

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE  
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES  
COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS**



**CB3E**

centro brasileiro de eficiência  
energética em edificações

# ENERGIA PRIMÁRIA – CONCEITO

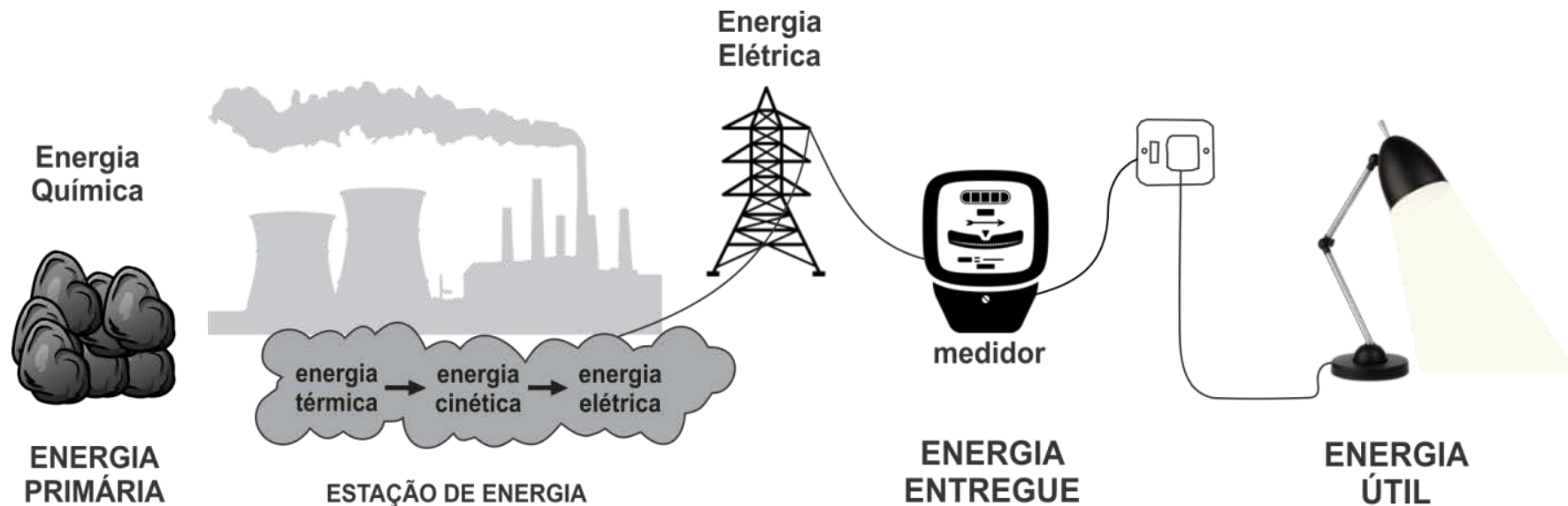
Forma de energia disponível na natureza que não foi submetida a qualquer processo de conversão ou transformação. É a energia contida nos combustíveis ainda brutos (primários). Pode ser proveniente de fontes renováveis ou não renováveis. Quando não utilizada diretamente, pode ser transformada em fontes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



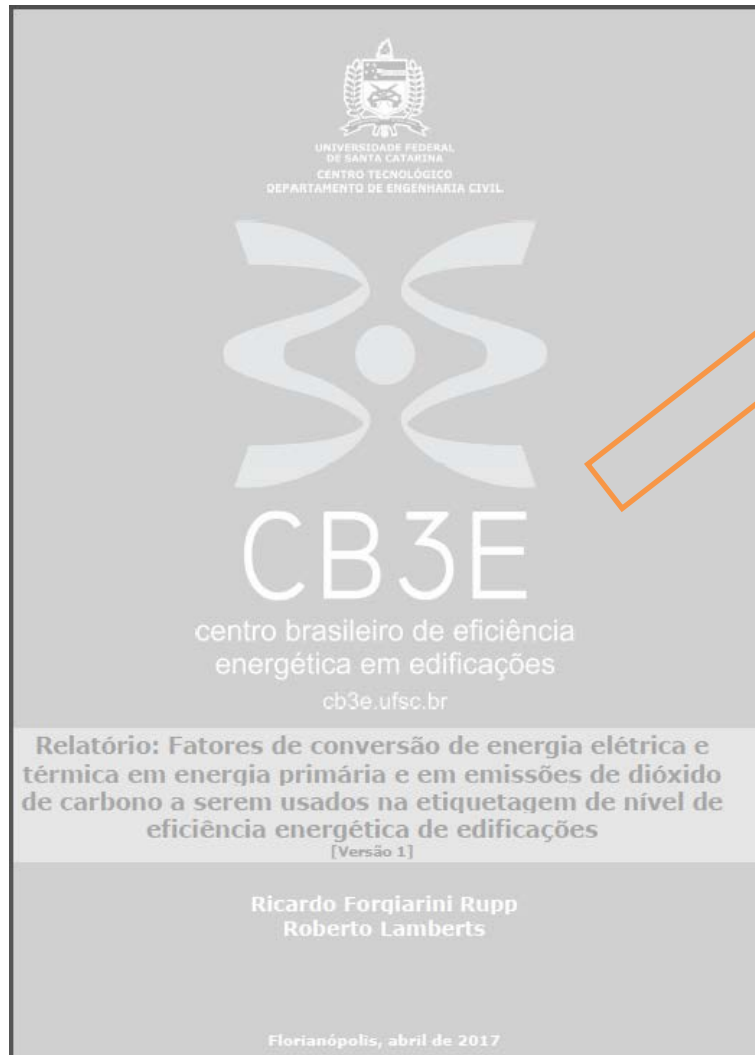
*“Quando há competição entre as fontes de energia para prover um mesmo uso final, é recomendável que a classificação da eficiência de um equipamento ou sistema leve em consideração a fonte de energia utilizada.”*

