

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



**CB3E**

centro brasileiro de eficiência  
energética em edificações

# **ESTRUTURA APRESENTAÇÃO**

- 1. Proposta de etiqueta**
- 2. Estrutura da proposta**
- 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética**
- 4. Anexo A: Método simplificado**
  - 1. Envoltória**
  - 2. Iluminação**
  - 3. Condicionamento de Ar**
  - 4. Aquecimento de água**
- 5. Anexo B: Método Simulação**
- 6. Anexo C: Geração local de energia**
- 7. Anexo D: Uso Racional da água**
- 8. Anexo E: Emissão de CO<sub>2</sub>**

  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência  
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

**Proposta em desenvolvimento de métodos para avaliação da  
eficiência energética**

Edificações Comerciais  
Versão 01

**Núcleo Comercial**

Florianópolis, dezembro de 2016

LabEEE

PROCEL  
EDIFICA

Eletrobras

FEESC

# Edificações Comerciais

## Estrutura e Conteúdo

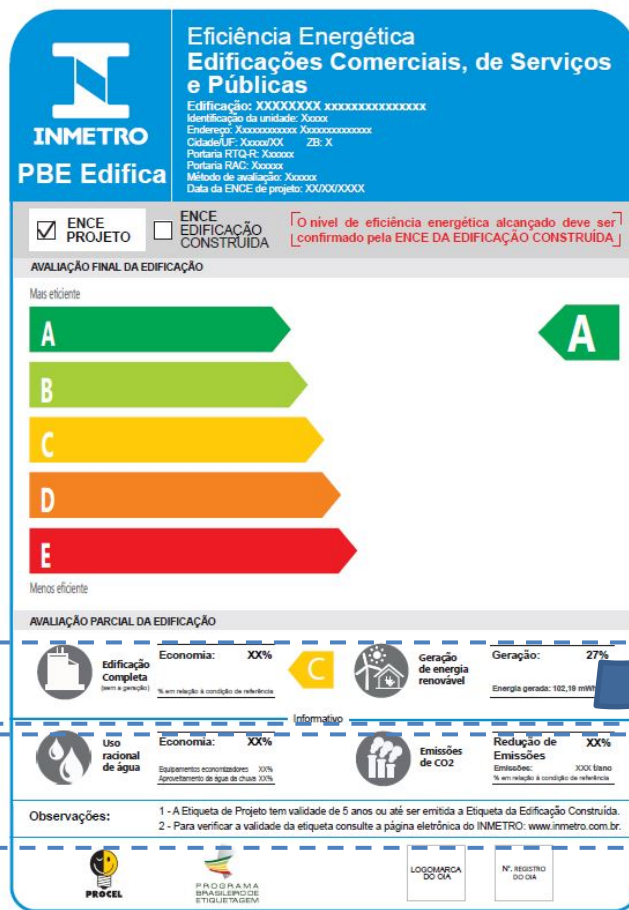


CB3E

centro brasileiro de eficiência  
energética em edificações

# 1. Proposta de etiqueta

## ENCE nova



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



Classe D fixa ao longo do tempo.



Avaliação da edificação

Sem geração

Indicadores de uso racional de água.

Informativo (%)

Classificação considerando eficiência energética da edificação e geração local.



Geração de energia renovável local

Emissões de CO2

Informativo (%)  
Referência independente da referência de classificação.

## Eficiência Energética

### Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edificação: XXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX  
Identificação da unidade: XXXXX XXX

---

**AVALIAÇÃO PARCIAL DOS SISTEMAS DA EDIFICAÇÃO**

	<p><b>Envoltória</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Condicionada</b> Resfriamento</p> <p>Carga térmica real 415,355,86 kWh/ano Carga térmica referência 665,304,89 kWh/ano</p> <p><b>A</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Ventilada Naturalmente</b></p> <p>Percentual de horas atendidas por ventilação natural (% de horas ocupadas)</p> <p><b>A</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Aquecimento</b></p> <p>Carga térmica real 5.021,69 kWh/ano Carga térmica referência 5.779,13 kWh/ano</p> <p><b>E</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Iluminada Naturalmente</b></p> <p>Percentual de horas atendidas por iluminação natural (% de horas ocupadas)</p> <p><b>A</b></p> </div> </div>	<b>A</b>
--	---	----------

---

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

---

**AVALIAÇÃO DA EDIFICAÇÃO COMPLETA**

	<p><b>Edificação completa</b> (sem geração)</p> <p><b>XXX% de economia em relação à condição de referência</b></p> <p>Energia primária <b>XXX kWh/ano</b></p> <p>Energia elétrica <b>XXX kWh/ano</b> (ou XXXX kWh/mês)</p> <p>Energia térmica <b>XXX m³/ano</b> (ou XXXX m³/mês)</p> <p>Simplificado</p>	<b>A</b>
--	--	----------

---

**CARGA MÉDIA ESTIMADA DE EQUIPAMENTOS**

Tipologias da edificação	Área (m²)	Padrão de uso (horas ocupadas)	Ocupação (Pessoa/m²)	Equipamentos (W/m²)	Iluminação (W/m²)
Tipologia 1 x,x kWh/ano	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x
Tipologia 2 x,x kWh/ano	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x
Tipologia 3 x,x kWh/ano	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x
Tipologia 4 x,x kWh/ano	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x

LOGOMARCA DO DIA

Nº. REGISTRO DO DIA

2

## Eficiência Energética

### Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edificação: XXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX  
Identificação da unidade: XXXXX XXX

---

**CONDIÇÃO DE AVALIAÇÃO**

**ENVOLTÓRIA**

<p></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposição da carga térmica.</li> <li>- Exposição do Percentual de horas de conforto térmico (POCT).</li> <li>- Exposição do Percentual de horas de conforto luminoso (POCL).</li> <li>- Variação do consumo conforme Zona Bioclimática (falha de consumo).</li> </ul> <p><b>Condição real</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propriedades térmicas dos materiais construtivos de acordo com o projeto.</li> <li>- Densidade de potência em iluminação conforme projeto.</li> </ul>	<p><b>Condição de referência</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propriedades térmicas dos materiais construtivos de acordo com os valores da Tabela X (Condições de referência) do RTQ-C.</li> <li>- Densidade de potência em iluminação conforme Tabela X (Condições de referência para Escritórios) do RTQ-C.</li> </ul> <p><b>Em ambos modelos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geometria (dimensões, orientação solar) e percentual de abertura na fachada conforme condição real do projeto.</li> <li>- Densidade de ocupação e densidade de equipamentos conforme Tabela X (Condições de referência) do RTQ-C.</li> </ul>
---	---

---

**ILUMINAÇÃO**

<p></p> <p><b>Condição real</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidade de potência em iluminação conforme projeto.</li> <li>- Densidade de potência em iluminação em uso (quando aplicável), conforme projeto.</li> </ul>	<p><b>Condição de referência</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidade de potência em iluminação conforme Tabela X (Condições de referência) do RTQ-C.</li> </ul>
---	--

---

**CONDICIONAMENTO DE AR**

<p></p> <p><b>Condição real</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coeficiente de desempenho (COP) de resfriamento e de aquecimento conforme projeto.</li> <li>- Carga térmica determinada conforme resultados da aplicação do método da Envoltória para o projeto real da edificação.</li> </ul>	<p><b>Condição de referência</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coeficiente de desempenho (COP) de resfriamento e de aquecimento conforme Tabela X (Condições de referência para escritórios).</li> <li>- Carga térmica determinada conforme resultados da aplicação do método da Envoltória para condições de referência.</li> </ul> <p><b>Em ambos modelos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo e capacidade do sistema de ar-condicionado de acordo com o projeto do modelo real.</li> <li>- Temperatura de setpoint para resfriamento: 24°C.</li> <li>- Temperatura de setpoint para aquecimento: 18°C.</li> </ul>
---	---

