



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

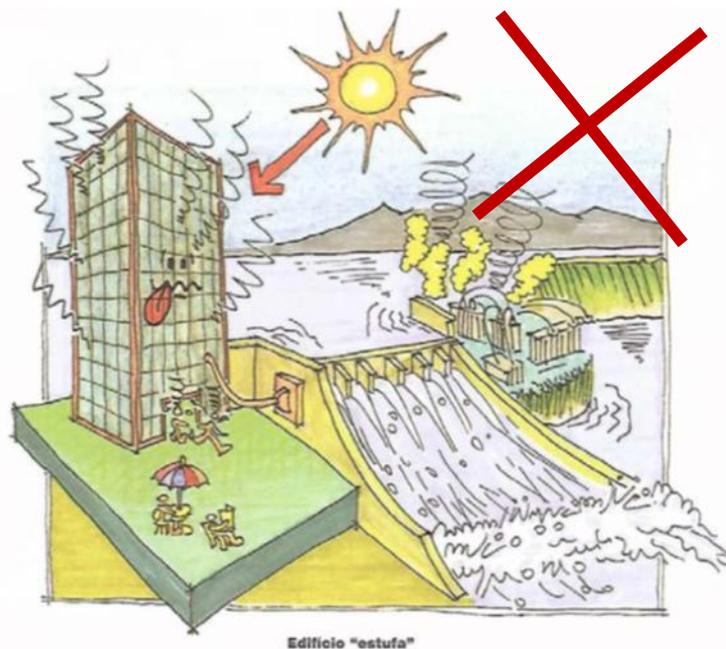
como obter
uma
etiqueta?

próximos
passos

Desempenho
Térmico

X

Eficiência
Energética



Desempenho
térmico

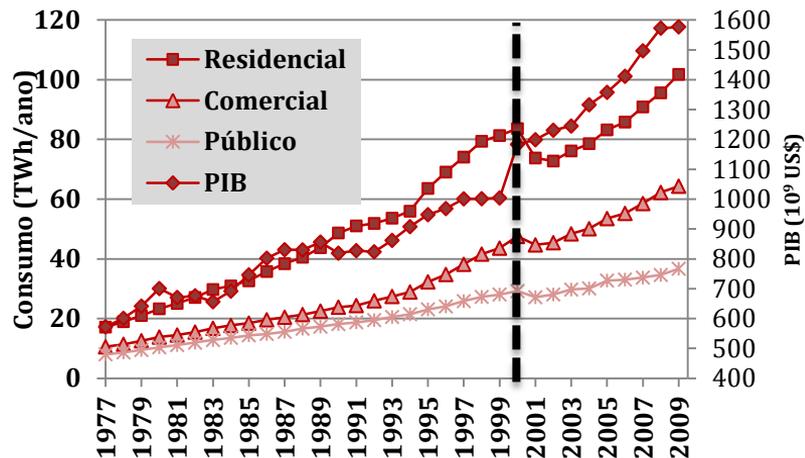


Conforto
ambiental



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

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

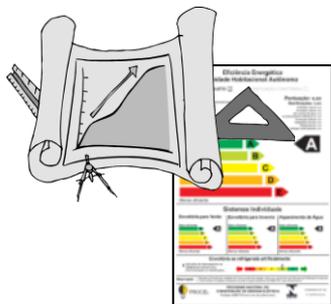


2009: Etiqueta para Edificações comerciais, de serviços e públicas

2010: Etiqueta para Edificações residenciais

- Etiquetas:

Projeto (Etapa 1)



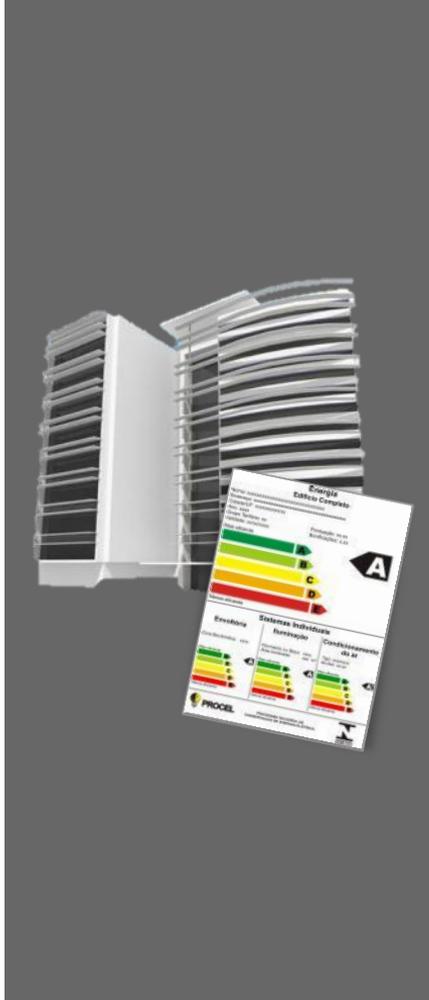
Edificação construída (Etapa 2)



