



Seminário: Programa Brasileiro de Etiquetagem em Eficiência Energética para Sistemas de Refrigeração e Ar-Condicionado

CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS PBE EDIFICA

ROBERTO LAMBERTS
LEONILTON TOMAZ CLETO

REALIZAÇÃO



ABRAVA
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO,
AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO



PROCEL
PROGRAMA NACIONAL
DE CONSERVAÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA



Eletrobras

The Future of Cooling



2018

<https://webstore.iea.org/the-future-of-cooling>



The Future of Cooling

The world is facing a looming “cold crunch”

- The use of energy for space cooling is growing faster than for any other end use in buildings, more than tripling between 1990 and 2016;
- Rising demand for space cooling is already putting enormous strain on electricity systems in many countries, as well as driving up emissions;
- Growing demand for cooling is driven by economic and population growth in the hottest parts of the world.



The Future of Cooling

- Absent firm policy interventions, cooling-related energy demand will soar;
- Policies to improve the efficiency of air conditioners could quickly curb demand;
- More efficient air conditioners would bring major benefits;
- Policies to improve the energy performance of buildings would bring additional long-term energy savings;
- A concerted policy push to rein in cooling energy demand is needed urgently.

ENERGIA PRIMÁRIA – CONCEITO

Forma de energia disponível na natureza que não foi submetida a qualquer processo de conversão ou transformação. É a energia contida nos combustíveis ainda brutos (primários). Pode ser proveniente de fontes renováveis ou não renováveis. Quando não utilizada diretamente, pode ser transformada em fontes de energia secundárias (eletricidade, calor, etc.).

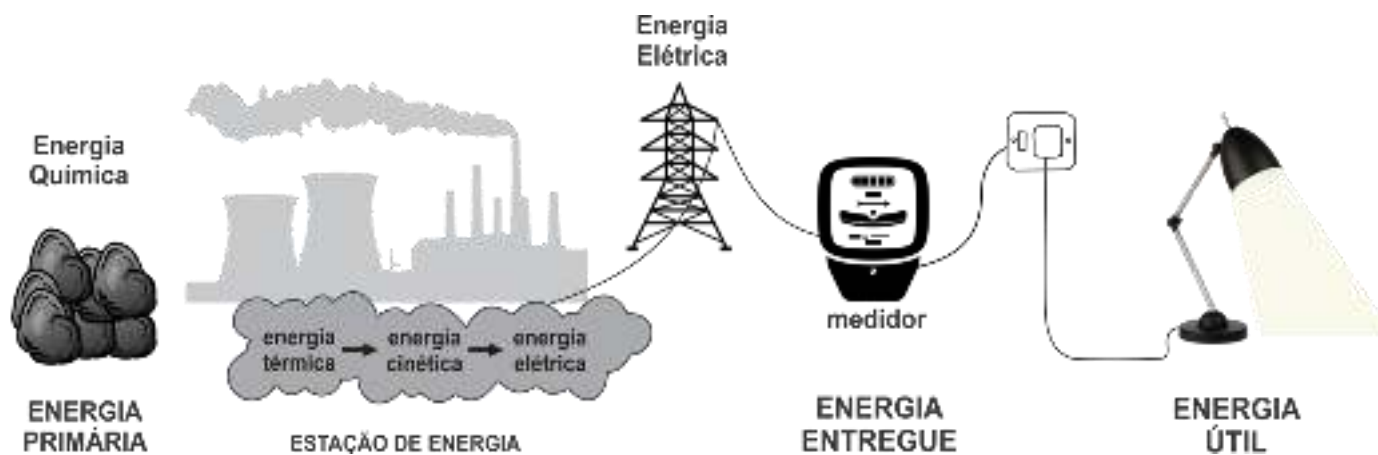


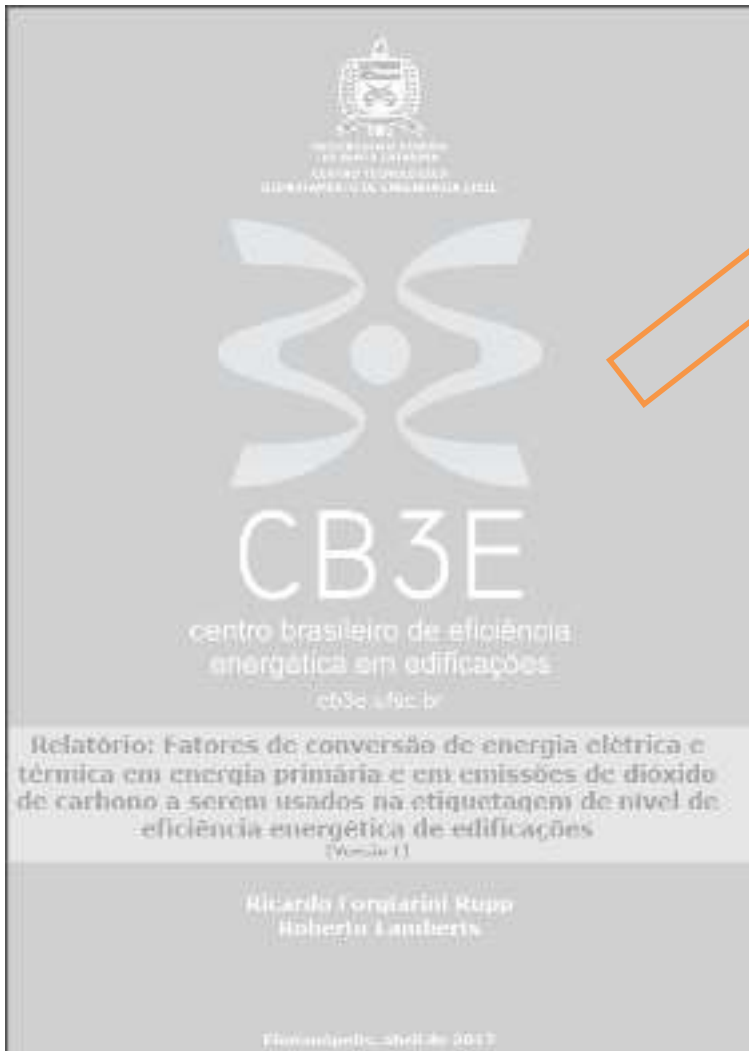
“Quando há competição entre as fontes de energia para prover um mesmo uso final, é recomendável que a classificação da eficiência de um equipamento ou sistema leve em consideração a fonte de energia utilizada.”



FATORES DE CONVERSÃO DE ENERGIA

“Para avaliar a eficiência de dois equipamentos, ou sistemas, utilizados para o mesmo uso final de energia (ex.: chuveiros elétricos e aquecedores de passagem), **NÃO SE PODE APENAS CONSIDERAR A EFICIÊNCIA E O CONSUMO ENERGÉTICO ASSOCIADOS AOS SISTEMAS E EQUIPAMENTOS. É RECOMENDADO CONSIDERAR A EFICIÊNCIA DE TODA A CADEIA DE TRANSFORMAÇÃO**, desde a fonte de energia primária até a energia final ou, quando consideramos a eficiência de sistemas e equipamentos, até a energia útil.”





Relatório disponível: Fatores de Conversão
de energia

TIPO DE ENERGIA	FATOR DE CONVERSÃO	FATOR DE EMISSÃO
Eletricidade	1,6	0,090 t.CO ₂ /MWh
Gás natural	1,1	0,202 t.CO ₂ /MWh
GLP	1,1	0,227 t.CO ₂ /MWh

Relatório relativo aos fatores de conversão de energia térmica e elétrica utilizados no novo método disponível em:

http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/RI_61_2017_RelatorioFatoresDeConversaoEnergiaEletricaTermica_EnergiaPrimaria_EmissoesCO2_paraPBEEdificacao%20%28corrigido%29_0_0.pdf



POR QUE UM NOVO MÉTODO?