---

**ÁGUA QUENTE**

<p></p> <p><b>Condição real</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo e capacidade do sistema de aquecimento de água de acordo com projeto do modelo real.</li> </ul>	<p><b>Condição de referência</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura de uso de água quente conforme Tabela A (Condições de referência para Escritórios) do RTQ-C.</li> </ul>
---	---

---

**GERAÇÃO**

<p></p> <p><b>Condição real</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de energia renovável utilizada: Fotovoltaica.</li> <li>- Características e quantidade de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura, segundo projeto do sistema fotovoltaico.</li> </ul>	<p><b>Condição de referência</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimativa da geração local de energia segundo laudo técnico do projetista.</li> </ul>
---	--

---

**USO RACIONAL DA ÁGUA**

<p></p> <p><b>Condição real</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vazão de dispositivos considerando eventuais equipamentos economizadores conforme projeto.</li> <li>- Estimativa da oferta de água pluvial conforme laudo técnico do projetista.</li> </ul>	<p><b>Condição de referência</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vazão de dispositivos conforme Tabela Y-1 (Condições de referência para Escritórios) do RTQ-C.</li> </ul> <p><b>Em ambos modelos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de dispositivos conforme projeto da edificação real.</li> <li>- Padrão de uso de dispositivos de acordo com Tabela Y-2 e Y-3 (Condições de referência para Escritórios) do RTQ-C.</li> <li>- Densidade de ocupação conforme Tabela X (Condições de referência para Escritórios) do RTQ-C.</li> </ul>
--	---

LOGOMARCA DO DIA

Nº. REGISTRO DO DIA

3

## 2. Estrutura da proposta

### Corpo da proposta Introdução e Procedimento de determinação da eficiência

**Introdução:** objetivo, escopo, siglas; doc. complementares; e definições.

**Procedimento de determinação da eficiência:** métodos e respectivos escopos; combinações de diferentes formas de avaliação; equações para a determinação da eficiência; fatores de conversão energia primária; escala de desempenho; e condições de referência.



### Anexo A Método Simplificado

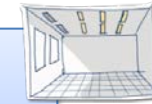


Conversão das avaliações parciais em consumo. Geração de energia renovável no sítio.



#### Anexo A.I Envoltória

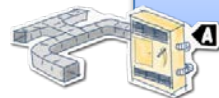
#### Anexo A.II Iluminação



1. Espaços condicionados artificialmente;
2. Espaços ventilados naturalmente; e
3. Espaços iluminados naturalmente.

#### Anexo A.III Sistema de condicionamento de ar

#### Anexo A.IV Sistema de aquecimento de água



### Anexo B Método de Simulação

Mesma condição de referência do método simplificado.

### Anexo C Geração local de energia

Geração de energia renovável.

### Anexo D Uso racional da água

Equipamentos economizadores; e Oferta de água não potável.

### Anexo E Emissões de CO<sub>2</sub>

Fatores de emissão de queima de combustíveis e de geração de eletricidade.

### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

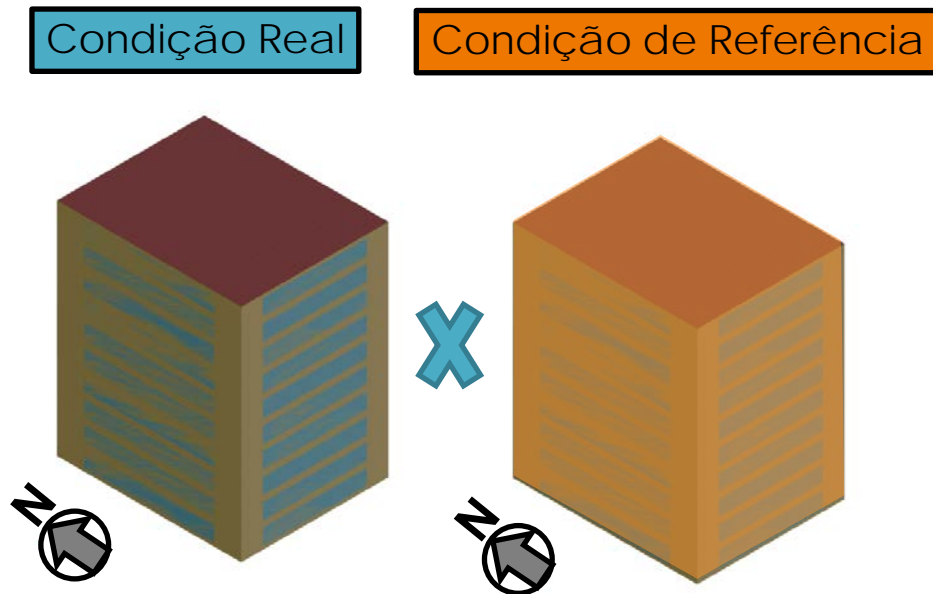
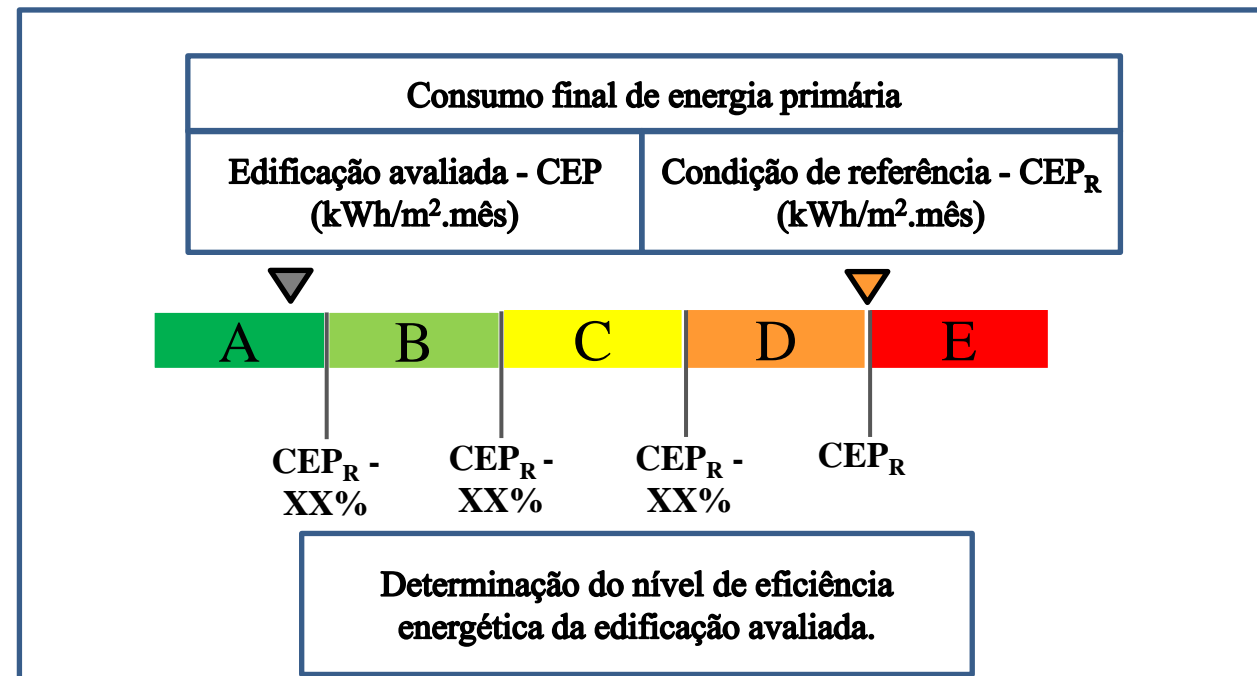


Figura 2: Escala para definição da eficiência da edificação



### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

Equação para Conversão em energia Primária

$$CEP = \sum(CTE_E * fc_E) + \sum(CTE_T * fc_T)$$

Eq.1

Onde:

CEP - Consumo de Energia Primária da edificação avaliada (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CTE<sub>E</sub> - Consumo Total de Energia Elétrica da edificação avaliada (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CTE<sub>T</sub> - Consumo Total de Energia Térmica da edificação avaliada (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

fc - Fator de conversão de energia elétrica (fc<sub>E</sub>) ou térmica (fc<sub>T</sub>) em energia primária correspondente ao tipo de energia utilizada.