Emissão em até 5 anos a partir da ENCE de projeto

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





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

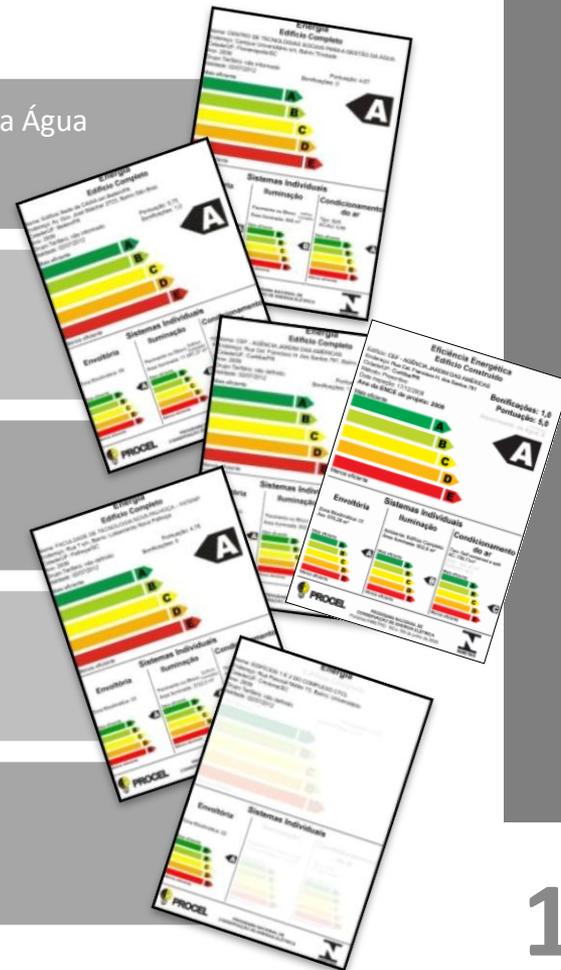


FATENP - Faculdade de Tecnologia Nova Palhoça
Palhoça/SC



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

* Etiqueta de projeto e edificação construída





AGÊNCIA DA CAIXA

Londrina/PR



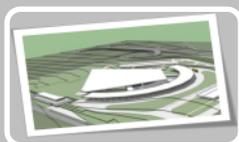
AGÊNCIA DA CAIXA

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



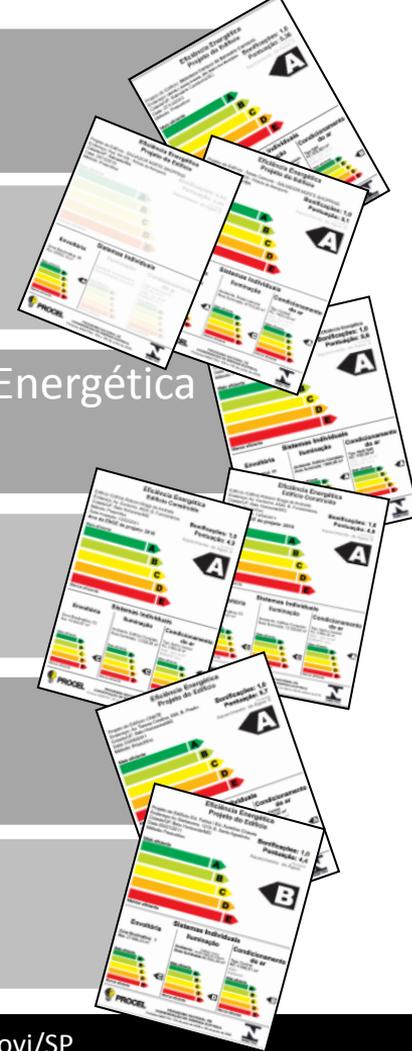
CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – CNATE