A nova proposta surgiu da constatação de **limitações relacionadas ao atual método** prescritivo do RTQ-C, que poderiam ser sanadas a partir da utilização de dados provenientes de um metamodelo e treinamento de redes neurais artificiais:

- **Aberturas e proteções solares:** não diferenciáveis por orientação;
- **Vidros de controle solar:** não apresenta boa resposta no método prescritivo;
- **Parâmetros são ponderados** para toda edificação;
- **Levantamento de dados significativa:** alguns com pouca influência;
- **Considera apenas um tipo de HVAC:** *split* no método prescritivo;
- **Entorno edificado:** não considera;
- **Pré-requisitos** penalizam a edificação (parede e cobertura);
- **Um padrão** de carga térmica interna e de uso e ocupação;
- **Uso da ventilação natural** não é considerado no atual método prescritivo.

ENCE ATUAL



NOVO MÉTODO x CONSUMO DE ENERGIA

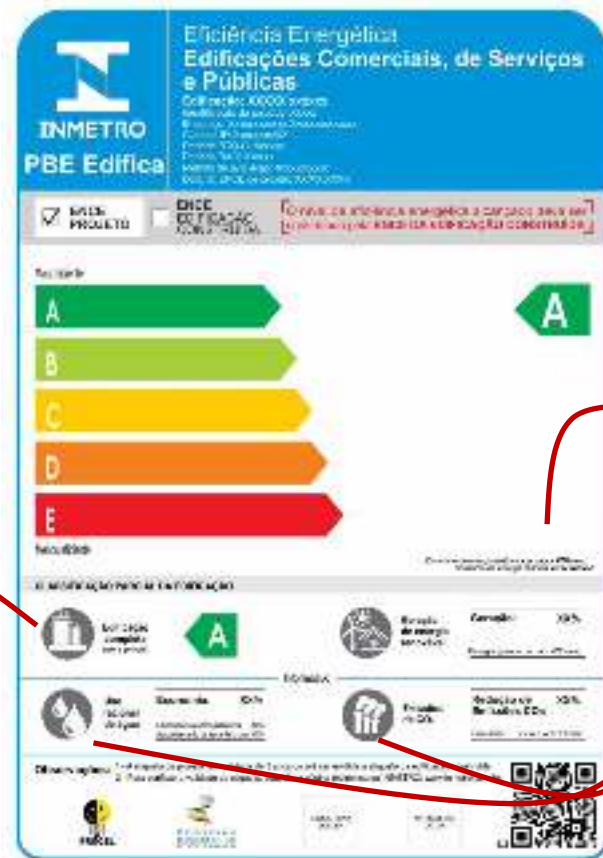
A avaliação é feita a partir do consumo de energia; informações apresentadas em um modelo de etiqueta mais elucidativa e intuitiva:

NOVA ENCE (1ª. Pág.)

Escala com base em
consumo de
energia primária
(kWh/ano)

Os valores de
referência
relativos à classe
D são fixo por
tipologia ao
longo do tempo.

Avaliação da
edificação



Classificação
considerando
eficiência
energética da
edificação e
geração local.



QR CODE

A nova etiqueta possui
páginas com informações
complementares relativas
aos sistemas individuais que
podem ser acessadas por
meio de dispositivos
eletrônicos equipados com
câmeras

Uso racional de
água e emissões
de dióxido de
carbono incluídos
e de caráter
informativo

NOVA ENCE (2ª. Pág.)

(3ª. Pág.)

INMETRO PBE Edifica

Eficiência Energética Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edifício: XXXXXXXX, XXXXXXXXXXXX
Identificação única: XXXXXXXX

CLASSIFICAÇÃO PARCIAL DOS SISTEMAS DA EDIFICAÇÃO

Área	Consumo	Projetado	Classificação
Envolvente	100%	100%	A
Iluminação	xxxx kWh/m²	xxxx kWh/m²	A
Condicionamento de ar - resfriamento	xxxx kWh/m²	xxxx kWh/m²	A
Condicionamento de ar - aquecimento	xxxx kWh/m²	xxxx kWh/m²	A
Água quente	xxxx kWh/m²	xxxx kWh/m²	A
Equipamentos	xxxx kWh/m²	xxxx kWh/m²	A

CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO COMPLETA

Edifício completo	xxxx kWh/m²	xxxx kWh/m²	A
--------------------------	-------------	-------------	---

PROCEL, ELETROBRAS, ABRAVA

INMETRO PBE Edifica

Eficiência Energética Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edifício: XXXXXXXX, XXXXXXXXXXXX
Identificação única: XXXXXXXX

CONDIÇÕES DE AVALIAÇÃO

ENVIOLVENTE

- Investigação de cargas térmicas
- Investigação de perdas térmicas de envoltório externo
- Procedimento de projeto ou uso de ensaios térmicos (TTC)

CONDIÇÃO DE

- Propriedades térmicas das paredes, tetos e piso de acordo com o projeto
- Resistência térmica de paredes e tetos de acordo com o projeto

ILUMINAÇÃO

CONDIÇÃO DE

- Densidade de potência de iluminação conforme projeto
- Densidade de potência em áreas não iluminadas em uso comum, conforme projeto

CONDIÇÃO DE

- Coeficiente de desempenho (COP) de funcionamento de equipamentos conforme projeto
- Capacidade de refrigeração e aquecimento de acordo com o projeto

CONDIÇÃO DE

- Coeficiente de referência
- Coeficiente de referência

ÁGUA QUENTE

CONDIÇÃO DE

- Tipo de capacidade de sistema de aquecimento de água de acordo com o tipo de medida adotada

CONDIÇÃO DE

- Taxa de emissão de gás de efeito estufa por unidade de projeto

LED NACIONAL DA ÁGUA

CONDIÇÃO DE

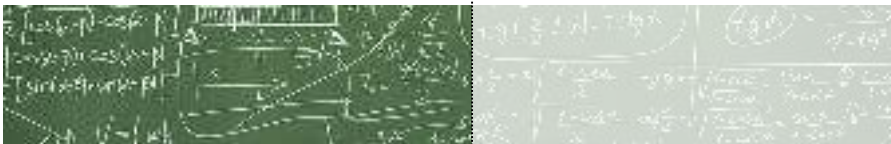
- Taxa de emissão de gás de efeito estufa por unidade de projeto

PROCEL, ELETROBRAS, ABRAVA

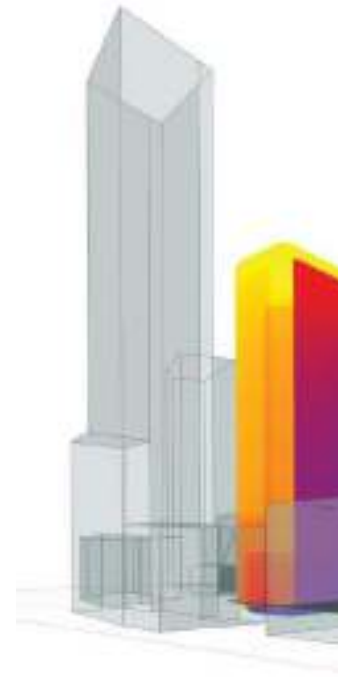
As novas ENCEs foram divididas entre a página principal e as páginas complementares, que apresentam informações referentes às classificações parciais, consumos por uso final e as condições de avaliação.

A segunda e a terceira página da etiqueta poderão ser acessadas a partir do QR code criado para cada edificação avaliada, disponibilizado na primeira página.