**Tabela 3: Fatores de conversão de energia elétrica e gás em energia primária**

Fonte de energia	Fator de conversão
Eletricidade	1,5
Gás Natural	1,1
GLP	1,1



### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

#### Equação Energia Elétrica

$$CTE_E = CIL + CCA_E + CAQ_E + CEQ - GE_E$$

Eq.2

Onde:

**CTE<sub>E</sub>** – Consumo Total de Energia Elétrica (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CIL – Consumo do Sistema de Iluminação (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CCA<sub>E</sub> – Consumo de energia elétrica do sistema de condicionamento de ar (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CAQ<sub>E</sub> – Consumo do sistema de aquecimento de água - energia elétrica (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CEQ – Consumo de equipamentos/tomadas (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

GE<sub>E</sub> – Geração de energia elétrica (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

#### Equação Energia Térmica

$$CTE_T = CCA_T + CAQ_T$$

Eq.3

Onde:

**CTE<sub>T</sub>** - Consumo Total de Energia Térmica (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CCA<sub>T</sub> - Consumo de energia térmica do sistema de condicionamento de ar (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

CAQ<sub>T</sub> - Consumo de energia térmica do sistema de aquecimento de água (kWh/m<sup>2</sup>.ano)

### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

Energia elétrica

$$CTE_E = CCA_E + CIL + CAQ_E + CEQ - GE_E$$



Fator de conversão

Energia térmica

$$CTE_T = CCA_T + CAQ_T$$



Fator de conversão

Energia primária

$$CEP = CTE_{Ep} + CTE_{Tp}$$

Consumo total de energia primária

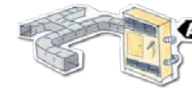
Condição Real

Condição de Referência  
(D)

### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

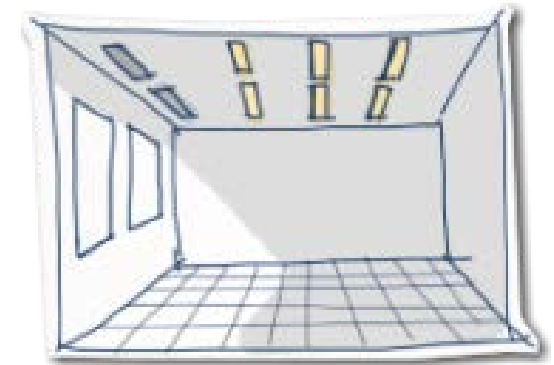
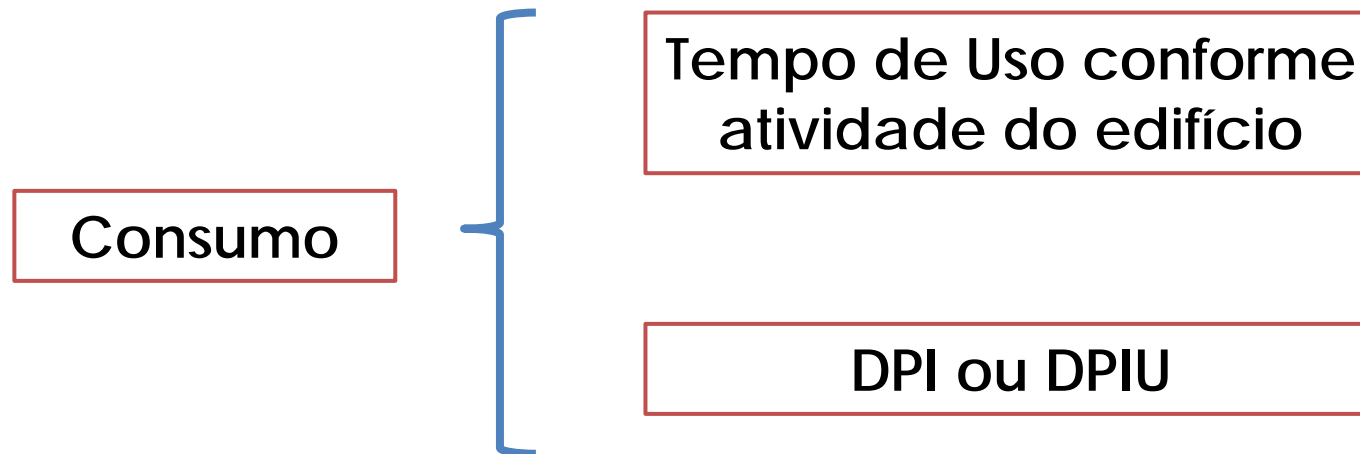
#### Determinação dos consumos

- Consumo do Sistema de Iluminação
- Consumo do Sistema de Condicionamento de Ar
- Consumo do Sistema de Aquecimento de Água
- Consumo de Equipamentos
- Geração



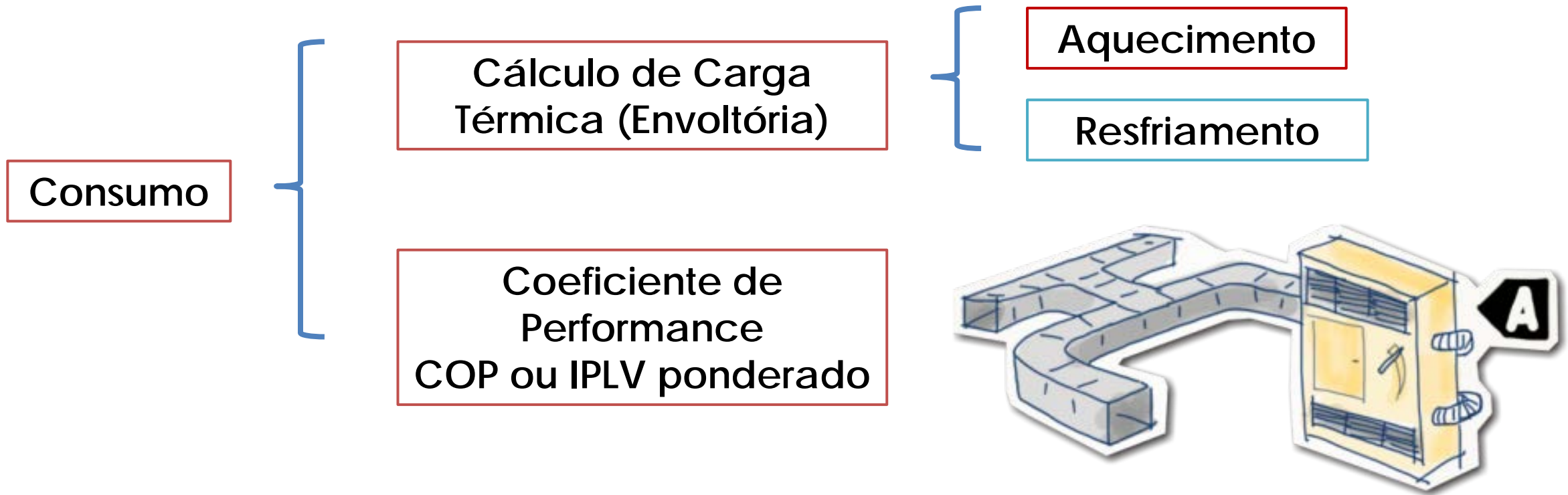
### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