# 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.”



# FATORES DE CONVERSÃO DE ENERGIA



Relatório disponível: Fatores de Conversão de energia

TIPO DE ENERGIA	FATOR DE CONVERSÃO	FATOR DE EMISSÃO
Eletricidade	1,6	0,090 t.CO <sub>2</sub> /MWh
Gás natural	1,1	0,202 t.CO <sub>2</sub> /MWh
GLP	1,1	0,227 t.CO <sub>2</sub> /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\\_paraPBEEdifica%20%28corrigido%29\\_0\\_0.pdf](http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/RI_61_2017_RelatorioFatoresDeConversaoEnergiaEletricaTermica_EnergiaPrimaria_EmissoesCO2_paraPBEEdifica%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.



# NOVO MÉTODO x CONSUMO DE ENERGIA

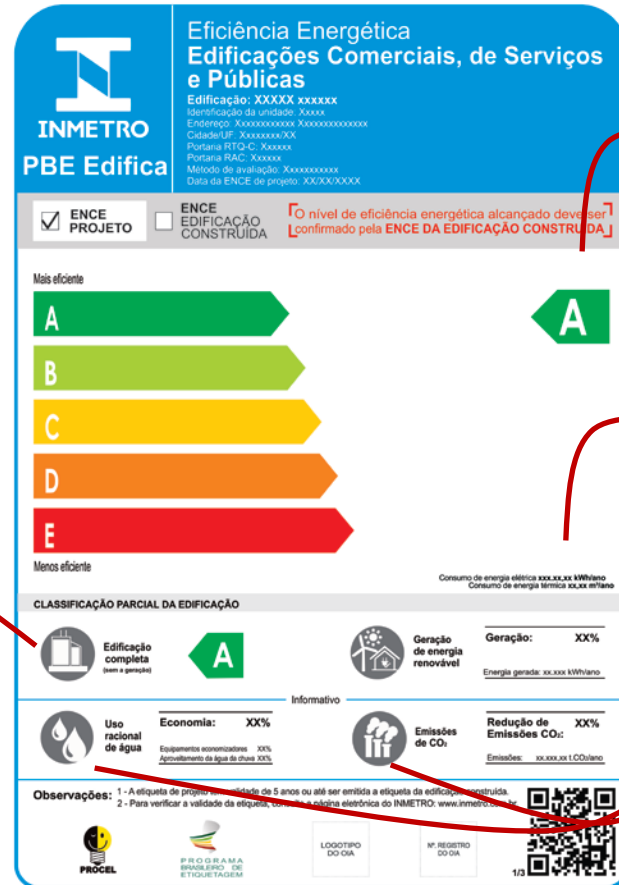
A avaliação é feita a partir do consumo de energia; informações apresentadas em um modelo de etiqueta mais elucidativa e intuitiva:

## 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.


consumo final de energia térmica e elétrica

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



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





**INMETRO**  
PBE Edifica

## Eficiência Energética











### Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edificação: XXXXXXXX xxxxxxxxxxxxxxxx  
Identificação da unidade: xxxxxx xxx