Atualmente a avaliação do consumo energético da edificação pode ser realizada por meio dos **MÉTODOS SIMPLIFICADO** ou de **SIMULAÇÃO**. Um método **PRESCRITIVO (com base em um checklist)** poderá ser desenvolvido.



O **MÉTODO SIMPLIFICADO** é menos flexível que o de simulação, mas de fácil aplicação, e abrange grande parte das soluções arquitetônicas mais difundidas. No entanto, a avaliação dos sistemas da edificação a partir do método simplificado deve respeitar alguns requisitos, que serão descritos nos *slides* seguintes.



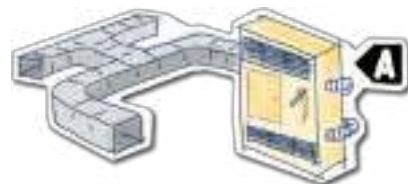
O **MÉTODO DE SIMULAÇÃO** permite a comprovação da conformidade com uma maior diversidade de estratégias de projeto, permitindo maior flexibilidade quando comparado ao método simplificado. Pode ser utilizado quando o desempenho mínimo da edificação, segundo a classe de eficiência energética pretendida, é comprovado utilizando-se programa computacional que atenda aos requisitos mínimos estipulados no regulamento.

Diferentes sistemas?

Cada um dos sistemas pode ser avaliado a partir de combinações diferentes de métodos. Atualmente está em desenvolvimento um novo método de avaliação que considera a utilização da iluminação natural a partir do método simplificado e de simulação.

Edificações condicionadas	Envoltória		Sistema de iluminação artificial	Sistema de condicionamento de ar	Sistema de aquecimento de água
	Edificações naturalmente ventiladas	Edificações naturalmente iluminadas			
Método Simplificado	SIM	*	SIM	SIM	SIM
Método Simulação	SIM	*	SIM	SIM	NÃO

* Métodos em desenvolvimento



TIPOLOGIAS AVALIADAS

Uso típico	Edificações de escritórios	
	Condição real	Condição de referência
Geometria		
Forma		Condição real
Orientação solar (°)		Condição real
Pé-direito (piso a teto) (m)		Condição real
Aberturas		
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	50
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0
Componentes construtivos		
Upar - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m²K)	Condição real	150
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K)	Condição real	233
Vidro		
FS - Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vertical (°) *	Condição real	Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²) **	Condição real	14,1***
Ocupação (m²/pessoa)	10,0	10,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	9,7	9,7
Horas de ocupação (horas)		10
Dias de ocupação (N _{ano})****		260
Condição do piso		Condição real
Condição da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)		24,0
Aquecimento de água*****		-



EDIFICAÇÕES DE ESCRITÓRIOS, EDUCACIONAIS, HOSPEDAGEM, HOSPITALARES, COMÉRCIO/VAREJO, MERCADOS, ALIMENTAÇÃO, OUTRAS...





MÉTODO SIMPLIFICADO

Suporte de uma Interface Web para o cálculo da carga térmica anual
relativa às zonas térmicas

Escolha o pavimento

Edificação

Estado: SC

Cidade: Florianópolis

Número de pavimentos: 1

Zonas térmicas iguais nos pavimentos intermediários?: Não

Escolha o pavimento: Térreo

Dados da Tipologia

Número de zonas térmicas: 13

Calcular

Zonas térmicas

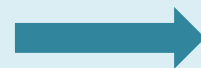
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6
Área m²	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tipo de zona	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Contato com o solo?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Zona sobre placa?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Possui cobertura exposta?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Possui isolamento na parede?	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Orientação solar	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



CONSUMOS POR FONTE DE ENERGIA

FONTES DE CONSUMO	FONTES DE ENERGIA	
	Energia elétrica (kWh)	Energia térmica (m ³)
Condicionamento de ar – Aquec.	N/A	N/A
Condicionamento de ar - Refrig.	X	X
Aquecimento de água	X	X
Iluminação	X	N/A
Equipamentos	X	N/A

Geração local de **energia renovável**



kWh /ano gerado descontado do
consumo de energia elétrica



CONSUMOS POR FONTE DE ENERGIA

Edificações comerciais, de serviço e públicas

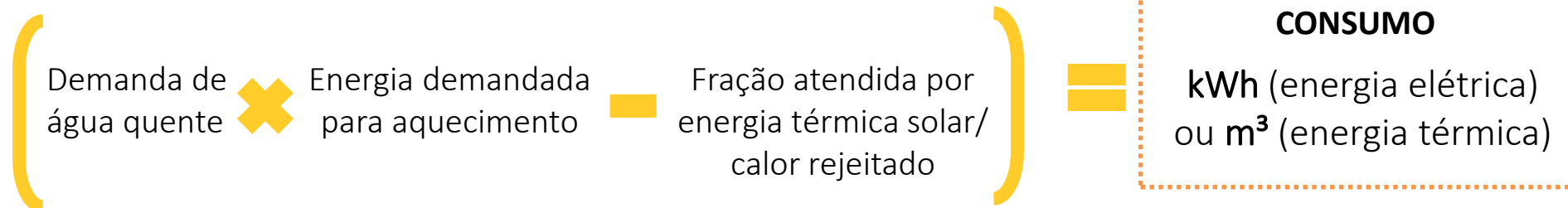
Condicionamento de ar - Refrigeração



Condicionamento de Ar - Aquecimento

**CONSUMO NÃO SIGNIFICATIVO
PARA A ANÁLISE**

Aquecimento de água



CONSUMOS POR FONTE DE ENERGIA

Edificações comerciais, de serviço e públicas

Equipamentos

Densidade de
potência instalada \times Área \times Horas de uso =

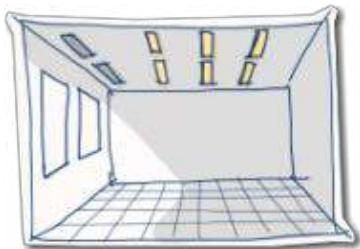
Consumo
estimado para
equipamentos
(kWh)

Iluminação

Densidade de
potência instalada \times Área \times Horas de uso =

Consumo para
iluminação
(kWh)