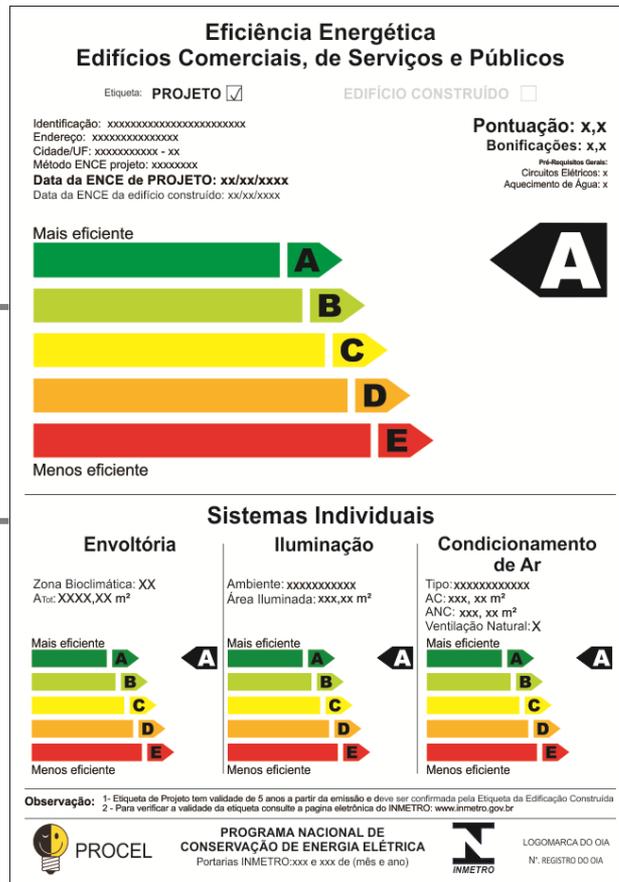
Belo Horizonte/MG



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

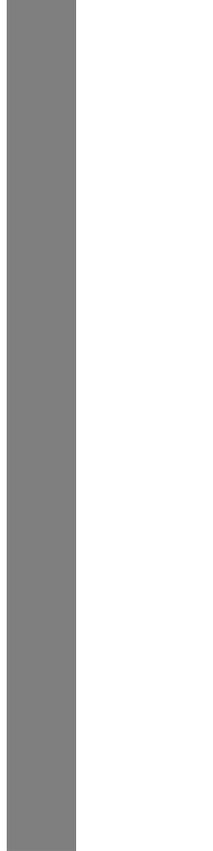
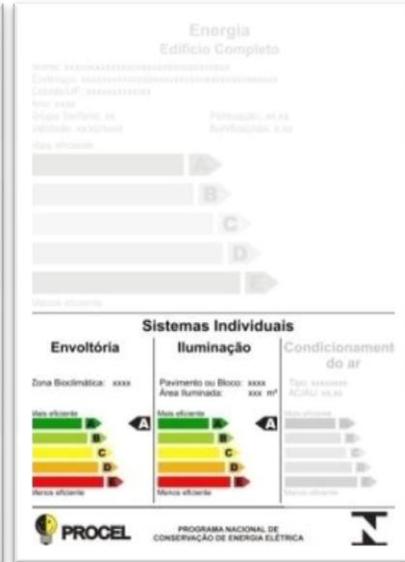
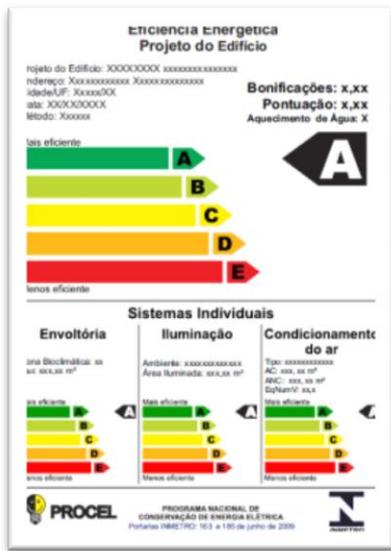
ILUMINAÇÃO

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

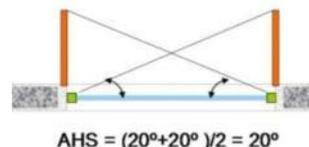
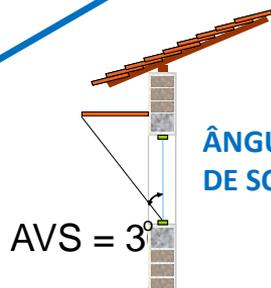
PERCENTUAL DE ABERTURA
NA FACHADA (TOTAL)

FATOR SOLAR
DO VIDRO

ÂNGULO VERTICAL
DE SOMBREAMENTO

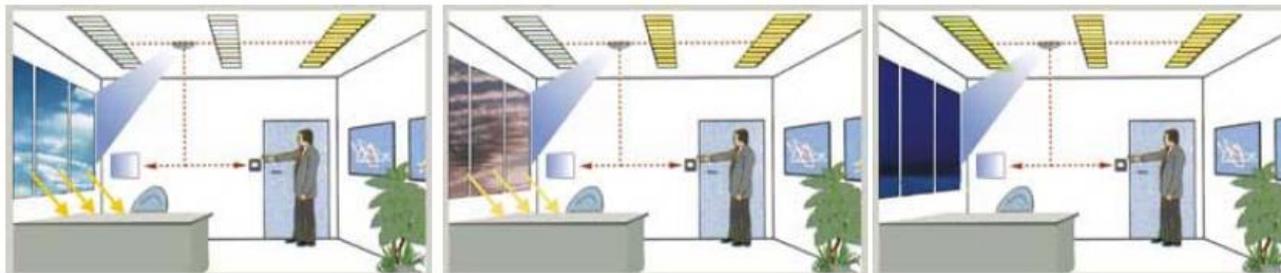
ÂNGULO HORIZONTAL
DE SOMBREAMENTO

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

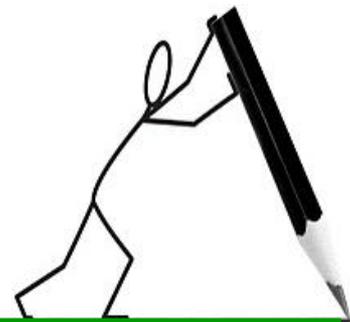


ASHRAE 90.1, 1999



Situação atual:

PORTARIA COMPLEMENTAR RTQ-C, algumas considerações:

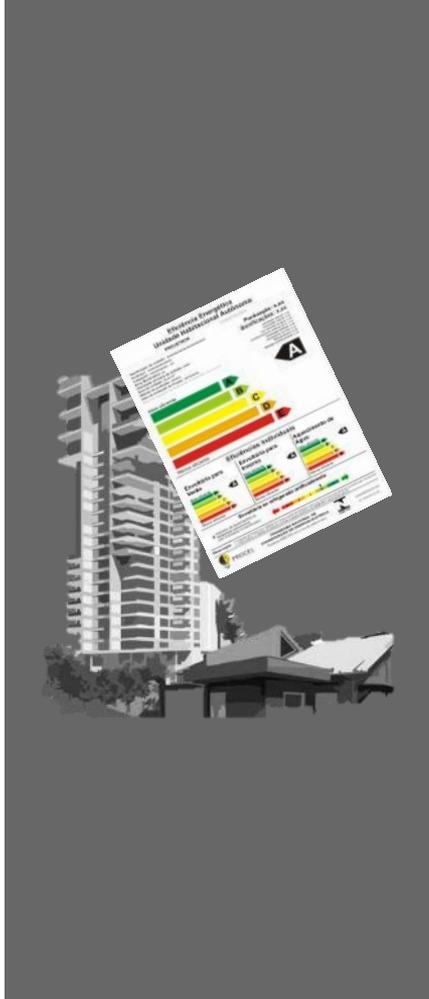


Erratas

- 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



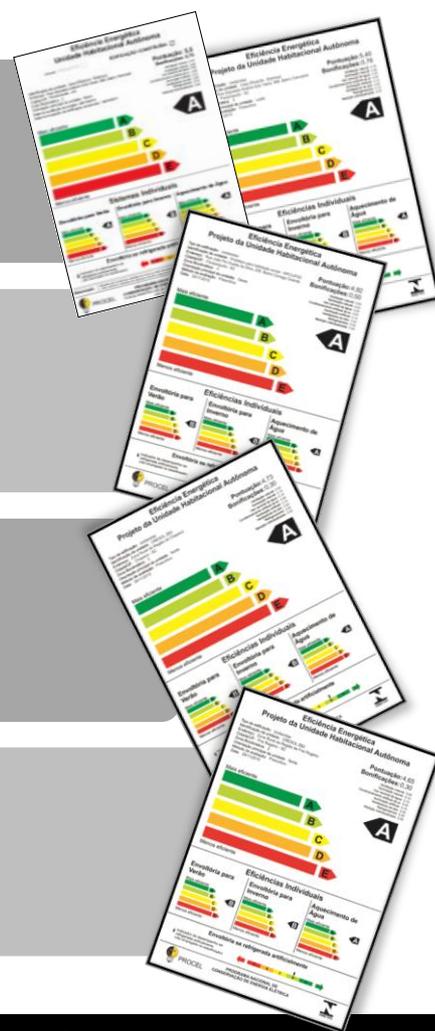
Protótipo para habitação social
NPC/UFSC
Florianópolis/SC