Determinação dos consumos – Sistema de iluminação



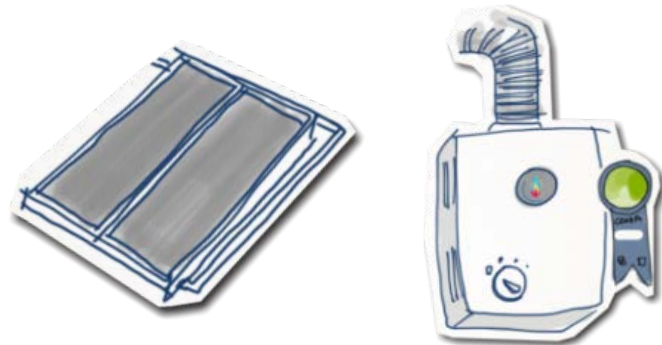
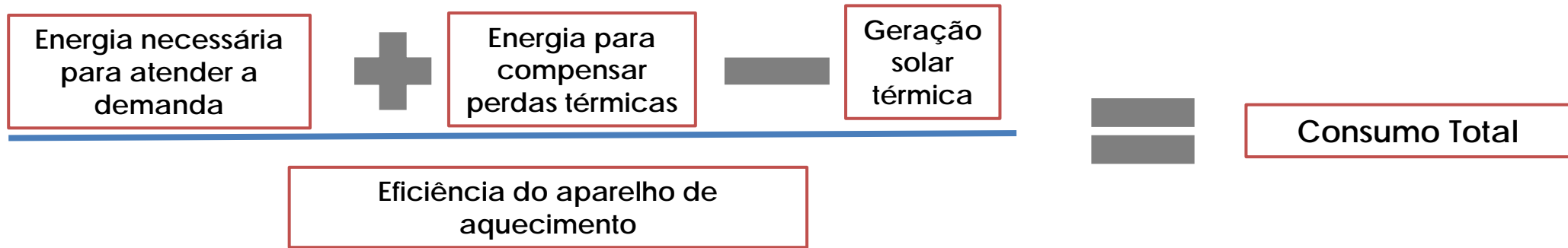
### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

Determinação dos consumos – Sistema de condicionamento de ar



### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

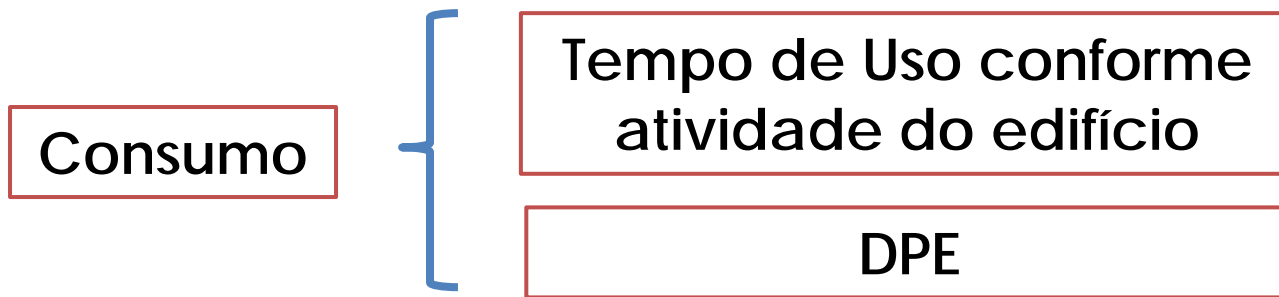
Determinação dos consumos – Sistema de aquecimento de água



### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética



Determinação dos consumos – Equipamentos



#### Consumo de equipamentos/tomadas (CEQ)

Fixo por tipologia e uso da edificação

- Exemplo: Escritórios
- Obtenção de dados: texto da proposta
- Entradas: densidade de potência instalada, área e tempo de uso
- Saída: **Consumo (kWh/ano)**

### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

Determinação dos consumos – Geração local de energia



Quantidade de energia gerada por fontes renováveis

Laudo técnico



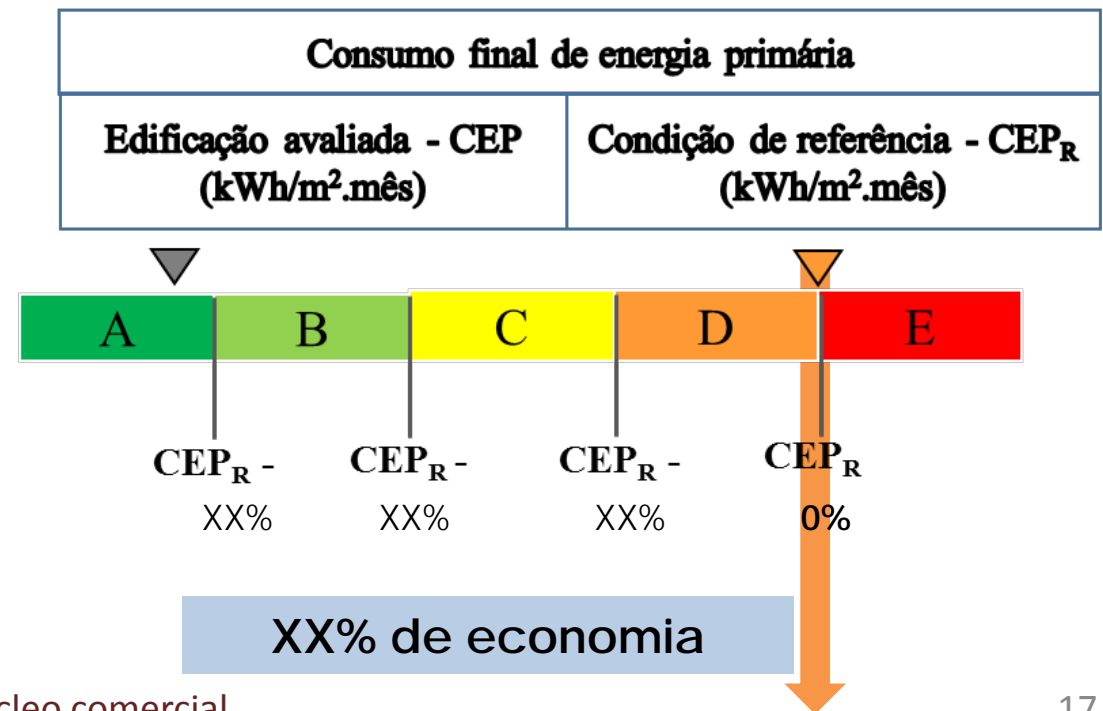
Energia (Elétrica)		MODELO
Fabricante	RENKING	RENKING
Marca	RECH	RECH
Modelo	EYP250P	EYP250P
Maia eficiente		<b>A</b>
Menos eficiente		
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)</b>		<b>15,4</b>
Área Externa do Módulo (m <sup>2</sup> )	1,63	
Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)	31,25	
Produção por Unidade Produzida (kWh)	250,00	
<small>Reservados todos os direitos. Não é permitido o uso não autorizado sem a autorização expressa da RENKING. Para mais informações, consulte o site: <a href="http://www.renking.com">www.renking.com</a></small>		
<small>APROVANTE: A MARCAÇÃO DESTA ETIQUETA APÓS DA VENDA DEVE EM DEACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</small>		



### 3. Procedimentos para a determinação da eficiência energética

#### Classificação Final da Edificação

- Comparação do Consumo Total da edificação, em energia primária, com o Consumo Total da condição de referência.
- Classificação de acordo com a porcentagem de economia de energia.

