

**Reglamentación para Etiquetado Voluntario de  
Nivel de Eficiencia Energética de Edificios  
Comerciales y Públicos  
Ley de Eficiencia Energética**

**Roberto Lamberts**



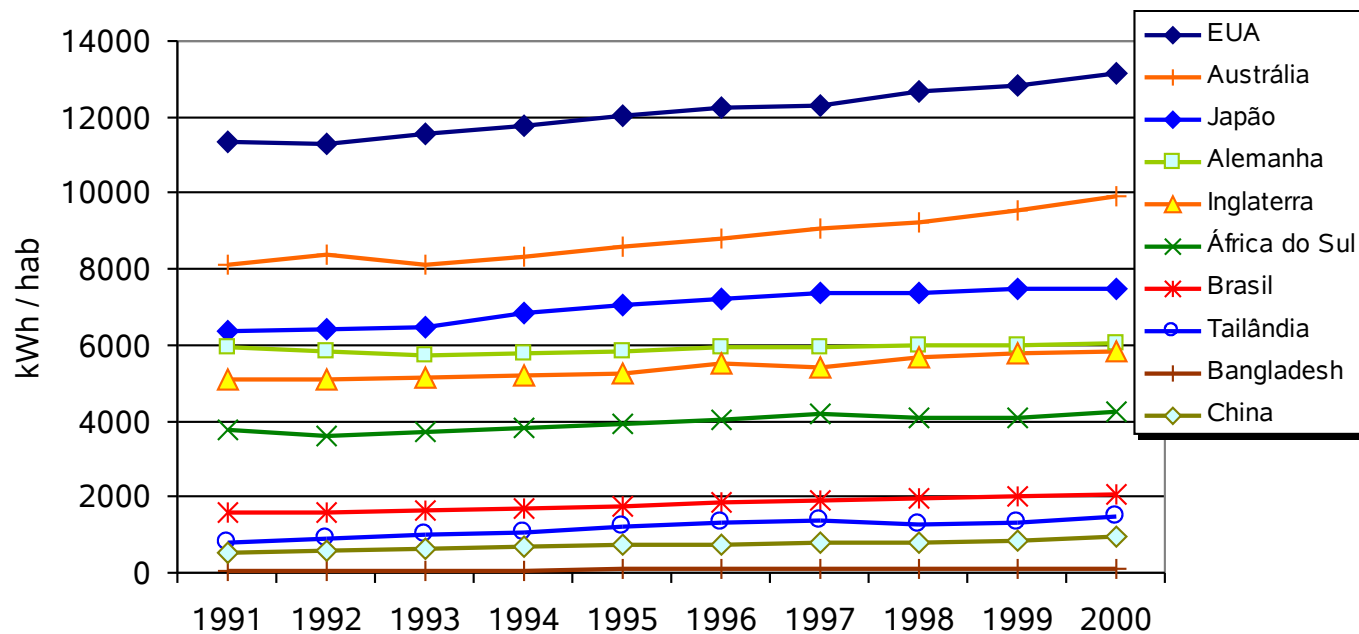
**Universidade Federal de  
Santa Catarina**

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

**LabEEE**

# Consumo de Energía

- El aumento en el consumo de energía es una realidad en los países desarrollados y en vías de desarrollo, transformándose en una de los principales desafíos a enfrentar por la economía de estos países.