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

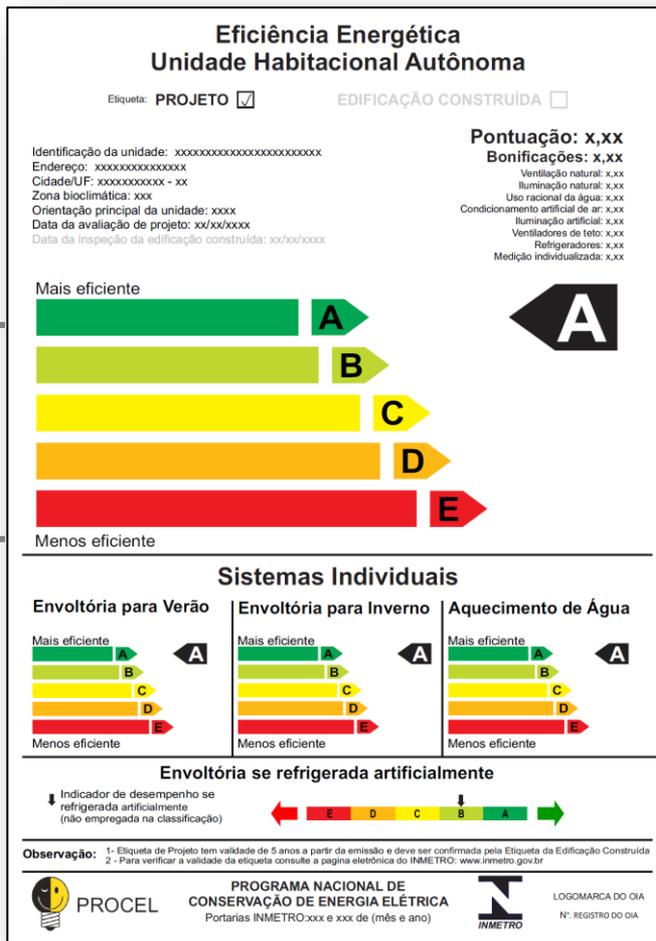
Guarulhos/SP



Residencial Moai

São Paulo/SP





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

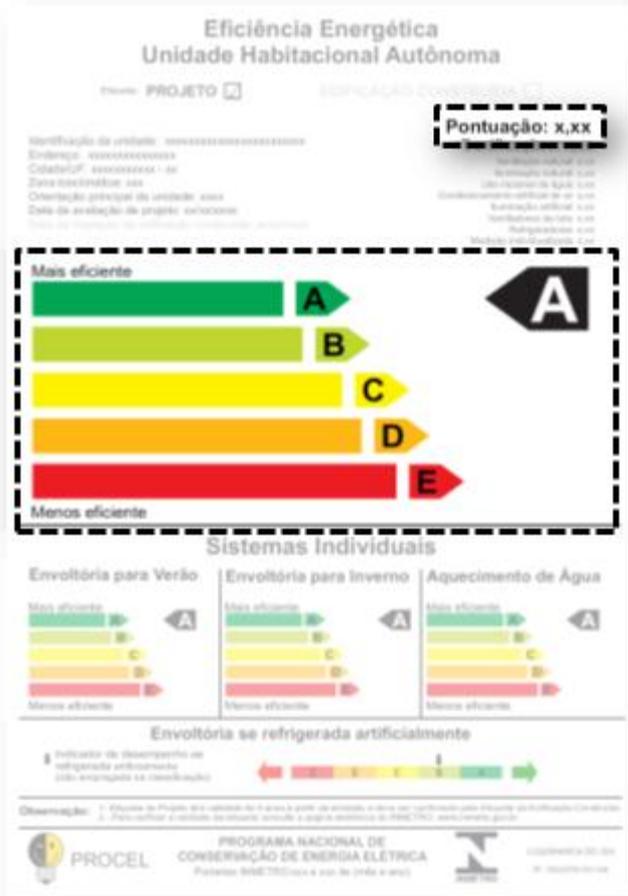
BONIFICAÇÕES
Medição individualizada de água e energia elétrica

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

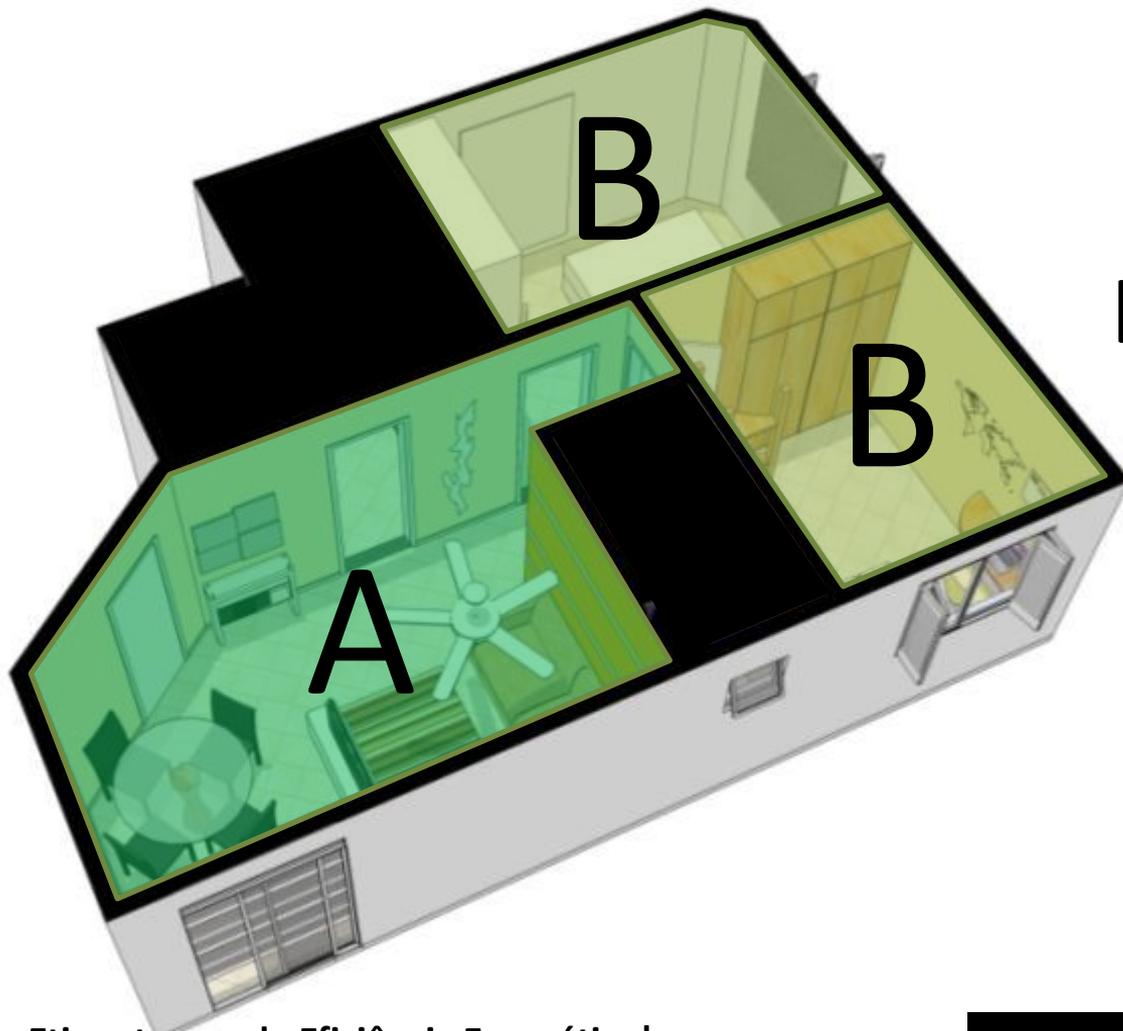


$$PT_{UH} = (a \times \text{EqNumEnv}) + [(1 - a) \times \text{EqNumAA}] + \text{Bonificações}$$