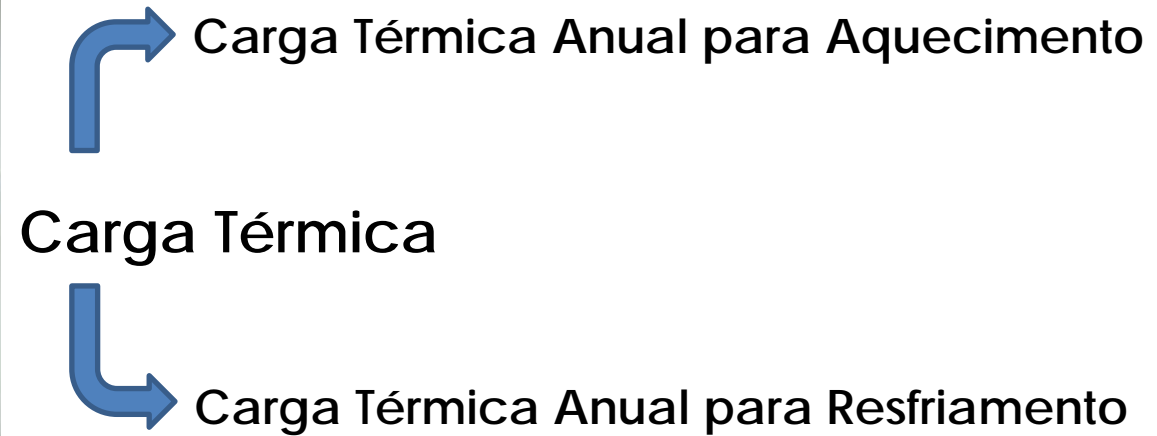


## 4. Anexo A: Método simplificado

1. Envoltória
2. Iluminação
3. Condicionamento de Ar
4. Aquecimento de água



## 4.1 Envoltória



# 4.1 Envoltória

## 4.1.1 ESPAÇOS CONDICIONADOS ARTIFICIALMENTE

- Avaliação através da carga térmica da envoltória:  $CT_{RT}$ 
  - Obtenção dos dados através do projeto arquitetônico
  - Entradas: informações arquitetônicas das zonas térmicas
  - Saída: **Carga Térmica anual (kWh/ano)** (aquecimento e resfriamento)

Etapas da determinação da eficiência:

1. **Primeiro passo:** definição do uso dos espaços;
2. **Segundo Passo:** divisão da edificação em zonas térmicas e cálculo das áreas;
3. **Terceiro passo:** determinação dos parâmetros de entrada da edificação real por zona térmica;
4. **Quarto passo:** definição das zonas de aproveitamento da iluminação natural por pavimento (opcional);
5. **Quinto passo:** determinação da densidade de carga térmica para resfriamento e aquecimento;
6. **Sexto passo:** cálculo da carga térmica anual de resfriamento e aquecimento;
7. **Sétimo passo:** determinação da eficiência da envoltória a partir da escala de carga térmica.

# 4.1 Envoltória

## Primeiro passo: Definição do uso dos espaços:

Espaços devem ser divididos pelo seu principal uso, de acordo com as atividades desenvolvidas na edificação, separando-se ainda as áreas condicionadas das áreas não condicionadas artificialmente.

## Segundo Passo: Divisão das zonas térmicas (ZT):

As zonas térmicas devem ser divididas de acordo com os parâmetros que as definem.

- Localização da ZT (perimetral ou interna);
- Orientação solar;
- Densidade de potência de iluminação (DPI ou DPIU);
- Densidade de potência de equipamentos (DPE);
- Densidade de pessoas;
- Horas de ocupação e proximidade com o exterior (zonas internas ou perimetrais).



# 4.1 Envoltória

## Terceiro passo: Parâmetros de entrada para determinação da carga interna da edificação:

Se referem às propriedades térmicas e geométricas da envoltória, e determinam a carga interna de refrigeração ( $CT_R$ ) e de aquecimento ( $CT_A$ ) nos espaços condicionados artificialmente. A determinação destes parâmetros ocorre por meio da ponderação entre a área da superfície considerada (envoltória), e a zona térmica de análise.

- Capacidade térmica das paredes externas ( $CT_{par}$ );
- Capacidade térmica da cobertura ( $CT_{cob}$ );
- Absortância ( $\alpha$ ) e transmitância térmica ( $U$ ) das paredes e cobertura;
- Fator solar (FS) e transmitância térmica ( $U$ ) dos vidros;
- Pé-direito da zona térmica;
- Percentual de abertura das fachadas (PAF);
- Ângulo horizontal (AHS) e vertical (AVS) de sombreamento;
- Ângulo de obstrução vertical (AOV);
- Situação e isolamento do piso, e situação da cobertura.

### Percentual de Abertura Zenital (PAZ):

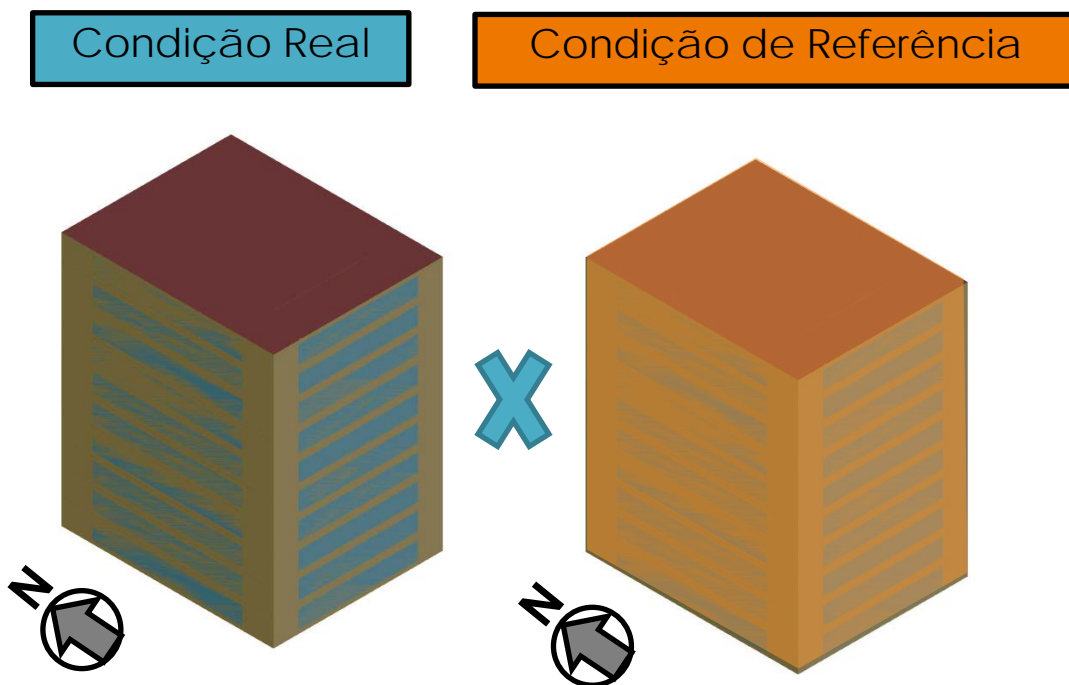
A edificação deve atender ao fator solar máximo do vidro ou do sistema de abertura para os respectivos valores PAZ (percentual de abertura zenital) apresentados na Tabela AI.1. Para edificações com PAZ superior a 5%, deve-se utilizar a simulação computacional.