**CLASSIFICAÇÃO PARCIAL DOS SISTEMAS DA EDIFICAÇÃO**


 <p><b>Envolória</b></p>	<p><b>Áreas Condicionadas</b></p> <p>Resfriamento</p> <p>Carga térmica real xxx.xxx.xx kWh/ano Carga térmica de referência xxx.xxx.xx kWh/ano</p>	<p>% área avaliada</p> <p>100%</p>	<p><b>Percentual de horas atendidas</b></p> <p>Ventilação Natural</p> <p>100% 80% 60% 40% 20% 0%</p> <p>Iluminação Natural</p> <p>100% 80% 60% 40% 20% 0%</p>	<p>% área avaliada</p> <p>100%</p>	
	<p>Aquecimento</p> <p>Carga térmica real xxx.xxx.xx kWh/ano Carga térmica de referência xxx.xxx.xx kWh/ano</p>	<p>100%</p>	<p>100%</p>	<p>100%</p>	<p>100%</p>

---


 <p><b>Iluminação</b></p>	<p>Energia primária</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	<p>Energia elétrica</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	Simplificado	
 <p><b>Condicionamento de ar - resfriamento</b></p>	<p>Energia primária</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	<p>Energia elétrica</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p> <p>Energia térmica</p> <p>xxxx m³/mês (ou xxxxxx m³/ano)</p>	Simplificado	
 <p><b>Condicionamento de ar - aquecimento</b></p>	<p>Energia primária</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	<p>Energia elétrica</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p> <p>Energia térmica</p> <p>xxxx m³/mês (ou xxxxxx m³/ano)</p>	Simplificado	
 <p><b>Água quente</b></p>	<p>Energia primária</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	<p>Energia elétrica</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p> <p>Energia térmica</p> <p>xxxx m³/mês (ou xxxxxx m³/ano)</p>	Simplificado	
 <p><b>Equipamentos</b></p>	<p>Energia primária</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	<p>Energia elétrica</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	Simplificado	

**CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO COMPLETA**

 <p><b>Edificação completa</b></p> <p>xx% de economia em relação à condição de referência</p>	<p>Energia primária</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p> <p>Geração de energia</p> <p>xxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p>	<p>Energia elétrica</p> <p>xxxxx kWh/mês (ou xxxxxx kWh/ano)</p> <p>Energia térmica</p> <p>xxxxx m³/mês (ou xxxxxx m³/ano)</p>	Simplificado	
--	---	--	--------------	--