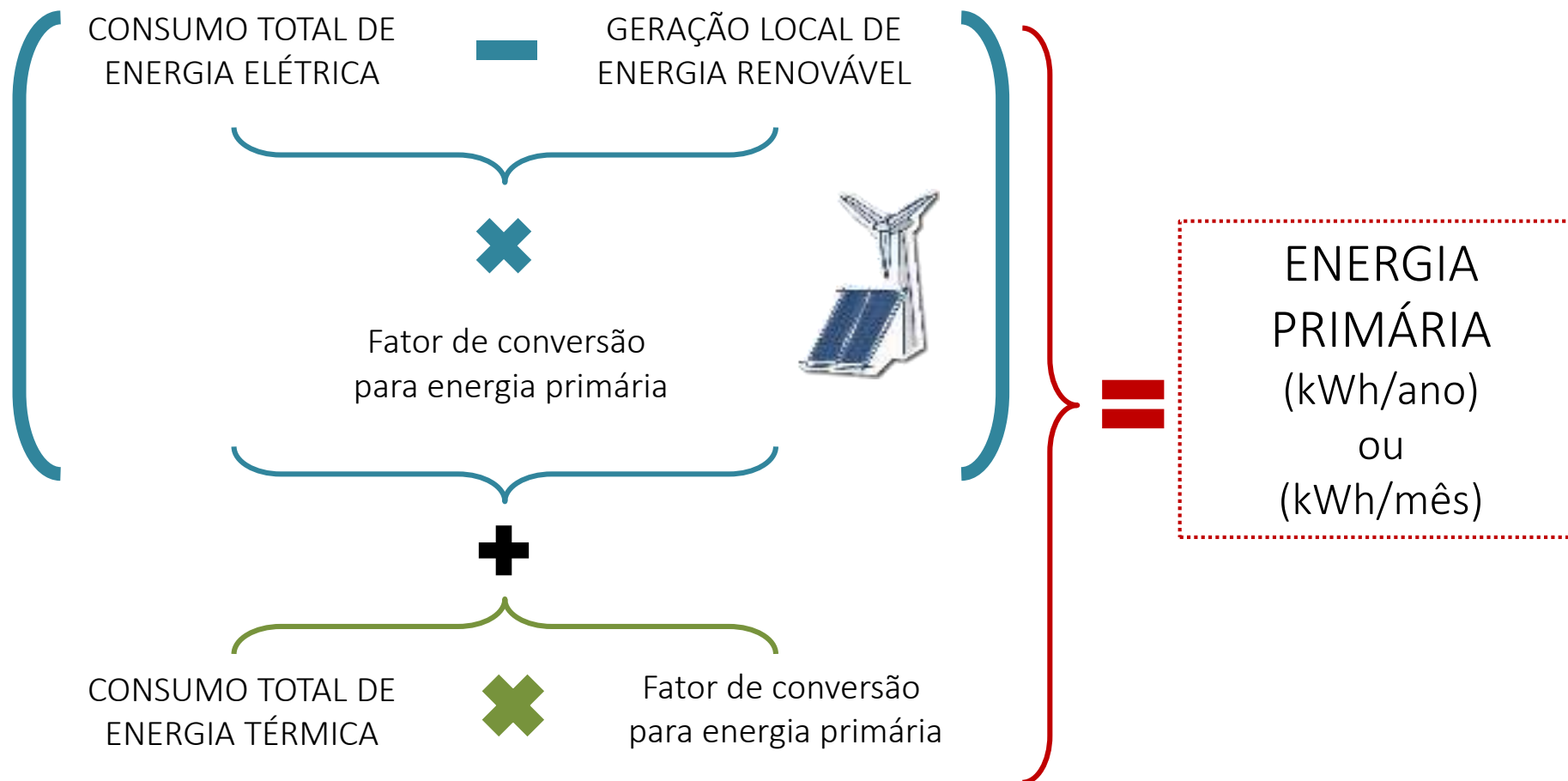
VARIAM
CONFORME A
TIPOLOGIA DA
EDIFICAÇÃO





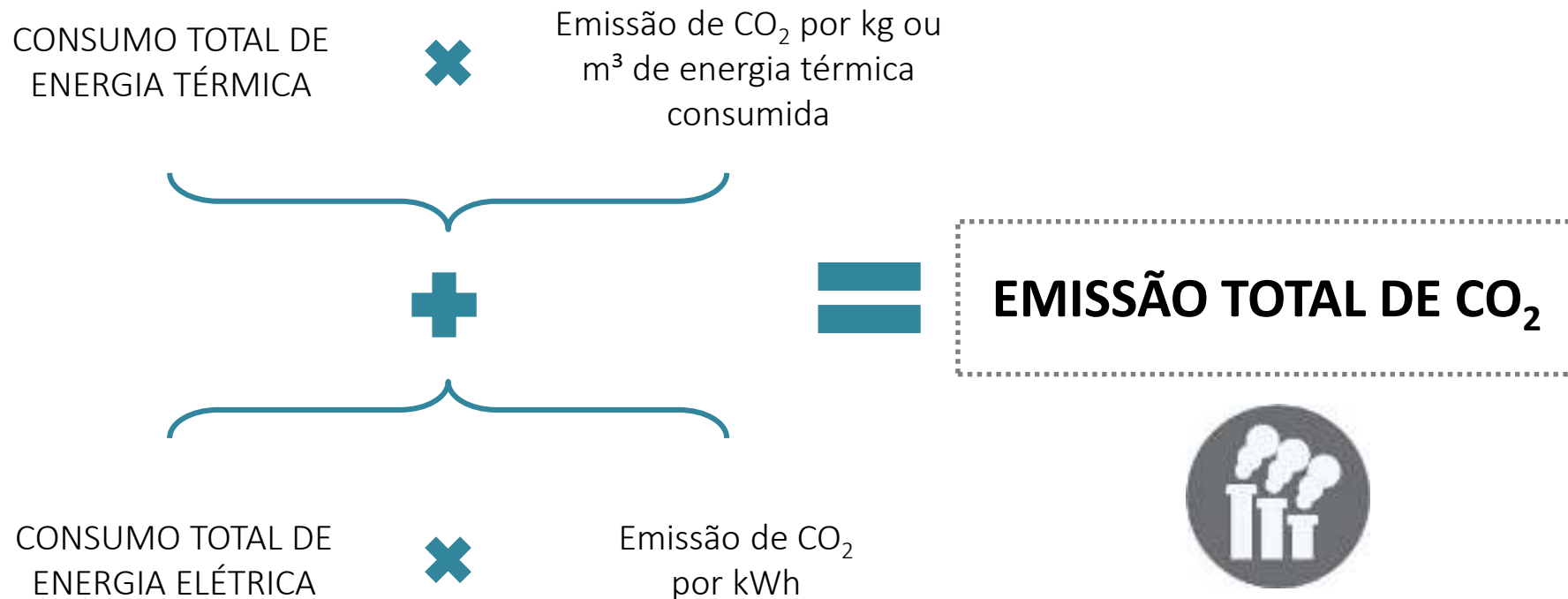
E COMO AVALIAR O CONSUMO FINAL?

Edificações comerciais, de serviço e públicas



COMO AVALIAR A EMISSÃO DE CO₂?

Edificações comerciais, de serviço e públicas





ENERGIA PRIMÁRIA E CO₂

Edificações comerciais, de serviço e públicas

ENERGIA PRIMÁRIA TOTAL

Soma-se:

- Energia primária proveniente do consumo de energia elétrica
- Energia primária proveniente do consumo de energia térmica



**DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA
EDIFICAÇÃO**

EMISSÃO TOTAL DE CO₂

Soma-se:

- Emissão de CO₂ proveniente do consumo de energia elétrica
- Emissão de CO₂ proveniente do consumo de energia térmica



INFORMATIVO

DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE EFICIÊNCIA

Edificações comerciais, de serviço e públicas

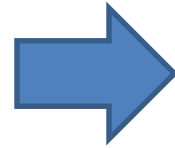




COEFICIENTE DE REDUÇÃO E CONSUMO

Variável de acordo com o fator de forma da edificação e grupo climático

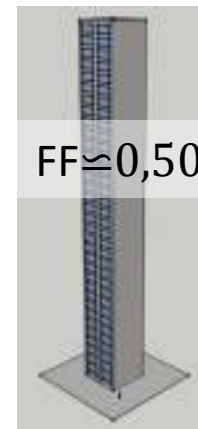
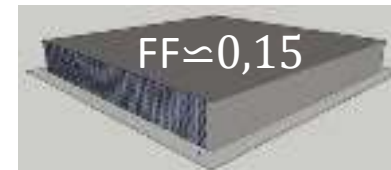
Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A (CRCEP _{D,A})				
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50
GCL 1- A	0,30	0,33	0,35	0,36	0,36
GCL 1- B	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36
GCL 2					
GCL 3	0,30	0,32	0,34	0,35	0,35
GCL 4					
GCL 5					
GCL 6	0,29	0,32	0,34	0,35	0,35
GCL 7					
GCL 8	0,29	0,32	0,33	0,34	0,35
GCL 9	0,30	0,33	0,35	0,36	0,36
GCL 10	0,31	0,34	0,36	0,37	0,38
GCL 11					
GCL 12	0,30	0,33	0,35	0,36	0,36
GCL 13	0,30	0,32	0,35	0,36	0,36
GCL 14					
GCL 15	0,29	0,31	0,33	0,34	0,35
GCL 16					
GCL 17	0,28	0,30	0,32	0,33	0,33
GCL 18	0,28	0,30	0,32	0,33	0,33
GCL 19					
GCL 20	0,28	0,31	0,33	0,34	0,34
GCL 21					
GCL 22	0,29	0,32	0,34	0,35	0,36
GCL 23					
GCL 24	0,29	0,31	0,33	0,34	0,35