**Tabela AI. -1:** Limites de fator solar de vidros e de percentual de abertura zenital para coberturas.

PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
FS	0,87	0,67	0,52	0,30

## 4.1 Envoltória

**Terceiro passo:** determinação dos parâmetros de entrada da edificação real por zona térmica:



Parâmetros a serem adotados

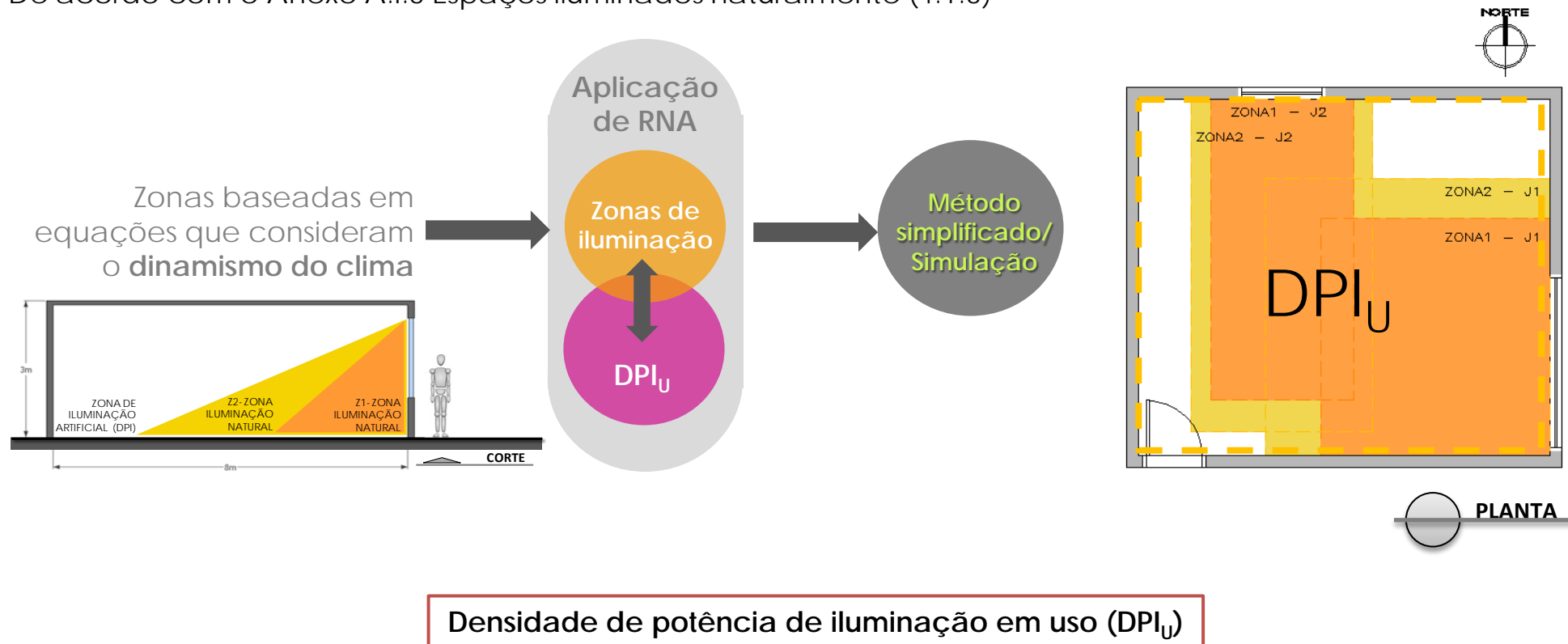
\*No caso da não avaliação do sistema de iluminação, adotar a DPI de referência.

Uso típico: Escritórios	Condição real	Condição de referência
<b>Geometria</b>		
Forma	condição real	Idem à condição real
Orientação solar (°)	condição real	Idem à condição real
Pé-direito (piso a piso) (m)	condição real	Idem à condição real
<b>Aberturas</b>		
PAF	condição real	50%
PAZ	condição real	0%
<b>Componentes Construtivos</b>		
Transmitância da parede externa (U)	condição real	2,46W/m <sup>2</sup> K
Absortância da parede (α)	condição real	0,50
Capacidade térmica da parede (CTpar)	condição real	150 kJ/m <sup>2</sup> K
Transmitância da cobertura (U)	condição real	2,06W/m <sup>2</sup> K
Absortância da cobertura (α)	condição real	0,80
Capacidade térmica da cobertura (CTcob)	condição real	220 kJ/m <sup>2</sup> K
FS – Fator solar do vidro	condição real	0,82
UVID - transmitância do vidro	condição real	5.7
AHS - ângulo horizontal de sombreamento (°)	condição real	0
AVS - ângulo vertical de sombreamento (°)	condição real	0
AOV - ângulo de obstrução vizinha (°)	condição real	0
<b>Iluminação e ganhos</b>		
Densidade de Potência - iluminação (W/m <sup>2</sup> )	condição real*	14,10
Densidade de ocupação (m <sup>2</sup> /pessoa)	12,00	12,00
Densidade de Potência - equipamentos (W/m <sup>2</sup> )	9,70	9,70
Horas de ocupação	10 horas	10 horas
Situação do piso	condição real	Idem à condição real
Situação da cobertura	condição real	Idem à condição real
Isolamento do piso	condição real	Sem isolamento
<b>Condicionamento de ar (Refrigeração)</b>		
COP (W/W)	condição real	2,60
Temperatura Setpoint (°C)	24,0	24,0
<b>Condicionamento de ar (Aquecimento)</b>		
COP (W/W)	condição real	2,60
Temperatura Setpoint (°C)	18,0	18,0

# 4.1 Envoltória

## Quarto passo: Definição das zonas de aproveitamento da iluminação natural por pavimento (opcional)

De acordo com o Anexo A.I.3 Espaços iluminados naturalmente (4.1.3)





# 4.1 Envoltória

## Quinto passo: Cálculo da densidade de carga térmica para refrigeração e aquecimento (DCT):

Após a inserção dos parâmetros de determinação do consumo da envoltória na interface do metamodelo, serão obtidos por meio das redes neurais artificiais os valores de densidade de carga térmica para aquecimento e refrigeração de cada uma das zonas de análise, em W/m<sup>2</sup>.

The screenshot shows the 'Envoltória' (Envelope) section of the CB3E software. It includes a 'Dados gerais' sidebar with dropdowns for 'Zona Bioclimática' (set to ZB 1), 'Área útil da edificação', 'Geometria', 'Quantidade de zonas' (set to 1), and checkboxes for 'Possui ventilação natural?' (sim) and 'Possui iluminação natural?' (não). The main area is titled 'Dados de entrada' and contains a table for inputting parameters for five zones (Zona 1 to Zona 5). The table has columns for 'AreaÚtil', 'ExpCob', 'AbsCob', 'UCob', 'CICob', 'ExpPis', and 'ParInt'. Each cell contains a dropdown menu or a text input field. A 'Copiar ?' icon is present between the 'ExpCob' and 'AbsCob' rows. Logos for Eletrobras, PROCEL EDIFICA, and PBE EDIFICA are visible at the top right.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
AreaÚtil Área útil	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ExpCob Exposição de cobertura	exposta	exposta	exposta	exposta	exposta
AbsCob Absorção de cobertura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
UCob Transmitância térmica de cobertura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CICob Capacidade térmica de cobertura	leve	leve	leve	leve	leve
ExpPis Exposição de piso	exposto	exposto	exposto	exposto	exposto
ParInt Partição interna	1	1	1	1	1

## 4.1 Envoltória

Sexto passo: **Cálculo da carga térmica de refrigeração e aquecimento ( $CT_R$  e  $CT_A$ ):**

Após a determinação da densidade de carga térmica para refrigeração e aquecimento de cada uma das zonas térmicas de análise, os valores obtidos devem ser transformados em um valor de carga térmica anual para refrigeração e aquecimento de toda a edificação (kWh/ano), seguindo a Equação A.I-3:

$$CT_{(R \text{ ou } A)} = \sum_{i=m}^n (DCT * \text{área } ZT) \quad \text{Eq. A.I-3}$$

## 4.1 Envoltória

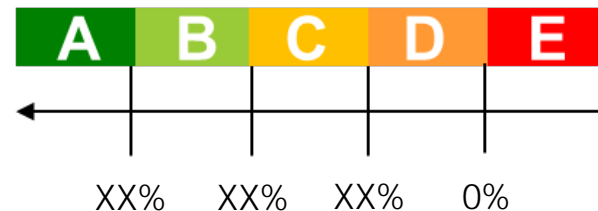
### Sétimo passo: Obtenção do nível de eficiência energética da envoltória:

A carga térmica anual proveniente de todas as zonas analisadas (para refrigeração e/ou aquecimento) devem então ser somadas conforme a equação A.I-4, e o valor total resultante comparado à carga térmica total proveniente da condição de referência D, determinado a partir de parâmetros de baixa eficiência energética apresentados nas Tabelas 4 a 10.