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

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

Pontuação: x,xx
Bonificações: X,xx

- Ventilação natural: x,xx
- Iluminação natural: x,xx
- Iluminação natural de água: x,xx
- Uso racional da água: x,xx
- Condicionamento artificial de ar: x,xx
- Iluminação artificial: x,xx
- Ventilação de teto: x,xx
- Refrigeradores: x,xx
- Medição individualizada: x,xx

A

Mais eficiente

Menos eficiente

Eficiências Individuais

Envoltória para Verão

Envoltória para Inverno

Aquecimento de Água

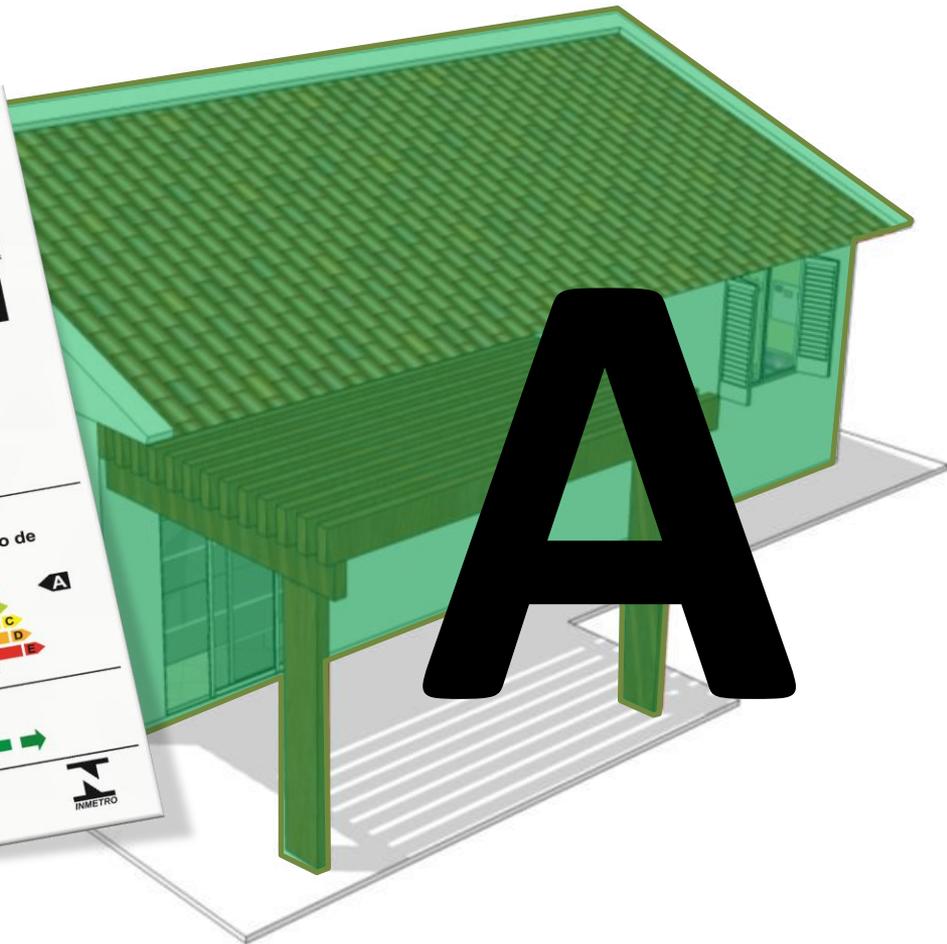
Envoltória se refrigerada artificialmente