No exemplo ao lado, valores relativos ao coeficiente de redução do consumo de energia primária com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente a tipologia de “**ESCRITÓRIOS**”

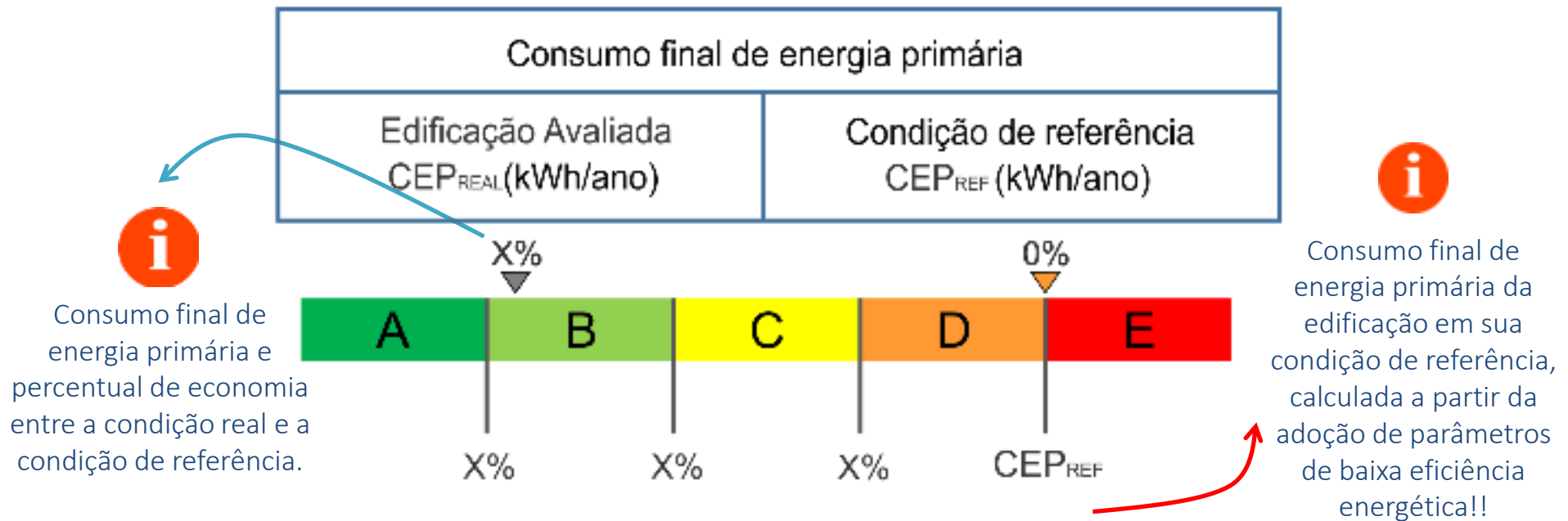
O fator de forma é uma constante de proporcionalidade; **RELACIONA A ÁREA SUPERFICIAL E O VOLUME DE UMA EDIFICAÇÃO:**

$$FF = \frac{A_{env}}{V_{tot}}$$



FF é o fator de forma da edificação (m);
A_{env} é a área da envoltória (m²);
V_{tot} é a volume total construída da edificação (m³).

A classe de eficiência da edificação real é definida de acordo com o **PERCENTUAL DE ECONOMIA** desta em relação à mesma edificação na sua condição de referência



Lab **EEE**



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

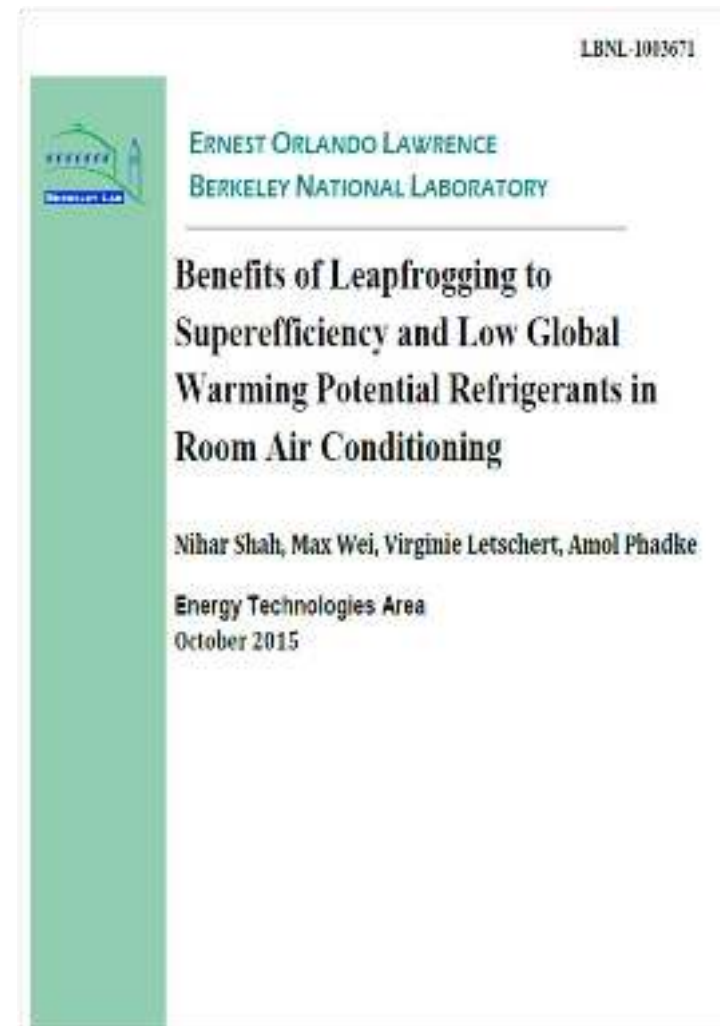
Obrigado

Roberto Lamberts
roberto.lamberts@ufsc.br

Eficiência em Sistemas de Climatização

Relatório do LBNL referente aos benefícios do aumento de eficiência energética dos condicionadores de ar indica que com um aumento de 30% na EE de condicionadores de ar:

- **Brasil 2030:** redução no consumo de pico de até **36 GW**
Evitando, assim, a construção de 72 usinas de 500 MW
- **Brasil 2050:** redução no consumo de pico até **108 GW**
Evitando, assim, a construção de 216 usinas de 500 MW



Programa Brasileiro de Etiquetagem PBE EDIFICA

RTQ-C vigente - Condicionamento de Ar - NÃO ETIQUETADOS

**DETERMINAÇÃO DA
EFICIÊNCIA**



**Sistema de condicionamento de ar não etiquetado pelo
INMETRO**

Condicionadores de ar, Condicionadores de ar do tipo VRF,
Resfriadores de líquido, Torres de resfriamento

- Etapas da determinação da eficiência:**

1. Classificação ENCE - Tabelas ASHRAE 90.1
2. Pré-requisitos específicos
3. Ponderação pela capacidade (quando necessário)
4. Determinação da classe de eficiência