PROCEL




PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

LOGOTIPO DO OIA

Nº REGISTRO DO OIA

2/3









**INMETRO**  
PBE Edifica


## Eficiência Energética

### Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas


Edificação: XXXXXXXX xxxxxxxxxxxxxxxx  
Identificação da unidade: xxxxxx xxx

**CONDIÇÃO DE AVALIAÇÃO**

 <p><b>ENVOLÓRIA</b></p>	<p>- Explicação da carga térmica.</p> <p>- Explicação do percentual de horas de conforto térmico (POCI).</p> <p>- Explicação do percentual de horas de conforto luminoso (POCI).</p>	<p><b>Condição de referência</b></p> <p>- Propriedades térmicas dos materiais construtivos de acordo com os valores da tabela X (condições de referência) do RTQ-C.</p> <p>- Densidade de potência em iluminação conforme tabela X (condições de referência para xxxxx tipologia) do RTQ-C</p>
	<p><b>Condição real</b></p> <p>- Propriedades térmicas dos materiais construtivos de acordo com o projeto.</p> <p>- Densidade de potência em iluminação conforme projeto.</p>	<p><b>Em ambos modelos</b></p> <p>- Geometria (dimensões, orientação solar) e percentual de abertura na fachada conforme condição real do projeto.</p> <p>- Densidade de ocupação e densidade de equipamentos conforme tabela X (condição de referência) do RTQ-C.</p>
 <p><b>ILUMINAÇÃO</b></p>	<p><b>Condição real</b></p> <p>- Densidade de potência de iluminação conforme projeto.</p> <p>- Densidade de potência em iluminação em uso (quando aplicável), conforme projeto.</p>	<p><b>Condição de referência</b></p> <p>- Densidade de potência em iluminação conforme tabela X (condições de referência) do RTQ-C.</p>
 <p><b>CONDICIONAMENTO DE AR</b></p>	<p><b>Condição real</b></p> <p>- Coeficiente de desempenho (COP) de resfriamento e de aquecimento conforme projeto.</p> <p>- Carga térmica determinada conforme resultados da aplicação do método relativo a envoltória para o projeto edificação.</p>	<p><b>Condição de referência</b></p> <p>- Coeficiente de desempenho (COP) de resfriamento e de aquecimento conforme tabela X (condições de referência) para xxxxx tipologia).</p> <p>- Carga térmica determinada conforme resultados da aplicação do método da relativo a envoltória para condições de referência.</p>
	<p><b>Em ambos modelos</b></p> <p>- Tipo e capacidade do sistema de ar-condicionado de acordo com o projeto do modelo real.</p> <p>- Temperatura de setpoint para resfriamento: 24°C.</p> <p>- Temperatura de setpoint para aquecimento: 20°C.</p>	
 <p><b>ÁGUA QUENTE</b></p>	<p>- Tipo e capacidade do sistema de aquecimento de água de acordo com projeto do modelo real.</p>	<p>- Temperatura de uso de água quente conforme tabela A (condições de referência para tipologia xxxxx) do RTQ-C.</p>
 <p><b>GERAÇÃO</b></p>	<p>- Tipo de energia renovável utilizada: ex. fotovoltaica.</p> <p>- Características e quantidade de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura, segundo projeto do sistema fotovoltaico.</p>	<p>- Estimativa da geração local de energia segundo laudo técnico do projetista.</p>
 <p><b>USO RACIONAL DA ÁGUA</b></p>	<p><b>Condição real</b></p> <p>- Vazão de dispositivos considerando eventuais equipamentos economizadores conforme projeto.</p> <p>- Estimativa da oferta de água pluvial conforme laudo técnico do projetista.</p>	<p><b>Condição de referência</b></p> <p>- Vazão de dispositivos conforme tabela X (condições de referência)</p> <p>- Vazão de dispositivos conforme tabela X (condições de referência)</p>
		<p><b>Em ambos modelos</b></p> <p>- Número de dispositivos conforme projeto da edificação real.</p> <p>- Padrão de uso de dispositivos de acordo com a tabela X e Y (condições de referência para tipologia xxxxx) do RTQ-C.</p> <p>- Densidade de ocupação conforme tabela X (condições de referência para tipologia xxx) do RTQ-C.</p>



PROCEL



PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

LOGOTIPO DO OIA

Nº REGISTRO DO OIA

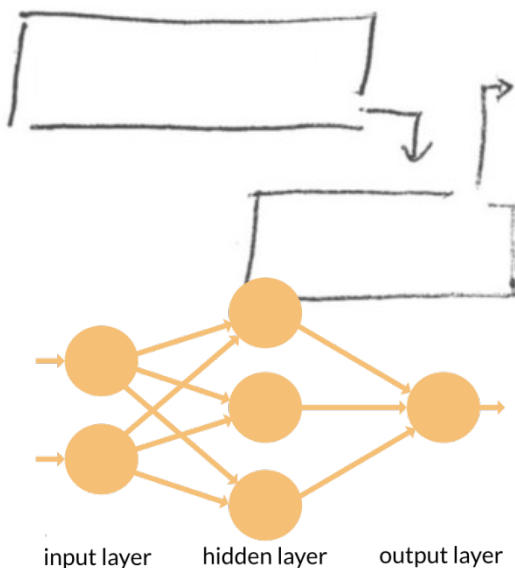
3/3

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.

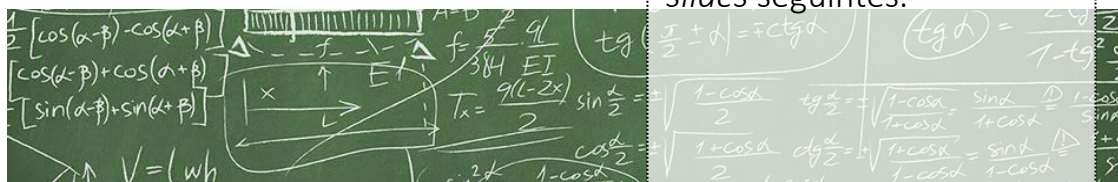


Atualmente a avaliação do consumo energético da edificação pode ser realizada por meio dos **MÉTODOS SIMPLIFICADO** ou de **SIMULAÇÃO**; um método **PRESCRITIVO (com base em um checklist)** também está em desenvolvimento.