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 ↔

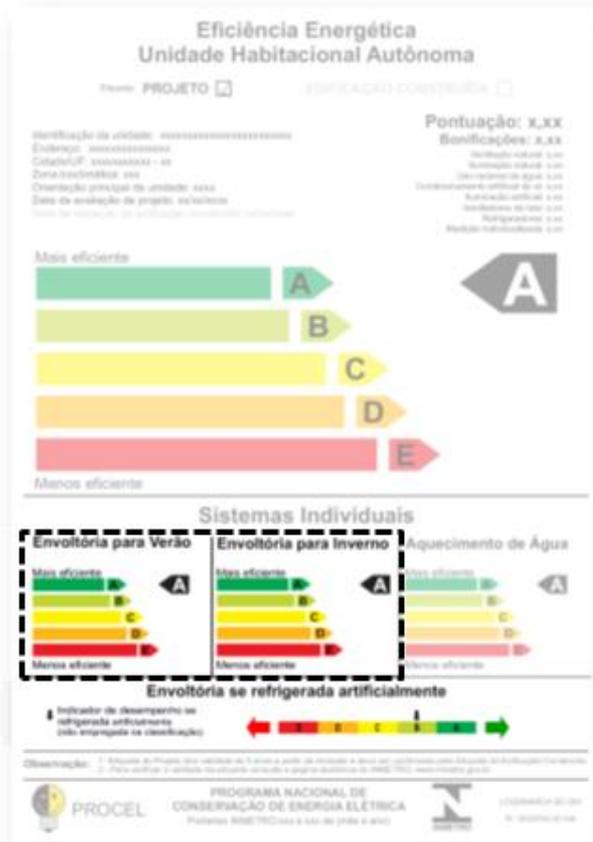
EqNumEnvAmba ↔

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

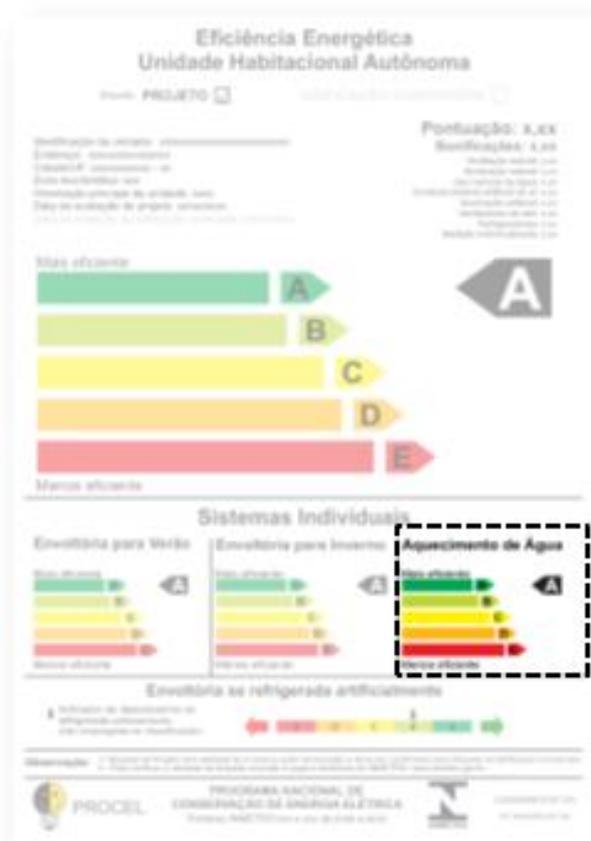


Equações 3.6 a 3.10 (de acordo com a ZB, neste caso ZB3), p.32-33 RTQ-R

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



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



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:

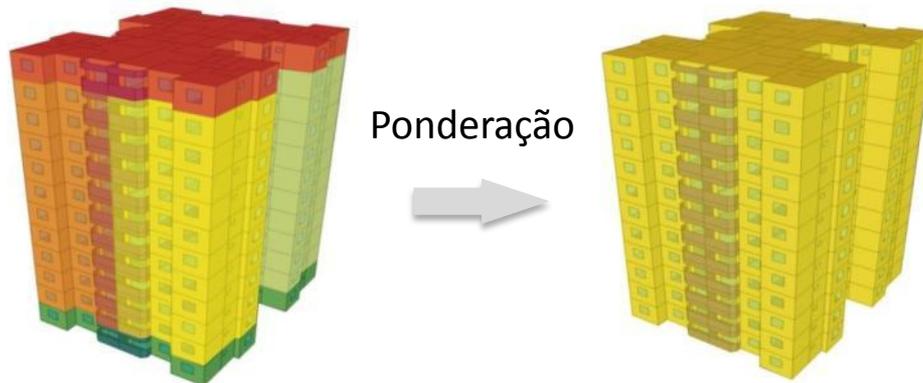
Nº de UHs Nível A:
Nº de UHs Nível B:
Nº de UHs Nível C:
Nº de UHs Nível D:
Nº de UHs Nível E:

↓ 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



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

Menos eficiente

ÁREAS COMUNS:
Uso frequente
Área: xx,xx m²

Menos eficiente

ÁREAS COMUNS:
Uso eventual
Área: xx,xx m²

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

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

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

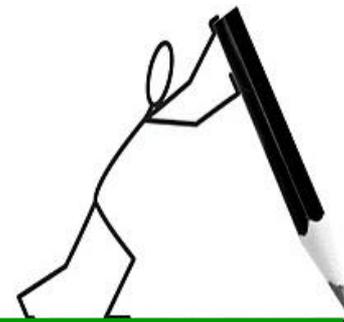
+ Bonificações

$$Bonificações = B1 + B2 + B3$$

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:

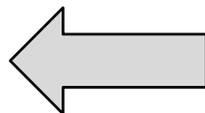
- Cálculo das áreas de ventilação e iluminação (tabela de esquadrias)



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

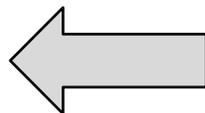
*“Pessoa **JURÍDICA**, de direito público ou privado, que **obteve o reconhecimento** formal da Coordenação Geral de Acreditação, quanto a sua **competência para realizar os serviços de inspeção de projeto e/ou de edificações construídas**, para determinar o nível de eficiência energética tendo como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