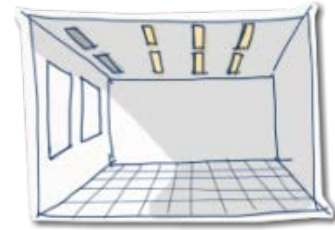
$$CT_T = CT_R + CT_A$$

Eq. A.I-4

Escala para definição da eficiência da envoltória



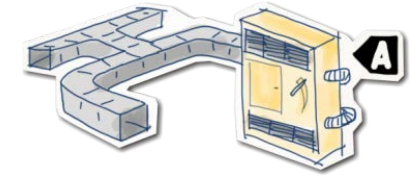
## 4.2 Sistemas de Iluminação



### Avaliação através da potência instalada de iluminação: **PI**

- Obtenção dos dados através do projeto luminotécnico
  - Entradas: informações arquitetônicas e do sistema de iluminação
  - Saída: **Potência instalada de iluminação (kWh/ano)**
- 
- Etapas da determinação da eficiência:
    1. **Primeiro passo:** Determinação da(s) atividade(s) do edifício
    2. **Segundo passo:** Escolha do método a ser utilizado: método das áreas ou atividades
    3. **Terceiro passo:** Cálculo das potências limite
    4. **Quarto passo:** Verificação dos pré-requisitos
    5. **Quinto passo:** Ponderação das atividades/classificações (quando necessário)
    6. **Sexto passo:** Determinação da classe de eficiência

## 4.3 Sistema de Condicionamento de ar



Avaliação através da eficiência do aparelho de ar condicionado: **COP/ IPLV ponderado**

- Obtenção dos dados através do projeto de condicionamento de ar
- Entradas: informações arquitetônicas e do sistema de condicionamento de ar
- Saída: **COP/ IPLV ponderado (kWh/ano)**

- Etapas da determinação da eficiência:

Sistemas etiquetados pelo INMETRO

Sistemas não etiquetados pelo INMETRO

Planilha para cálculo do IPLV

Entrada: carga térmica, capacidades e eficiências em cargas parciais equipamentos

Saída: IPLV ponderado

	A	B	C	D	AA	AB	AC	AD	AE	AF	
1	Hora	Carga Térmica Horária (kW)		Carga Horária de Pico (kW)		Capacidade do Chiller 1 (kW)	150,0				
2	1	0,0		297,6		Chiller - Cargas parciais					
3	2	0,0				Eficiência Chiller (kW/kW)	% Carga Total	kW	kWh	Ponderação	
4	3	0,0				5,600	25%	37,5	29691,3	10%	
5	4	0,0				7,500	50%	75,0	70451,1	23%	
6	5	0,0				7,100	75%	112,5	80585,9	27%	
7	6	0,0				6,100	94%	141,0	120640,3	40%	
8	7	0,0				6,000	100%	150,0	-	-	
9	8	0,0				Total				301368,6	100%
10	9	0,0				Coeficiente de Desempenho Ponderado (kW/kW)					6,577
11	10	0,0				Consumo estimado de energia (kWh/mês)					3818,6
12	11	0,0				Capacidade do Chiller 2 (kW)	150,0				
13	12	0,0			Chiller - Cargas parciais						
14	13	0,0			Eficiência Chiller (kW/kW)	% Carga Total	kW	kWh	Ponderação		
15	14	0,0			5,600	25%	37,5	29691,3	10%		
16	15	0,0			7,500	50%	75,0	70451,1	23%		
17	16	0,0			7,100	75%	112,5	80585,9	27%		
18	17	0,0			6,100	94%	141,0	120640,3	40%		
19	18	0,0			6,000	100%	150,0	-	-		
20	19	0,0			Total				301368,6	100%	
21	20	0,0			Coeficiente de Desempenho Ponderado (kW/kW)					6,577	
22	21	0,0			Consumo estimado de energia (kWh/mês)					3818,6	

## 4.3 Sistema de Condicionamento de ar

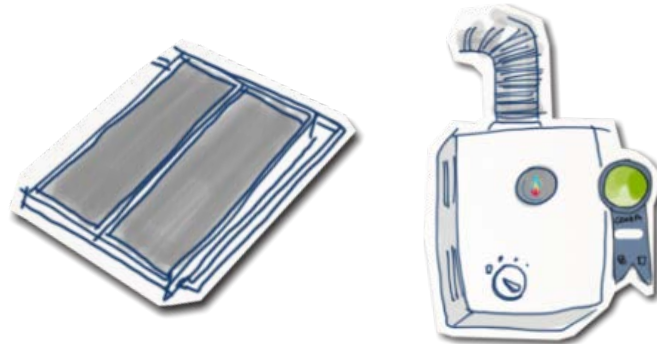
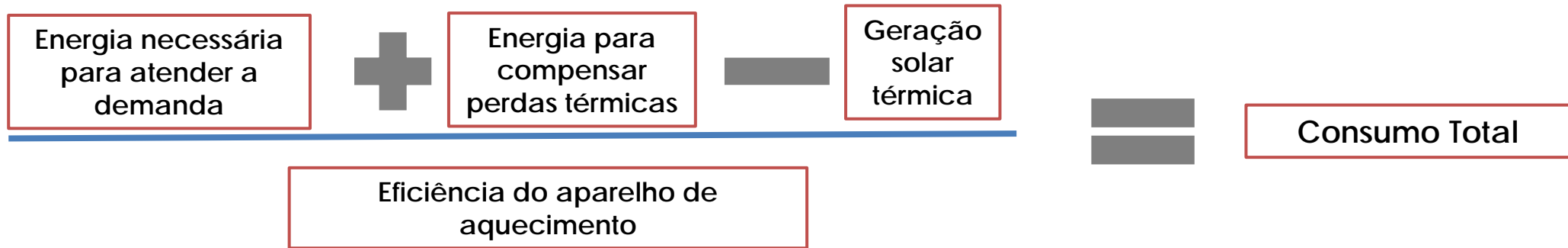
Etapas da determinação da eficiência:

- **SISTEMAS ETIQUETADOS PELO INMETRO:** Aparelhos de janela e/ou Split
  1. **Primeiro passo:** consulta às tabelas do **INMETRO**
  2. **Segundo passo:** verificação do **requisito de isolamento de tubulações**
  3. **Terceiro passo:** ponderação pela capacidade dos sistemas/ classificações (quando necessário)
  4. **Quarto passo:** determinação da classe de eficiência
  
- **SISTEMAS NÃO ETIQUETADOS PELO INMETRO:**
  1. **Primeiro passo:** consulta às tabelas do **RTQ-C (baseadas na ASHRAE 90.1)**
  2. **Segundo passo:** verificação dos **requisitos para nível A**
  3. **Terceiro passo:** ponderação pela capacidade dos sistemas/ classificações (quando necessário)
  4. **Quarto passo:** determinação da classe de eficiência

## 4.4 Sistema de Aquecimento de água



- Determinação do consumo de energia em aquecimento de água



## 4.4 Sistema de Aquecimento de água

- Avaliação através do consumo de energia térmica/elétrica do sistema de aquecimento de água :  $CAQ_{T/E}$ 
  - Entradas: consumo de água quente, comprimento da tubulação e eficiência dos aparelhos
  - Saída: Consumo de energia térmica (gás)/eletricidade (kWh/ano)

Etapas da determinação da eficiência:

1. **Primeiro passo:** definição da tipologia e consumo de água quente (Tabelas);
2. **Segundo Passo:** cálculo da energia necessária para atender a demanda de água quente;
3. **Terceiro passo:** cálculo das perdas de energia na distribuição da água;
4. **Quarto passo:** determinação do consumo de energia primária em aquecimento de água da edificação real (equipamentos reais);
5. **Quinto passo:** determinação do consumo de energia primária em aquecimento de água do modelo de referência (equipamento: resistência elétrica);
6. **Sexto passo:** classificação do sistema a partir de comparação da condição real com a condição de referência.