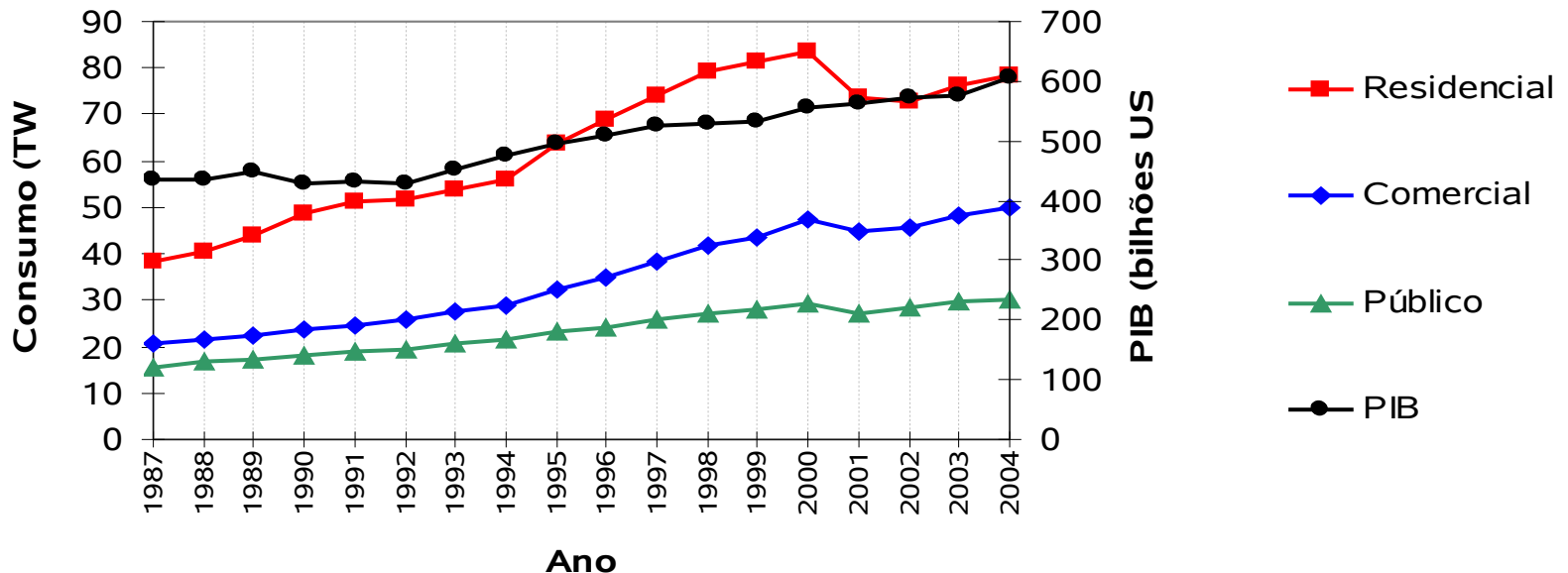


**Evolución del consumo de energía en algunos países**

# Consumo de Energía

- El crecimiento económico se reflejó en un aumento del Producto Interno Bruto (PIB) de 4,9%, en términos reales, para el año de 2004,
- El aumento del consumo de energía en las edificaciones está relacionado al crecimiento del PIB, indicando la relación entre el crecimiento del consumo de energía eléctrica y de la economía nacional.