Organismo de Inspeção Tipo A



Organismo de Inspeção Tipo B

Construtora



Cliente



Organismo de Inspeção Tipo C

Cliente

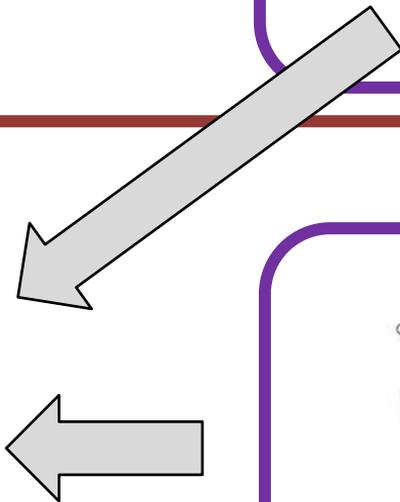


Construtora

OIA



Cliente



Acordos com intermediação ou não:



Etapa PROJETO ou EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

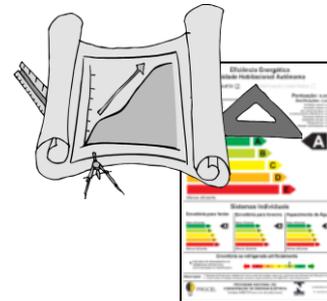
Contactar OIA – Organismo de Inspeção Acreditado

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:

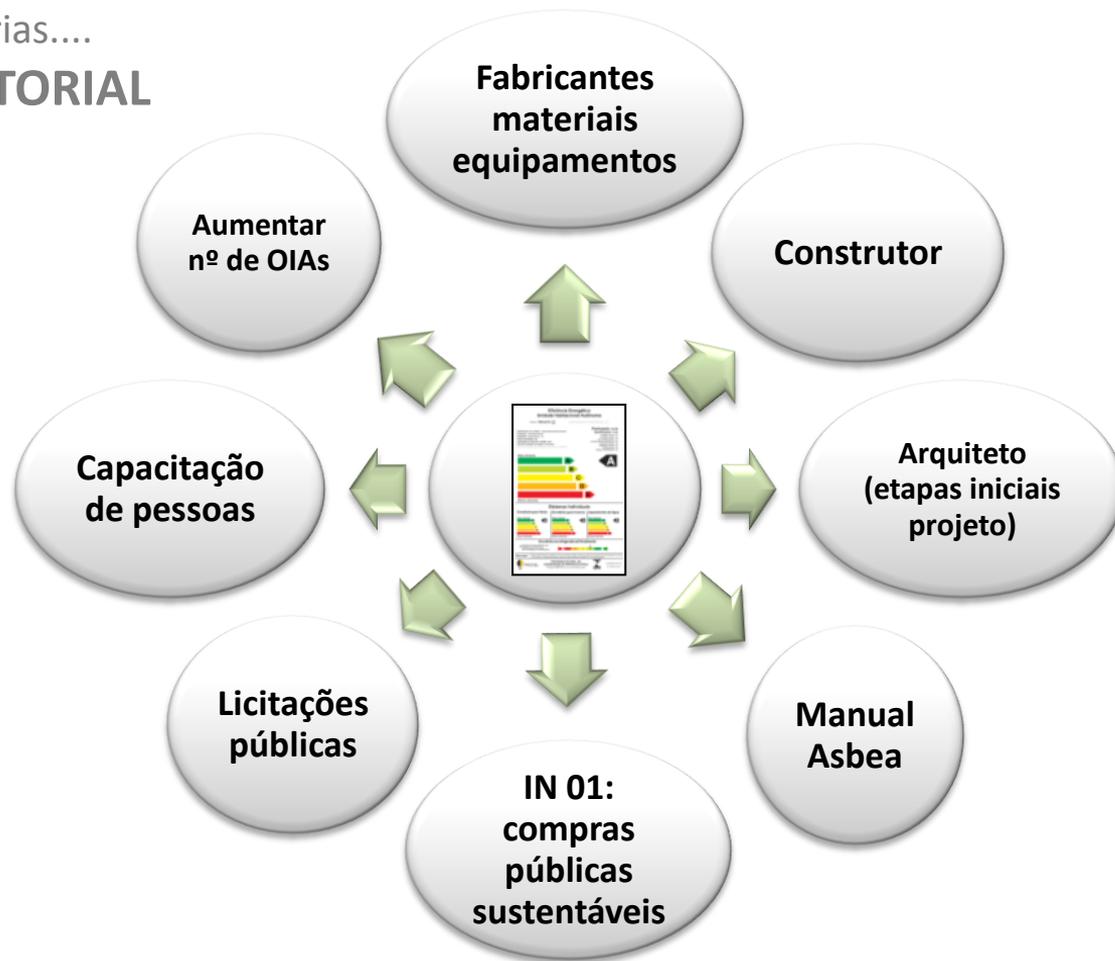
- Propriedades térmicas dos isolantes
- Absortância de revestimentos (tintas, cerâmicas, etc)
- ENCE para lâmpadas e outros equipamentos
- Informação sobre a potência de reatores

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/>