# 5. Anexo B: Método Simulação

## ESCOPO

O método de avaliação da eficiência energética de uma edificação através da simulação computacional poderá ser utilizado para avaliar edificações condicionadas artificialmente ou não condicionadas.

O método de avaliação da eficiência energética de uma edificação através da simulação computacional poderá ser utilizado para todos os tipos de construções novas e projetos de renovações.

O método da simulação compara o desempenho do edifício proposto (real) com condições de referência. Portanto, deve-se construir para a avaliação: um modelo representando a edificação real (de acordo com o projeto sob avaliação) e um modelo de referência.

O nível de eficiência energética final será determinado de acordo com a porcentagem da redução de consumo de energia do projeto sob avaliação com relação ao consumo de energia do modelo de referência.

## 5. Anexo C: Geração local de energia

### ESCOPO

A edificação pode ser avaliada no tocante a sistemas de geração local de energia através do uso de fontes de energia renováveis.

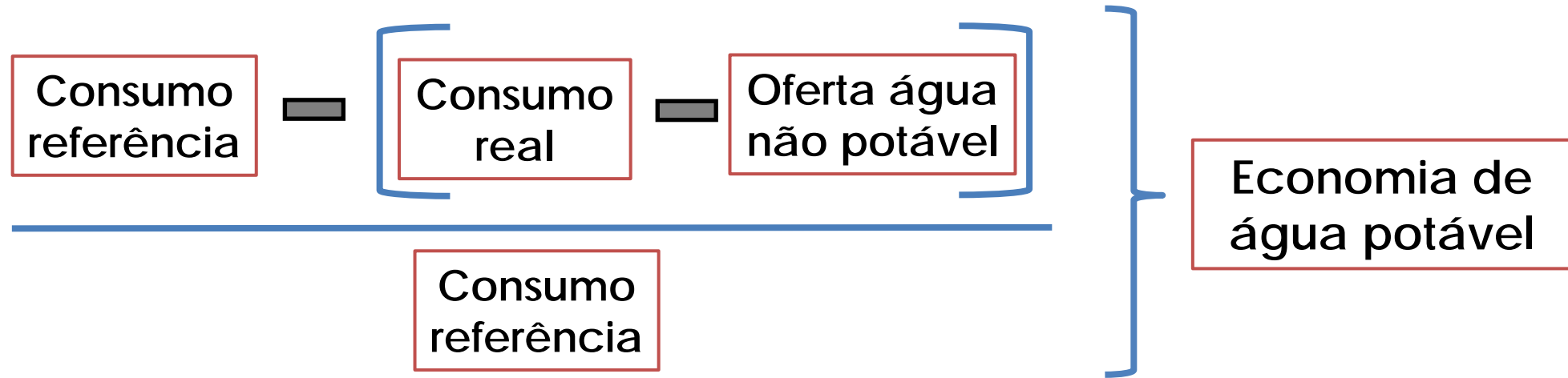
O uso destes sistemas deve proporcionar uma economia no consumo anual de energia elétrica da edificação.

A geração local de energia deve ser feita por uma ou mais das seguintes fontes de energias renováveis: hídrica, solar, biomassa, eólica e cogeração qualificada.

O anexo apresenta a descrição do cálculo para definição do potencial de geração de energia e demais critérios de avaliação.

A geração local de energia renovável é considerada nos cálculos de consumo de energia da edificação avaliada.

## 5. Anexo D: Uso racional de água



Adaptado do método do LEED v.4/ em alinhamento com avaliação do sistema de aquecimento de água



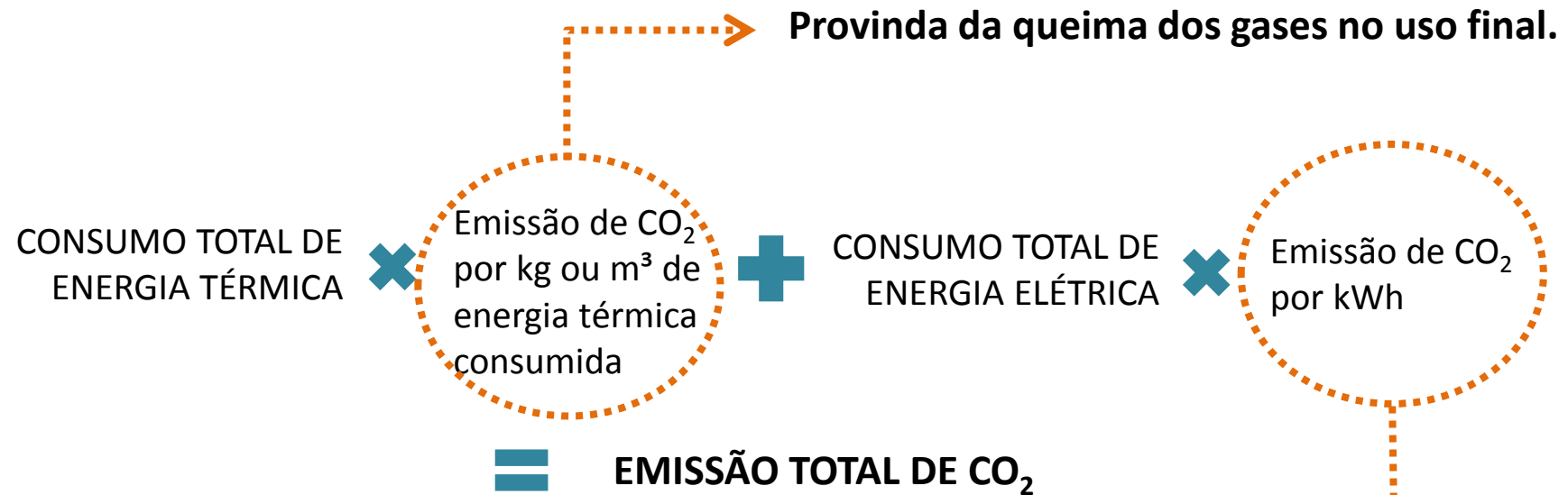
## 5. Anexo D: Uso racional de água

- Economia de água potável:  $ET_{AGUA}$ 
  - Necessária a obtenção dos dados dos equipamentos economizadores e sistemas de uso racional de água;
  - **Caráter informativo** e não altera a classificação.

Etapas da determinação da eficiência:

1. **Primeiro passo:** Definição da tipologia e do número de usuários da edificação;
2. **Segundo passo:** Determinar o consumo anual de água segundo um modelo de referência (CAref) utilizando um padrão de uso e de ocupação;
3. **Terceiro Passo:** Determinar o consumo anual de água na edificação real (CAreal) considerando os sistemas de economia;
4. **Quarto passo:** Determinar a oferta anual de água não potável (OAnãopotável) proporcionada por sistemas de uso racional, quando existentes;
5. **Quinto passo:** cálculo da economia de água gerada pela fórmula abaixo indicada.

## 5. Anexo E: Emissão de CO<sub>2</sub>



Avaliação de caráter informativo

Base de dados: relatório anual do MCTI.

**OBRIGADO!**



**CB3E**

centro brasileiro de eficiência  
energética em edificações

[www.cb3e.ufsc.br](http://www.cb3e.ufsc.br)

[www.pbeedifica.com.br](http://www.pbeedifica.com.br)