Crescimento do consumo de energia elétrica em edificações X PIB

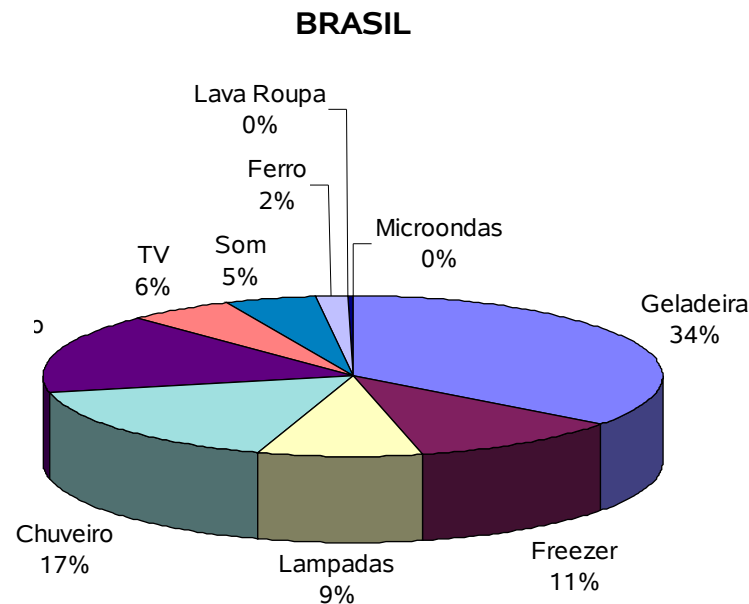


Evolution del consumo de energía eléctrica en Brasil de 1987 a 2004. Fuente: BEN 2005

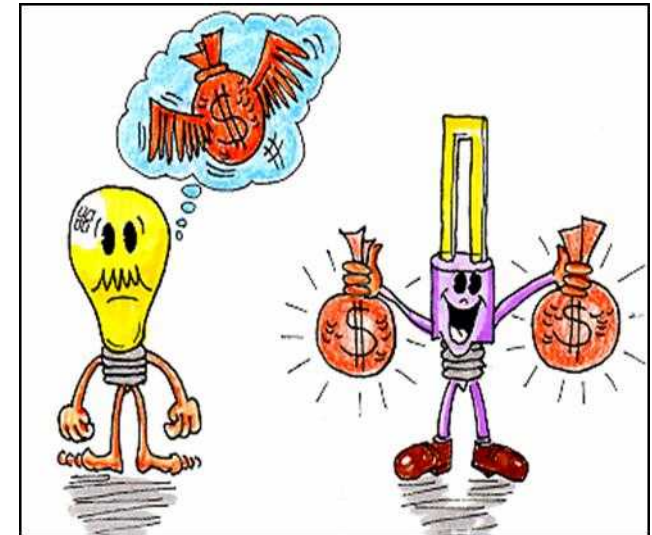
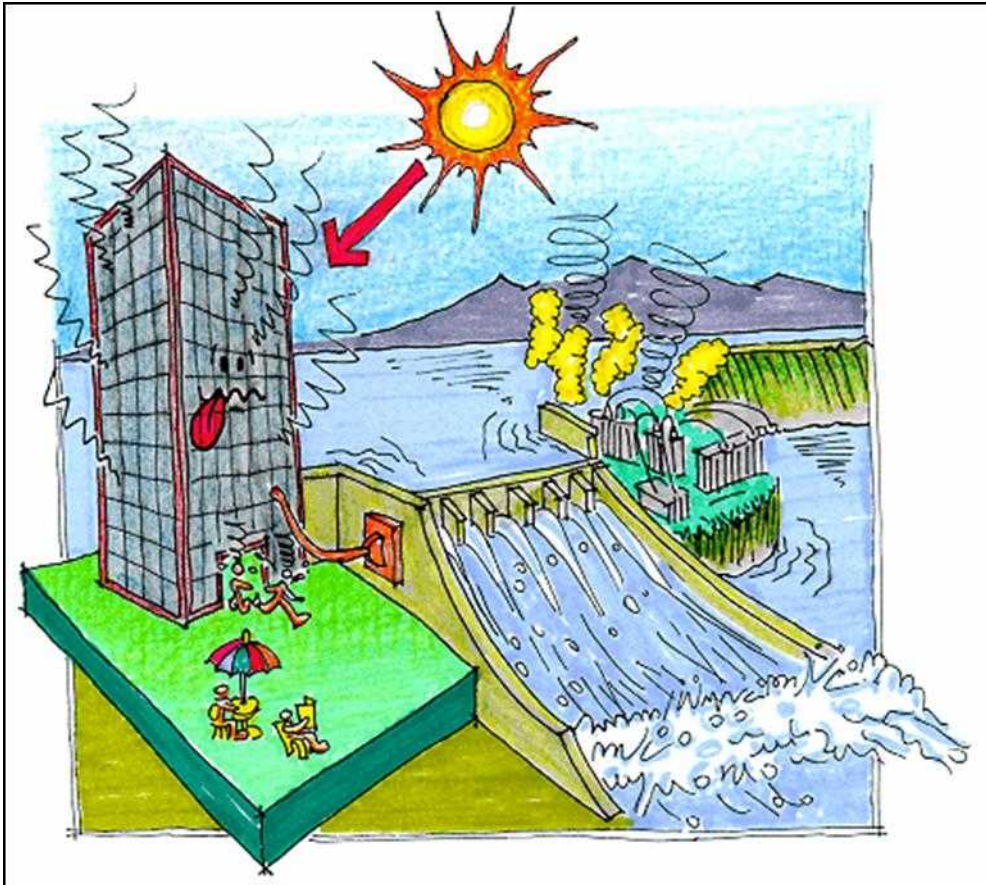
# Consumo de Energía Eléctrica Residencial