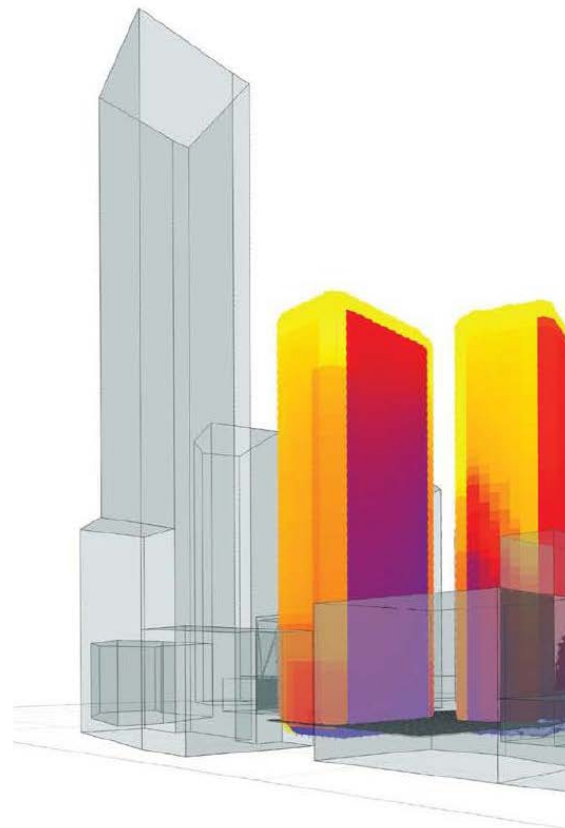
**i**

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.



**i**

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.

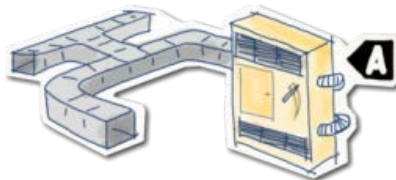
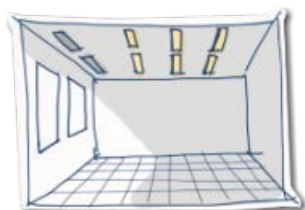


# Diferentes sistemas?

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.

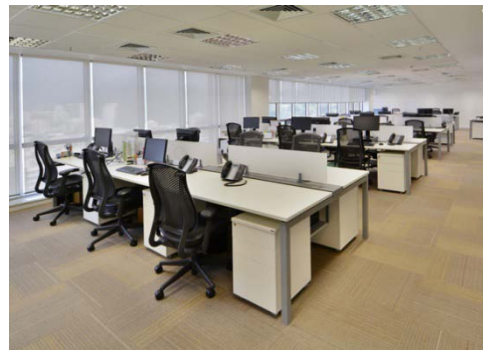
Edificações condicionadas	Envoltória		Sistema de iluminação artificial	Sistema de condicionamento de ar	Sistema de aquecimento de água
	Edificações naturalmente ventiladas	Edificações naturalmente iluminadas			
Método Simplificado	SIM	*	SIM	SIM	SIM
Método Simulação	SIM	*	SIM	SIM	NÃO

\* Métodos em desenvolvimento

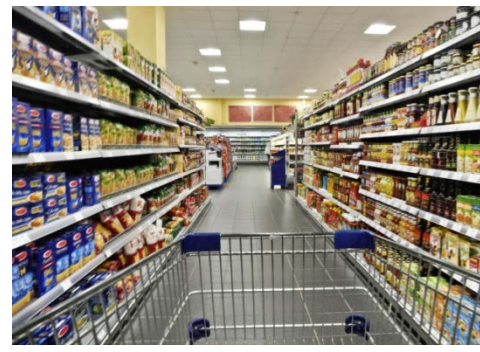


# TIPOLOGIAS AVALIADAS

Uso típico	Edificações de escritórios	
	Condição real	Condição de referência
<b>Geometria</b>		
Forma		Condição real
Orientação solar (°)		Condição real
Pé-direito (piso a teto) (m)		Condição real
<b>Aberturas</b>		
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	50
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0
<b>Componentes construtivos</b>		
Upar - Transmitância da parede externa (W/m <sup>2</sup> K)	Condição real	2,39
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m <sup>2</sup> K)	Condição real	150
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m <sup>2</sup> K)	Condição real	2,06
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m <sup>2</sup> K)	Condição real	233
<b>Vidro</b>		
FS - Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
Uvid - Transmitância do vidro (W/m <sup>2</sup> K)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m <sup>2</sup> K)	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
<b>Iluminação e ganhos</b>		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m <sup>2</sup> ) **	Condição real	14,1***
Ocupação (m <sup>2</sup> /pessoa)	10,0	10,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m <sup>2</sup> )	9,7	9,7
Horas de ocupação (horas)		10
Dias de ocupação (N <sub>ano</sub> )****		260
Condição do piso		Condição real
Condição da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
<b>Condicionamento de ar (refrigeração)</b>		
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