Nível de Eficiência	Ashrae 90.1
A	2010
B	2007
C	2004
D	1999

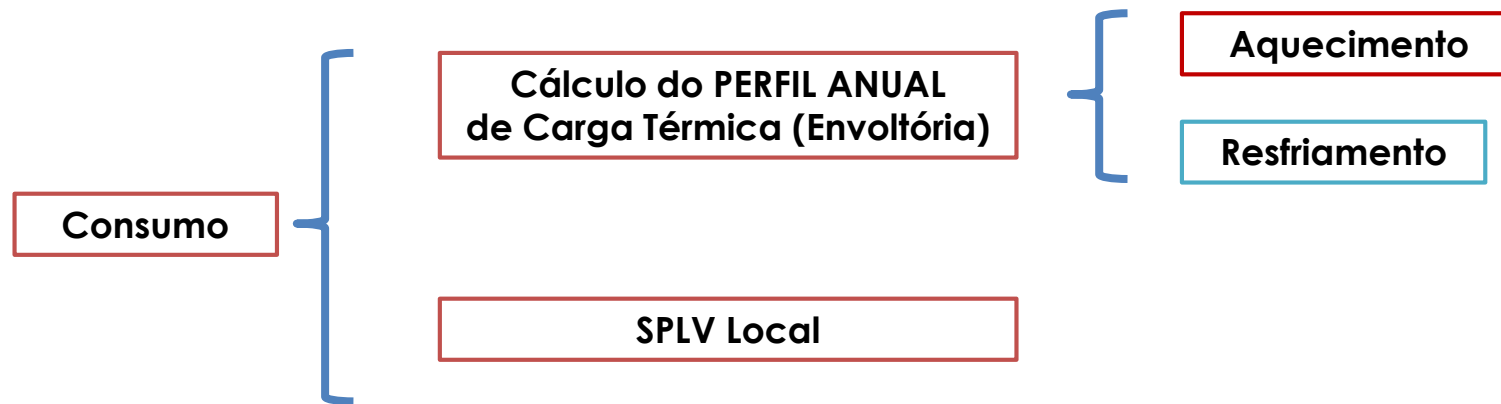
Programa Brasileiro de Etiquetagem **PBE EDIFICA**

Novo Método
em CONSULTA PÚBLICA
até 12/09/2018

<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002520.pdf>

PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Condicionamento de Ar





PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Condicionamento de Ar EQUIPAMENTOS ETIQUETADOS

**DETERMINAÇÃO
DA EFICIÊNCIA**



**Sistema de condicionamento de ar COM EQUIPAMENTOS
Etiquetados pelo INMETRO** Aparelhos de janela e/ou Split

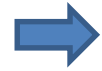
- **Etapas da determinação da eficiência:**
 1. Classificação ENCE - Tabelas INMETRO
 2. Pré-requisito específico (isolamento de tubulações)
 3. Ponderação pela capacidade (quando necessário)
 4. Determinação da classe de eficiência



PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Condicionamento de Ar EQUIPAMENTOS ETIQUETADOS

DETERMINAÇÃO
DA EFICIÊNCIA



Sistema de condicionamento de ar com equipamentos etiquetados (cassete, aparelhos de janela e/ou Split)

- Etapas de determinação da eficiência:

1. Verificação do tipo de equipamento (NBR 13535 - Tabelas INMETRO)

2. Verificação do requisito específico (isolamento de tubulações)

3. Ponderação pela capacidade (quando necessário)

4. Determinação da classe de eficiência

MAS ISSO NÃO VAI FICAR ASSIM

PBE Edifica – NOVO MÉTODO

Novas diretrizes para Eficiência Energética

- Inclusão dos requisitos de qualidade do ar e interior e de conforto térmico da ABNT 16401:2018.
- Cálculo do SPLV – Índice de eficiência do **Sistema de HVAC** com média ponderada do perfil de carga ao longo do ano, para o edifício (condições locais).
- Requisitos Mínimos de Eficiência para os **Equipamentos ETIQUETADOS E NÃO ETIQUETADOS**

PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Condicionamento de Ar EQUIPAMENTOS **NÃO** ETIQUETADOS

**DETERMINAÇÃO DA
EFICIÊNCIA** →

ABRAVA

**Sistema de condicionamento de ar COM EQUIPAMENTOS
NÃO Etiquetados pelo INMETRO**

Condicionadores de ar por Expansão Direta,
Resfriadores de líquido

- **Etapas da determinação da eficiência:**

1. Classificação ENCE - Tabelas ASHRAE 90.1
2. Pré-requisitos específicos (Tabela 18)
3. Ponderação pela capacidade
4. Determinação da classe de eficiência

Nível de Eficiência	Ashrae 90.1
A	2016
B	2010
C	2007
D	2004



PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Eficiência Energética de Equipamentos

Tabela B.II.34 – Eficiência mínima de condicionadores de ar com condensação a ar (*split*, *self* a ar, *splitão* e *rooftop*)

Capacidade	Tipo de aquecimento	Categoria	Eficiência mínima A	Eficiência mínima B	Eficiência mínima C
< 19 kW*	Todos	Split e unitário	4,10 SCOP	3,81 SCOP	3,33 SCOP
≥ 19 kW e < 40 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,78 ICOP	3,28 COP	2,95 COP
	Outros	Split e unitário	3,76 ICOP	3,22 COP	2,91 COP
≥ 40 kW e < 70 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,75 ICOP	3,22 COP	2,85 COP
	Outros	Split e unitário	3,72 ICOP	3,16 COP	2,83 COP
≥ 70 kW e < 223 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,40 ICOP	2,93 COP	2,71 COP
	Outros	Split e unitário	3,34 ICOP	2,87 COP	2,68 COP
≥ 223 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,28 ICOP	2,84 COP	2,62 COP
	Outros	Split e unitário	3,22 ICOP	2,78 COP	2,59 COP



PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Eficiência Energética de Equipamentos

Tabela B.II.26 – Eficiência mínima (COP – W/W) de resfriadores de líquido para classificação A^{1,2}

Tipo de equipamento	Capacidade	Alternativa 1		Alternativa 2		Procedimento de teste
		Carga Total	IPLV	Carga Total	IPLV	
Condensação a ar com condensador	< 528 kW	≥ 2,985	≥ 4,048	≥ 2,866	≥ 4,669	AHRI 551/591
	≥ 528 kW	≥ 2,985	≥ 4,137	≥ 2,866	≥ 4,758	
Condensação a água (compressor do tipo alternativo, parafuso e scroll)	< 264 kW	≥ 4,694	≥ 5,867	≥ 4,513	≥ 7,041	
	≥ 264 kW e < 528 kW	≥ 4,889	≥ 6,286	≥ 4,694	≥ 7,184	
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5,334	≥ 6,519	≥ 5,177	≥ 8,001	
	≥ 1055 kW e < 2110 kW	≥ 5,771	≥ 6,770	≥ 5,633	≥ 8,586	
Condensação a água (compressor centrífugo) ³	≥ 2110 kW	≥ 6,286	≥ 7,041	≥ 6,018	≥ 9,264	
	< 528 kW	≥ 5,771	≥ 6,401	≥ 5,065	≥ 8,001	
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5,771	≥ 6,401	≥ 5,544	≥ 8,801	
	≥ 1055 kW e < 1407 kW	≥ 6,286	≥ 6,770	≥ 5,917	≥ 9,027	
	≥ 1407 kW e < 2110 kW	≥ 6,286	≥ 7,041	≥ 6,018	≥ 9,264	
	≥ 2110 kW	≥ 6,286	≥ 7,041	≥ 6,018	≥ 9,264	



PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Eficiência Energética de SISTEMAS – SÃO PAULO

Tabela B.II.15 – Valores de SPLV para o grupo climático 1- A

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,86	3,56	3,42	2,97
≥ 40 e < 70	3,81	3,66	3,52	2,93
≥ 70 e < 150	3,77	3,63	3,48	2,90
≥ 150 < 264	3,58	3,44	3,30	2,75
≥ 264 < 528	3,77	3,63	3,35	2,79
≥ 528 < 1055	4,34	4,03	3,72	3,10
≥ 1055 < 1407	4,62	4,29	3,96	3,30
≥ 1407 < 2110	5,18	4,81	4,44	3,70
≥ 2110 < 2815	5,18	4,81	4,44	3,70
≥ 2815 < 4220	5,81	5,40	4,98	4,15
≥ 4220	5,95	5,53	5,10	4,25



PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Eficiência Energética de SISTEMAS – CURITIBA

Tabela B.II.17 – Valores de SPLV para o grupo climático 2, 3 e 4

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	4,36	4,03	3,86	3,36
≥ 40 e < 70	4,30	4,14	3,97	3,31
≥ 70 e < 150	4,26	4,10	3,93	3,28
≥ 150 < 264	4,04	3,88	3,73	3,11
≥ 264 < 528	4,26	4,10	3,78	3,15
≥ 528 < 1055	4,90	4,55	4,20	3,50
≥ 1055 < 1407	5,22	4,85	4,47	3,73
≥ 1407 < 2110	5,85	5,44	5,02	4,18
≥ 2110 < 2815	5,85	5,44	5,02	4,18
≥ 2815 < 4220	6,57	6,10	5,63	4,69
≥ 4220	6,72	6,24	5,76	4,80



PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

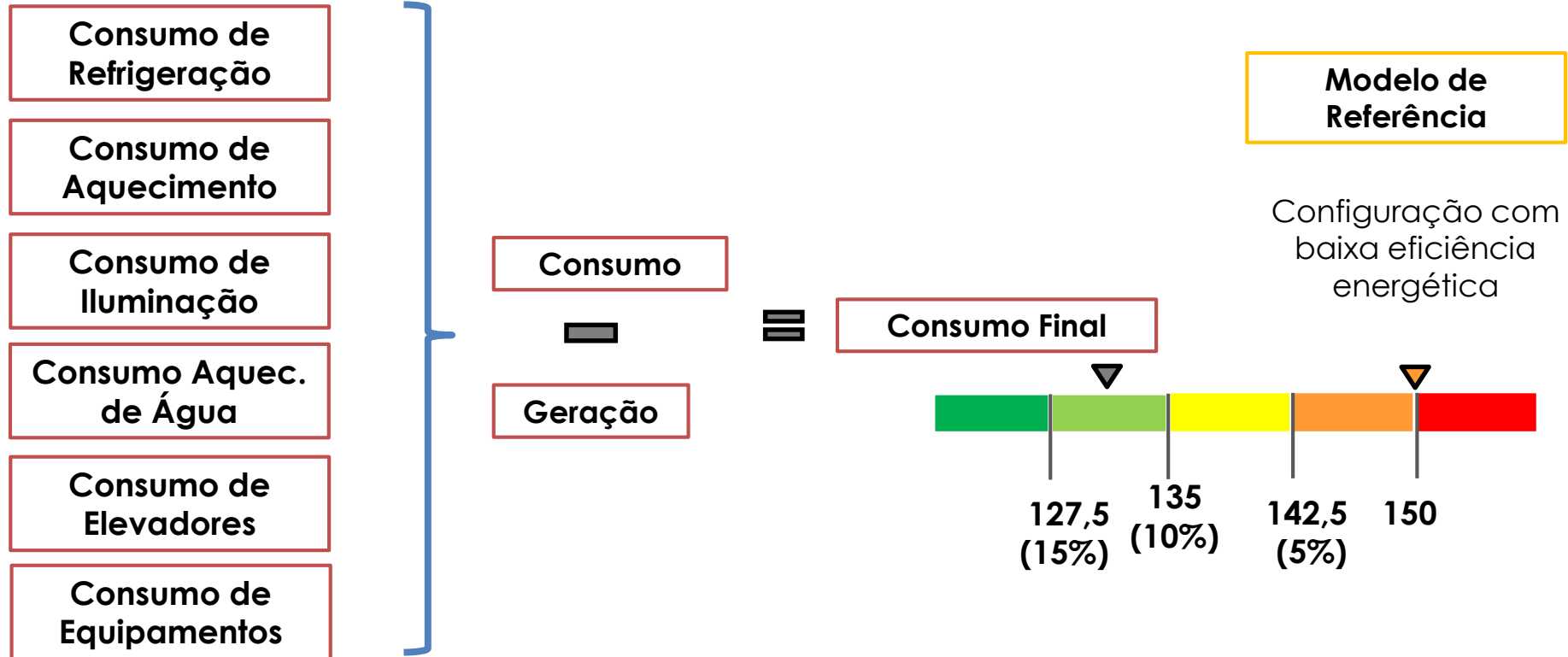
Eficiência Energética de SISTEMAS – RIO DE JANEIRO

Tabela B.II.23 – Valores de SPLV para o grupo climático 13 e 14

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,28	3,03	2,90	2,52
≥ 40 e < 70	3,24	3,11	2,99	2,49
≥ 70 e < 150	3,20	3,08	2,96	2,47
≥ 150 < 264	3,04	2,92	2,81	2,34
≥ 264 < 528	3,20	3,08	2,85	2,37
≥ 528 < 1055	3,69	3,43	3,16	2,64
≥ 1055 < 1407	3,93	3,65	3,37	2,81
≥ 1407 < 2110	4,40	4,09	3,77	3,15
≥ 2110 < 2815	4,40	4,09	3,77	3,15
≥ 2815 < 4220	4,94	4,59	4,23	3,53
≥ 4220	5,06	4,70	4,34	3,61

PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

Nível de Eficiência da Edificação





PBE EDIFICA – NOVO MÉTODO

**Mais que
Equipamentos Eficientes**

**Serão necessários
Projetos de Sistemas Eficientes**



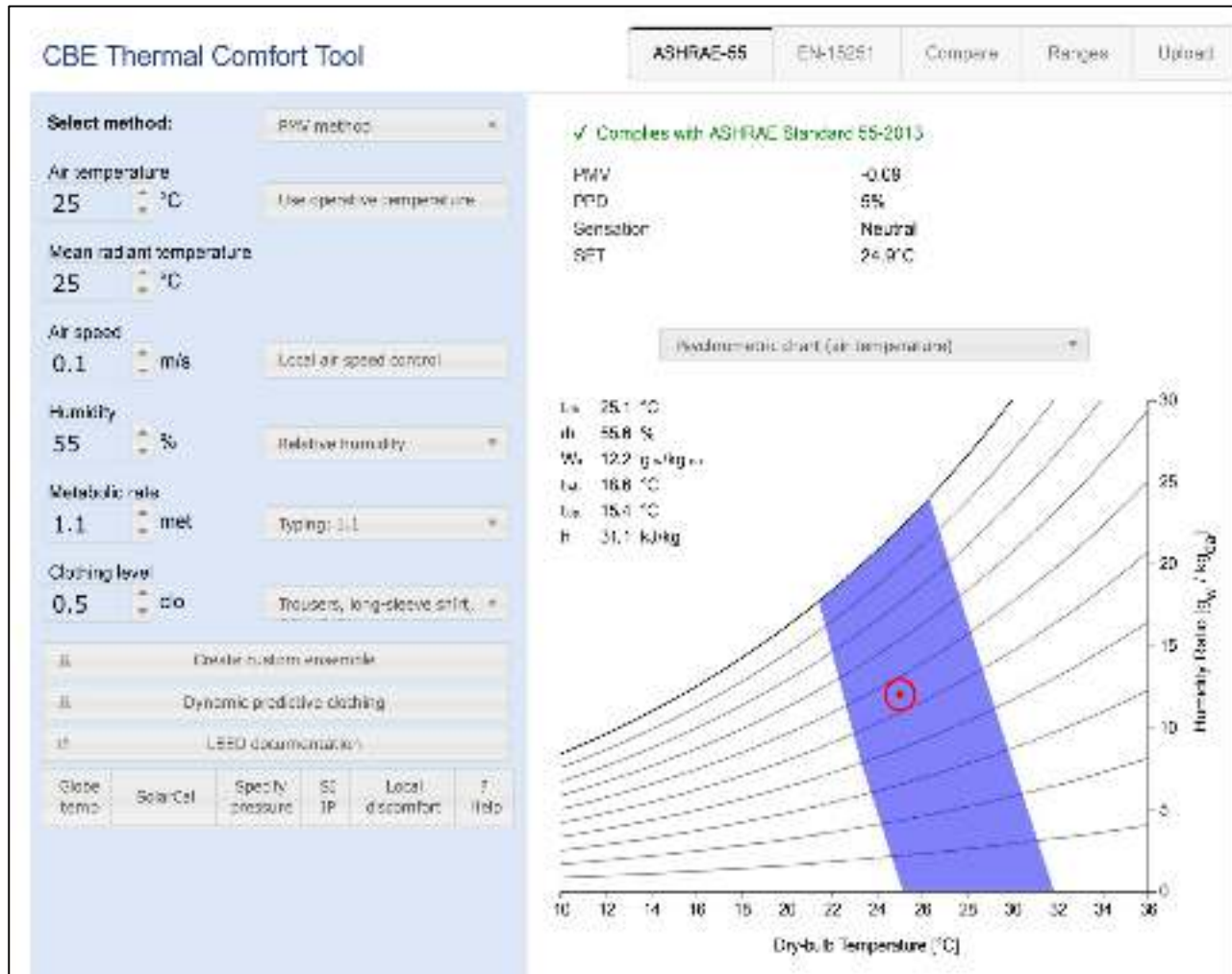
Conforto Térmico – ABNT NBR 16.401 Parte 2

Impacto na Mudança da Condição 01 para a...	Condição 02 (22°C/ 50%)	Condição 03 (25°C/ 55%)	Condição 04 (24°C/ 65%)
Vazão de Ar – <i>Fan Coil</i>	↑ 14%	↓ 16%	↓ 17%
Carga Térmica – Ar Externo	↑ 37%	↓ 19%	↓ 18%
Carga Térmica da Sala	↑ 18%	↓ 9%	↓ 16%
Capacidade da Serpentina	↑ 23%	↓ 5%	↓ 15%
Temperatura de Insuflação	13,0°C → 10,7°C	13,0°C → 14,0°C	13,0°C → 16,7°C
COP <i>CHILLER</i> = 6,15 (Ref)	↓ 5%	↑ 2%	↑ 12%
Consumo de Energia Anual	↑ 13%	↓ 9%	↓ 11%

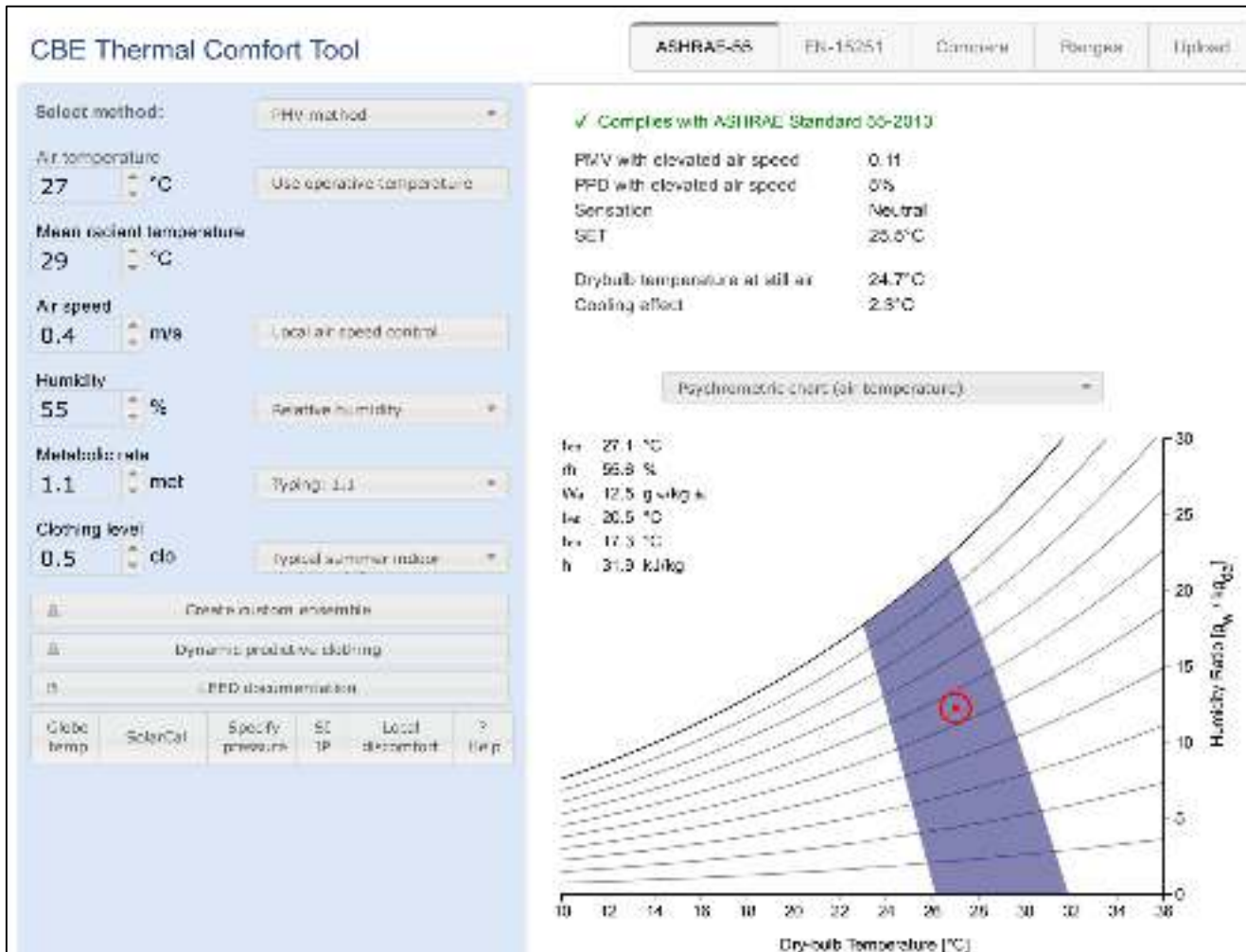
Conforto Térmico – ABNT NBR 16.401 Parte 2



Conforto Térmico – ABNT NBR 16.401 Parte 2



Conforto Térmico – ABNT NBR 16.401 Parte 2



Conforto Térmico

Análise do Índice de Conforto Térmico

<http://comfort.cbe.berkeley.edu/>

CBE – Center for the Built Environment – University of California, Berkeley

Conforto Térmico – ABNT NBR 16.401 Parte 2