- De acuerdo con la Asociación Nacional de Fabricantes de Productos Electro-electrónicos, las ventas industriales de electrodomésticos (productos de línea blanca) presentaron un crecimiento 30,9% mayor en 2004 comparado con los datos de 2003 (BEN 2005).

**Aire  
Condicionado  
16% Brasil  
28% Norte  
23% Sul**



# Eficiencia Energetica



Es mas barato **ECONOMIZAR** energia que **GENERAR**

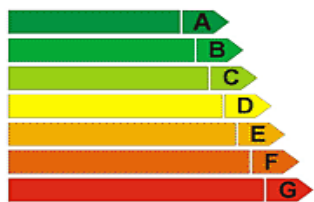




## Cronología: .....

- Ley 10295 Ley de eficiencia energética
- Decreto 4.059, de 19/12/2001, instituye el Comité Gestor de Indicadores y Niveles de Eficiencia Energética – CGIEE
  - Se crea el Grupo Técnico para Eficiencia de Energía en las Edificaciones en el País (GT-MME);
- Junio de 2004, Convenio PROCEL / UFSC para desarrollo de una base técnica para reglamentación;
- Septiembre de 2006, 4<sup>a</sup> reunión del GT-MME:
  - Versión experimental del texto de Reglamentación aprobado por el CGIEE

# Reglamentación Técnica

## Contenido de la Reglamentación

- Introducción
  - Objetivo de la reglamentación
- Terminología
- Sistema de Iluminación
- Sistema para Climatización del Aire
- Envolverte
- Simulación

<b>Energia</b> (Elétrica)	<b>Edifício</b>
Fabricante Marca	XYZ(Logo)
Tipo de degelo Modelo/tensão(V)	ABC/Automático IPQR/220
<b>Mais eficiente</b>  <b>Menos eficiente</b>	
<b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes)</b> <small>(adotado no teste clima tropical)</small>	<b>XY,Z</b>
Volume do compartimento refrigerado (l)	000
Volume do compartimento do congelador (l)	000
Temperatura do congelador (°C)	 -18
<small>Regulamento Especifico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Assemeihados - RESPI001-REF Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>  <b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELETRICA <b>INMETRO</b> <b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>	

# Formato da Reglamentación

- El presente reglamento especifica requisitos técnicos y métodos para clasificación de edificaciones comerciales y públicas referente a eficiencia energética. Se aplica a edificios con área total útil mínima de 500m<sup>2</sup> o con tensión de abastecimiento superior o igual a 2,3kV (subgrupos A1, A2, A3, A3a e A4), incluyendo:
  - Edificios climatizados; Edificios parcialmente climatizados e Edificios naturalmente ventilados.
- Es de carácter voluntario, con intención de ser implementado a partir de 2007 y pasará a tener carácter obligatorio en el plazo de cinco años desde la fecha de implementación.