Escritório x +

### 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"/>	Copiar? <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Tipo de zona	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Contato com o solo?	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	Não	Não	Não	Não
Zona sobre pilotis?	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	Não	Não	Não	Não
Possui cobertura exposta?	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Possui isolamento no piso?	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Orientação solar	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



CB3E  
centro brasileiro de eficiência energética em edificações

[http://pbeedifica.com.br/redes/comercial/index\\_with\\_angular.html#](http://pbeedifica.com.br/redes/comercial/index_with_angular.html#)

# CONSUMOS POR FONTE DE ENERGIA

## FONTES DE ENERGIA

Energia elétrica (kWh)

Energia térmica (m<sup>3</sup>)

FONTES DE CONSUMO

Condicionamento de ar – Aquec.

N/A

N/A

Condicionamento de ar - Refrig.

X

X

Aquecimento de água

X

X

Iluminação

X

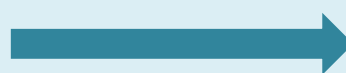
N/A

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

$$\left( \begin{array}{l} \text{Carga térmica} \\ \text{para refrigeração} \\ \\ \text{RESULTADOS} \\ \text{REDES NEURAI} \end{array} \right) - \text{Frio gerado} \\ \text{por cogeração} \div \text{COP} \\ \text{ou SPLV} = \text{CONSUMOS} \\ \text{kWh (energia elétrica)} \\ \text{ou m}^3 \text{ (energia térmica)}$$

## Condicionamento de Ar - Aquecimento

CONSUMO NÃO SIGNIFICATIVO  
PARA A ANÁLISE

## Aquecimento de água

$$\left( \text{Demanda de} \times \text{Energia demandada} - \text{Fração atendida por} \right) = \text{CONSUMO} \\ \text{água quente} \quad \text{para aquecimento} \quad \text{energia térmica solar/} \\ \text{calor rejeitado} \\ \text{kWh (energia elétrica)} \\ \text{ou m}^3 \text{ (energia térmica)}$$

# CONSUMOS POR FONTE DE ENERGIA

Edificações comerciais, de serviço e públicas

## Equipamentos

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

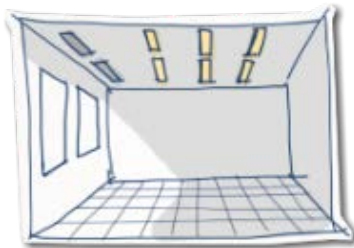
Consumo estimado para equipamentos (kWh)

## 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?

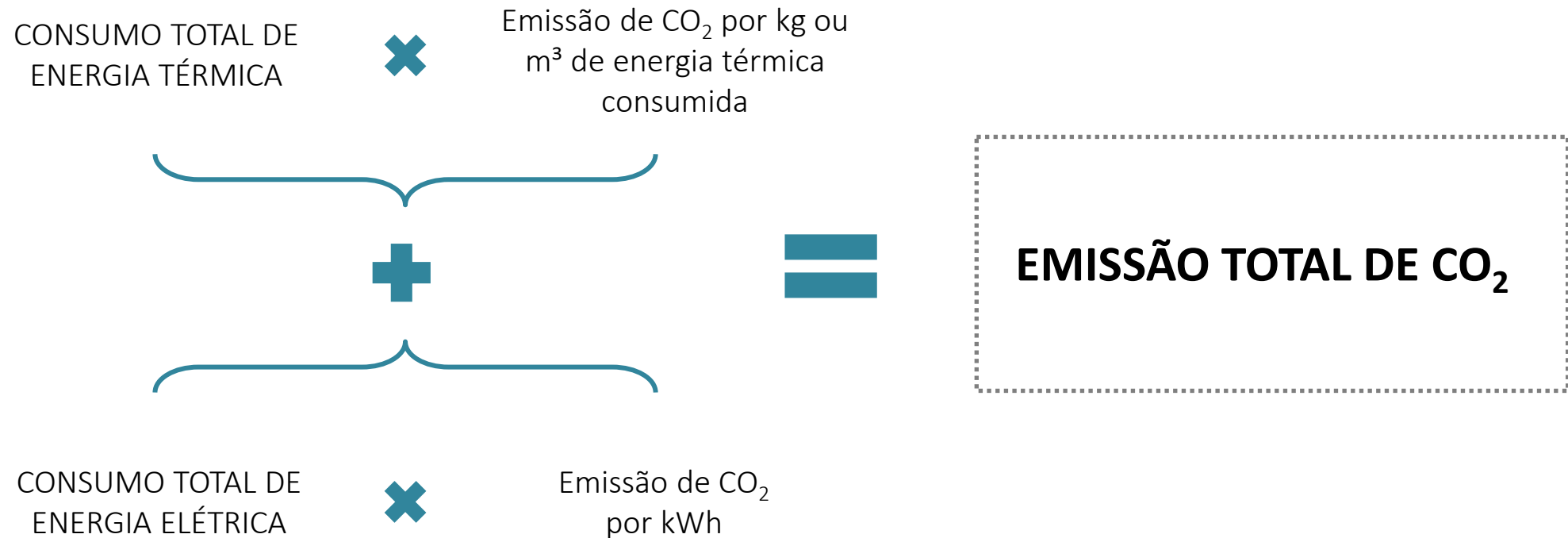
Edificações comerciais, de serviço e públicas





