EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

Identificação da edificação: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Endereço: xxxxxxxxxxxxxxxx
Cidade/UF: xxxxxxxxxxx - xx
Zona bioclimática: xx
Data da avaliação de projeto: xx/xx/xxxx
Data da inspeção da edificação construída: xx/xx/xxxx

Pontuação: x,xx

Mais eficiente

Menos eficiente

Edificação Multifamiliar

Quantidade de UHs:

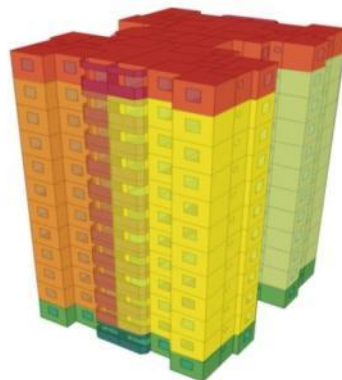
Nº de UHs Nível A:
Nº de UHs Nível B:
Nº de UHs Nível C:
Nº de UHs Nível D:
Nº de UHs Nível E:

↓ Nível de eficiência máximo
↑ Nível de eficiência mínimo

Observação: 1- Etiqueta de Projeto tem validade de 5 anos a partir da emissão e deve ser confirmada pela Etiqueta da Edificação Construída
2 - Para verificar a validade da etiqueta consulte a página eletrônica do INMETRO: www.inmetro.gov.br

PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
Portarias INMETRO:xxx e xxx de (mês e ano)

LOGOMARCA DO OIA
Nº. REGISTRO DO OIA



Ponderação



Eficiência Energética
Áreas de Uso Comum

Etiqueta: PROJETO EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

Identificação da edificação: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Endereço: xxxxxxxxxxxxxxxx
Cidade/UF: xxxxxxxxxxxx - xx
Zona bioclimática: xx
Data de avaliação de projeto: xx/xx/xxxx
Data de emissão da certificação construída: xx/xx/xxxx

Pontuação: x,xx
Bonificações: x,xx

Uso racional da água: x,xx
Iluminação Natural em áreas comuns de uso frequente: x,xx
Ventilação Natural em áreas comuns de uso frequente: x,xx

Mais eficiente
A B C D E
Menos eficiente

ÁREAS COMUNS:
Uso frequente
Área: xx,xx m²
Mais eficiente A B C D E Menos eficiente

ÁREAS COMUNS:
Uso eventual
Área: xx,xx m²
Mais eficiente A B C D E Menos eficiente

Sistemas Individuais

Uso frequente

Iluminação artificial
Área iluminada: xx,xx m²
Potência: xx,xx

Bombas Centrifugas
Potência: xx,xx

Elevador

Uso eventual

Iluminação artificial
Área iluminada: xx,xx m²
Potência: xx,xx

Equipamentos
Potência: xx,xx

Aquecimento de Água

Sauna

Observação: 1- Etiqueta de Projeto tem validade de 5 anos a partir da emissão e deve ser confirmada pela Etiqueta da Edificação Construída
2- Para verificar a validade da etiqueta consulte a página eletrônica do INMETRO: www.inmetro.gov.br

PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
Portarias INMETRO: xxx e xxx de (mês e ano)

LOGOMARCA DO OIA
Nº. REGISTRO DO OIA

Eficiência X Potência

$$PT_{AC} = 0,7 \times \left(\frac{EqNumIllum_F \times Pilum_F + EqNumB_F \times PB_F}{Pilum_F + PB_F} \right) + EqNumElev$$

$$+ 0,3 \times \left(\frac{EqNumIllum_E \times Pilum_E + EqNumEq_E \times PE_{Eq} + EqNumAA_E \times PAA_E + EqNumS \times PS}{Pilum_E + PE_{Eq} + PAA_E + PS} \right)$$

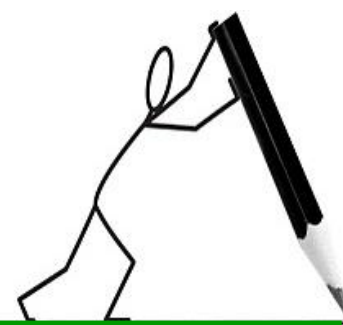
+ Bonificações

$$Bonificações = B1 + B2 + B3$$

B1	Uso racional de água	0,60
B2	Iluminação Natural	0,20
B3	Ventilação Natural	0,20

Situação atual:

REVISÃO RTQ-R, algumas considerações:



Erratas

- Tabela com espessura para isolantes de tubulações aquecimento água
- Equações C_a para ZB1 e ZB2
- Tabela iluminação artificial áreas comuns

Simplificações:

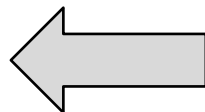
- Cálculo das áreas de ventilação e iluminação (tabela de esquadrias)



1º passo: Contactar um OIA – Organismo de Inspeção Acreditado:

*“Pessoa **JURÍDICA**, de direito público ou privado, que **obteve o reconhecimento** formal da Coordenação Geral de Acreditação, quanto a sua **competência para realizar os serviços de inspeção de projeto e/ou de edificações construídas**, para determinar o nível de eficiência energética tendo como base o RTQ”.*

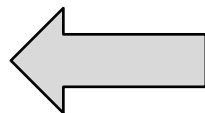
Organismo de Inspeção Tipo A



Organismo de Inspeção Tipo B

Construtora

OIA



Cliente



Organismo de Inspeção Tipo C

Cliente

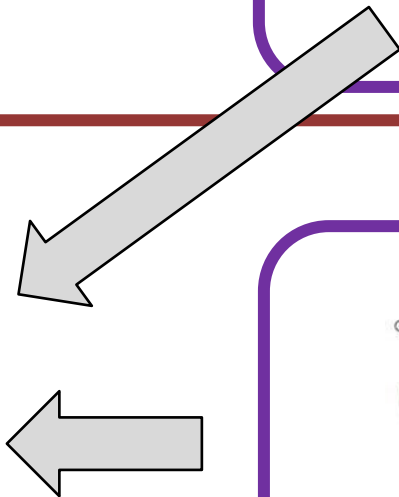


Construtora

OIA



Cliente



Acordos com intermediação ou não:



Etapa PROJETO ou EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

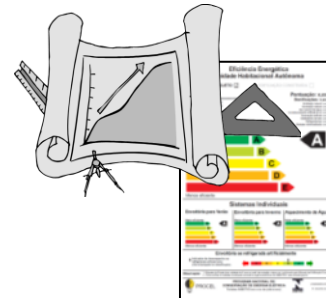
Contactar OIA – Organismo de Inspeção Acreditado

Realidade atual: Apenas 1 Laboratório designado em processo de Acreditação:



Fone: 48 3239 2146
Email: oi3e@certi.org.br
Contato: Jeferson Amaral

Etapa **PROJETO** (até 80 dias)



APROVAÇÃO DA PROPOSTA	RECEBIMENTO DOCUMENTOS ELETRÔNICOS	ANÁLISE DA CONFORMIDADE DA DOCUMENTAÇÃO RECEBIDA PELO OI3E	ENTREGA DOS DOCUMENTOS FÍSICOS	ENTREGA DO RESULTADO FINAL
dd/mm/aaaa	mesma data da aprovação	5 dias úteis após a aprovação	5 dias úteis após a aprovação	até 60 dias úteis para avaliação após a aprovação + 10 dias úteis para emissão do relatório e etiqueta

Etapa **EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA** (até 95 dias)



APROVAÇÃO DA PROPOSTA	RECEBIMENTO DOCUMENTOS ELETRÔNICOS	ANÁLISE DA CONFORMIDADE DA DOCUMENTAÇÃO RECEBIDA PELO OI3E (doc. eletrônicos)	ENTREGA DOS DOCUMENTOS E AMOSTRAS FÍSICOS	ANÁLISE DA CONFORMIDADE DA DOCUMENTAÇÃO E AMOSTRAS RECEBIDAS PELO OI3E (doc. Físicos)	DATA DA INSPEÇÃO	ENTREGA DO RESULTADO FINAL
dd/mm/aaaa	mesma data da aprovação	5 dias úteis após a aprovação	5 dias úteis após a aprovação	15 dias úteis após a data de entrega dos documentos e amostras	até 60 dias úteis após a aprovação	até 10 dias úteis após a inspeção – relatório e etiqueta

Interrupção do processo de inspeção (exemplos):



- Falta de documentação
- Informações diferentes (ex. memorial descritivo e material gráfico)
- Envio de amostras de materiais sem cuidado (quebra durante transporte)



Custo depende: Complexidade do projeto, repetibilidade e nível de detalhamento que o projeto é entregue ao OIA