- Sistema de Iluminación
  - Densidad de Potencia de Iluminación
  - Niveles de eficiencia: **A B C D E**
  - $W/m^2 \cdot 100 \text{ lux}$
  - Peso: 30%
- Sistema para Climatización del Aire:
  - Sistemas de aire acondicionado reglamentados por PBE/INMETRO;
  - Otros sistemas: aceptar evaluaciones de eficiencia internacionales
  - Niveles de eficiencia : **A B C D E**
  - Peso: 40%
- Envoltente:
  - Clasificación definida por una Ecuación: **A B C D E**
  - Peso: 30%

- Requisitos mínimos a cumplir para que un edificio sea candidato a la certificación:
  - Poseer un circuito eléctrico con posibilidad de medición centralizada para cada uso final: iluminación, sistema de climatización y otros.
- Requisitos mínimos a cumplir para que un edificio alcance una clasificación A:
  - a) Si es necesario el uso de un sistema de agua caliente, debe considerar calefacción solar de agua, bomba de calor o calefacción por reutilización de calor;
  - b) Si el edificio posee más de un ascensor, debe tener control inteligente de tráfico;
  - c) Uso de bombas de agua certificadas.

- Edificios que poseen áreas no climatizadas, deben observar lo siguiente para el análisis de su envolvente en esta etapa:
  - Áreas de permanencia breve, tales como circulación, depósitos, baños, no son consideradas en el análisis de la envolvente;
  - Áreas de mayor permanencia, tales como tiendas, oficinas, áreas de trabajo, es obligatorio comprobar a través simulación que el ambiente interno proporciona temperaturas dentro de la zona de confort durante 95% de las horas ocupadas.

# Formato de la Reglamentación

Clasificación General

$$PT = 0,30 \times (\text{EqNum DPI}) + 0,40 \times \{(\text{EqNum CA} \times \text{AC/AU}) + [(1 - \text{AC/AU}) \times 5]\} + 0,30 \times \{(\text{EqNum Env} \times \text{AC/AU}) + [(1 - \text{AC/AU}) \times 5]\}$$

**Equivalente Numérico (EqNum) para los niveles de eficiencia**

**A = 5**

**B = 4**

**C = 3**

**D = 2**

**E = 1**

# Formato de la Reglamentación

## Clasificación General – ejemplo

- Edificios totalmente climatizados:  $AC/AU = 1$

$$PT = 0,30 \times (\text{eq. Num. del nivel de efic.DPI}) + 0,35 \times \{(\text{eq. Num. del nivel de efic. CA} \times 1) + [(1- 1) \times 5] \} + 0,35 \times \{(\text{eq. Num. del nivel de efic. Env} \times 1) + [(1- 1) \times 5] \}$$

- Edificios naturalmente ventilados:  $AC/AU = 0$

$$PT = 0,30 \times (\text{eq. Num. del nivel de efic.DPI}) + 0,35 \times \{(\text{eq. Num. del nivel de efic. CA} \times 0) + [(1- 0) \times 5] \} + 0,35 \times \{(\text{eq. Num. del nivel de efic. Env} \times 0) + [(1- 0) \times 5] \}$$

**Probar por simulación  
que está en confort 95%  
de las horas ocupadas**

# Formato de la Reglamentación

## Sistema de Iluminación

- Describe el método de cálculo para el límite de potencia de iluminación interna en cada ambiente de una edificación.
- Se aplica a los espacios internos de los edificios
  - Se determina un índice de ambiente para cada ambiente de la edificación usando la siguiente ecuación:

$$K = \frac{C \cdot L}{h(C + L)}$$

- Se obtiene el límite máximo aceptable de densidad de potencia de iluminación por 100lux ( $W/m^2/100lux$ ) en función del índice de ambiente en la Tabla.
- Se determina el nivel de iluminación necesario para cada ambiente a través del uso de la norma brasileña *NBR 5413 – Iluminancia de Interiores*.