# COMO AVALIAR A EMISSÃO DE CO<sub>2</sub>?

Edificações comerciais, de serviço e públicas



# ENERGIA PRIMÁRIA E CO<sub>2</sub>

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 CO<sub>2</sub>

---

Soma-se:

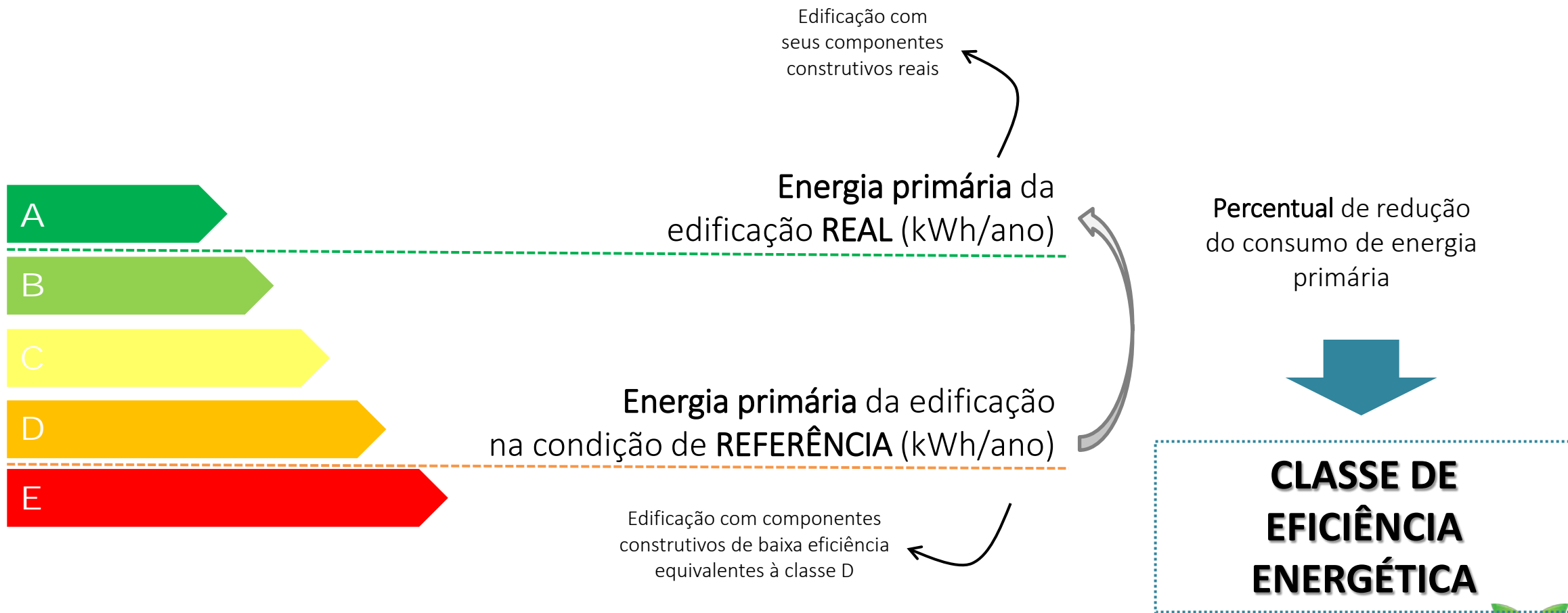
- Emissão de CO<sub>2</sub> proveniente do consumo de energia elétrica
- Emissão de CO<sub>2</sub> proveniente do consumo de energia térmica