Edificação comercial, de serviço e pública

Estimativa: 0,01% CUB/m²

Edificação residencial

Ex.: Edificação unifamiliar 240 m²



R\$ 4.070,00

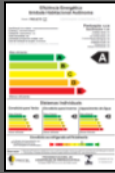
Ex.: Edificação multifamiliar
(2 torres de 19 pvtos e 8 UHs/pvto) +
áreas de uso comum = 36.000 m²



R\$ 28.800,00*

* 152 ENCEs UHs + 1 ENCE EM + 1 ENCE AUC

ENCE
obrigatória:



2014
edifícios
públicos federais

Até lá... melhorias na indústria são importantes:

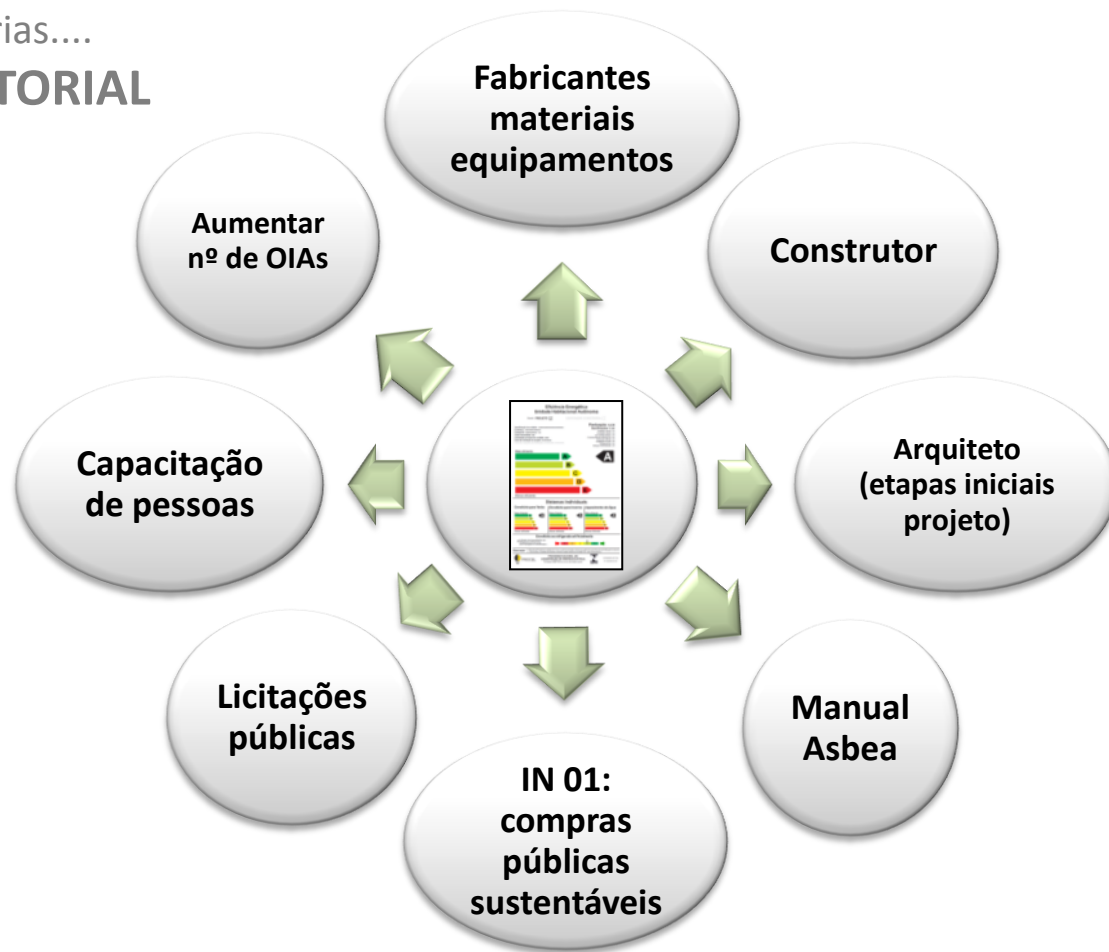
- Propriedades térmicas dos isolantes
- Absortância de revestimentos (tintas, cerâmicas, etc)
- ENCE para lâmpadas e outros equipamentos
- Informação sobre a potência de reatores

Algumas mudanças:

- Elevadores (VDI)
- Vidros (propriedades óticas)

Além das melhorias....

Articulação SETORIAL





www.labeee.ufsc.br/etiquetagem

C: etiquetagem@labeee.ufsc.br

R: etiquetagem_residencial@labeee.ufsc.br



www.procelinfo.com.br/etiquetagem_edificios



<http://www.inmetro.gov.br/>