INFORMATIVO

# DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE EFICIÊNCIA

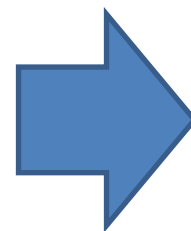
Edificações comerciais, de serviço e públicas



# COEFICIENTE DE REDUÇÃO E CONSUMO

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

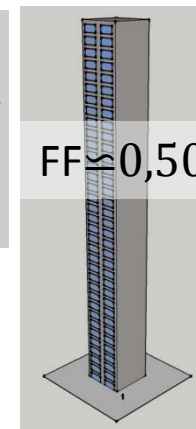
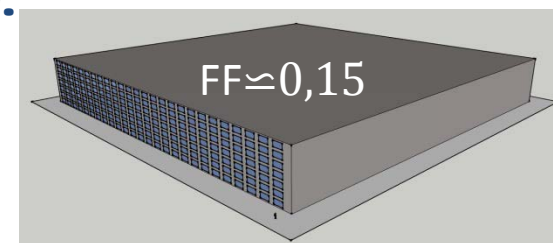
Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A (CRCEP <sub>D-A</sub> )				
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50
GCL 1- A	0,30	0,33	0,35	0,36	0,36
GCL 1- B	0,30	0,32	0,34	0,35	0,36
GCL 2					
GCL 3	0,30	0,32	0,34	0,35	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					
GCL 14	0,30	0,32	0,35	0,36	0,36
GCL 15					
GCL 16	0,29	0,31	0,33	0,34	0,35
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”**

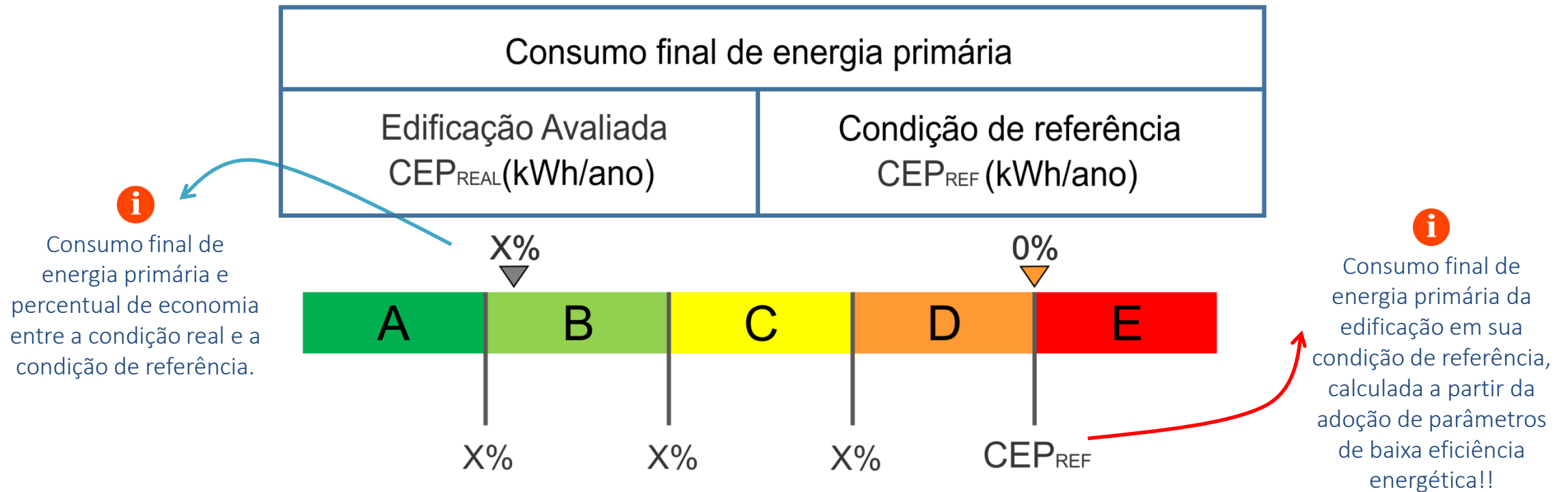
O fator de forma é uma constante de proporcionalidade;  
**RELACIONA A ÁREA SUPERFICIAL E O VOLUME DE UMA EDIFICAÇÃO:**

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



FF é o fator de forma da edificação (m);  
 $A_{env}$  é a área da envoltória (m<sup>2</sup>);  
 $V_{tot}$  é a volume total construída da edificação (m<sup>3</sup>).

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





# CB3E

centro brasileiro de eficiência  
energética em edificações

<http://cb3e.ufsc.br/>

**FIM DESTA PARTE**

---