# Formato de la Reglamentación

## Sistema de Iluminación

- Límite máximo aceptable para densidad de potencia de iluminación de acuerdo con el nivel de eficiencia esperado

Índice de ambiente K	Densidad de Potencia de iluminación W/m <sup>2</sup> .100lux <b>Nivel A</b>	Densidad de Potencia de iluminación W/m <sup>2</sup> .100lux <b>Nivel B</b>	Densidad de Potencia de iluminación W/m <sup>2</sup> .100lux <b>Nivel C</b>	Densidad de Potencia de iluminación W/m <sup>2</sup> .100lux <b>Nivel D</b>
0,60	2,84	4,77	5,37	6,92
0,80	2,43	3,86	4,32	5,57
1,00	2,34	3,38	3,77	4,86
1,25	2,12	3,00	3,34	4,31
1,50	1,91	2,79	3,11	4,01
2,00	1,88	2,53	2,77	3,57
2,50	1,88	2,38	2,57	3,31
3,00	1,74	2,31	2,46	3,17
4,00	1,74	2,16	2,33	3,00
5,00	1,71	1,91	2,24	2,89

**Nivel E = Menos Eficiente**

- Para efectos de clasificación de la edificación deberán ser respetados, además de los límites de potencia instalada, los criterios de *control del sistema de iluminación*, de acuerdo con el nivel de eficiencia esperado, según los siguientes requisitos:
  - Nivel A - el control del sistema de iluminación debe cumplir al menos las características establecidas por los ítems 3.2.1, 3.2.2 e 3.2.3.
  - Nivel B – el control del sistema de iluminación debe cumplir al menos las características establecidas por los ítems 3.2.1 e 3.2.2.
  - Nivel C – el control del sistema de iluminación debe cumplir al menos las características establecidas en el ítem 3.2.1.
    - 3.2.1 - Apagado automático del sistema de iluminación;
    - 3.2.2 - División de circuitos;
    - 3.2.3 – Contribución de la luz natural.

- Para efectos de certificación, es obligatorio que los edificios climatizados artificialmente tengan sistemas de aire acondicionado con eficiencia conocida:
  - Aparatos de aire acondicionado de uso doméstico y de tipo SPLIT con eficiencia evaluada por el Programa Brasileño de Certificación - PBE/INMETRO;
  - Equipos de aire acondicionado no reglamentados por el PBE/INMETRO

# Formato de la Reglamentación

## Sistema de Climatización

- Tablas (extraídas del sitio web del INMETRO) con las diferentes clasificaciones y nivel de eficiencia energética mínimo para cada categoría:

Tabela CA

ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

Critérios 2006

Selo PROCEL de Economia de Energia

CONDICIONADOR DE AR

Data 31/3/2006

Classes	Coeficiente de eficiência energética (W/W)												Total de modelos por classe
	Categoria 1			Categoria 2			Categoria 3			Categoria 4			
	≤9.495 kJ/h ≤9.000 BTU/h			9.496 a 14.769 9.001 a 13.999			14.770 a 21.099 14.000 a 19.999			≥ 21.100 ≥ 20.000			
<b>A</b>	2,91	24	52,2%	3,02	16	45,7%	2,87	6	35,3%	2,82	1	10,0%	47
<b>B</b>	2,68	11	23,9%	2,78	14	40,0%	2,70	6	35,3%	2,62	5	50,0%	36
<b>C</b>	2,47	0	0,0%	2,56	2	5,7%	2,54	3	17,6%	2,44	0	0,0%	5
<b>D</b>	2,27	0	0,0%	2,35	0	0,0%	2,39	2	11,8%	2,27	2	20,0%	4
<b>E</b>	< 2,27	11	23,9%	< 2,35	3	8,6%	< 2,39	0	0,0%	< 2,27	2	20,0%	16
	46 un			35 un			17 un			10 un			108 un

# Formato de la Reglamentación

## Sistema de Climatización

ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

Critérios 2006

Selo PROCEL de Economia de Energia

CONDICIONADOR DE AR SPLIT

Data atualização:

31/3/2006

Classes	Coeficiente de eficiência energética (W/W)			Total de modelos por classe	
A		$CEE >$	2,94	59	26,7%
B	2,76	$<CEE \leq$	2,94	101	45,7%
C	2,58	$<CEE \leq$	2,76	43	19,5%
D	2,39	$<CEE \leq$	2,58	16	7,2%
E		$CEE \leq$	2,39	2	0,9%

221 un

- Los sistemas y aparatos no reglamentados por el PBE/ INMETRO:
  - a) **Nivel A:** Aire acondicionado, refrigeradores de líquido, condensadores y torres de enfriamiento deben cumplir los requisitos mínimos de eficiencia presentados en las Tablas (de acuerdo con la **ASHRAE 90.1 – 2004**) y todo el sistema de climatización debe respetar los requisitos establecidos en los ítems 4.2.1 a 4.2.8.
  - b) **Nivel B:** Aire acondicionado, refrigeradores de líquido, condensadores y torres de enfriamiento deben cumplir los requisitos mínimos de eficiencia presentados en las Tablas (de acuerdo con la **ASHRAE 90.1 – 2004**)
  - c) **Nivel C:** Aire acondicionado, refrigeradores de líquido, condensadores y torres de enfriamiento deben cumplir los requisitos mínimos de eficiencia presentados en las Tablas (de acuerdo con la **ASHRAE 90.1 – 1999**)
  - d) **Nivel D:** Aire acondicionado y refrigeradores de líquido deben cumplir los requisitos mínimos de eficiencia presentados en las Tablas (de acuerdo con la **ASHRAE 90.1 – 1989**)
  - e) **Nivel E:** Cuando no sea posible incluir el sistema en los niveles anteriores.

- Requisitos a cumplir para alcanzar el Nivel A:
  - 4.2.1: Cálculo detallado de carga térmica;
  - 4.2.2: Control de temperatura por zona;
  - 4.2.3: Automatización;
  - 4.2.4: Aislación térmica de ambientes;
  - 4.2.5: Dimensionar y controlar sistemas de ventilación;
  - 4.2.6: Recuperación de Calor;
  - 4.2.7: Dimensionar y controlar sistemas hidráulicos;
  - 4.2.8: Equipos de rechazo de calor;

# Formato de la Reglamentación

## Ejemplo: Eficiencia mínima de refrigeradores de líquido

Tipo de equipo	Niveles A y B ASHRAE 90.1 – 2004		Nivel C ASHRAE 90.1 – 1999		Nivel D ASHRAE 90.1 – 1989	
	Capacidad	Eficiencia mínima	Capacidad	Eficiencia mínima	Capacidad	Eficiencia mínima
Condensación por aire, <b>con condensador</b>	Todas	2,80 COP 3,05 IPLV	< 528 kW	2,70 COP 2,80 IPLV	< 528 kW	2,60 COP 2,60 IPLV
			≥ 528 kW	2,50 COP 2,50 IPLV	≥ 528 kW	2,40 COP 2,40 IPLV
Condensación por aire, <b>sin condensador</b>	Todas	3,10 COP 3,45 IPLV	Todas	3,10 COP 3,20 IPLV	Todas	3,00 COP 3,00 IPLV
Condensación por agua (compresor tipo <b>tornillo y scroll</b> )	< 528 kW	4,45 COP 5,20 IPLV	< 528 kW	3,80 COP 3,90 IPLV	< 528 kW	3,70 COP 3,80 IPLV
	≥ 528 kW e < 1.055 kW	4,90 COP 5,60 IPLV	≥ 528 kW e < 1.055 kW	4,20 COP 4,50 IPLV	≥ 528 kW e < 1.055 kW	3,70 COP 3,80 IPLV
	≥ 1.055 kW	5,50 COP 6,15 IPLV	≥ 1.055 kW	5,20 COP 5,30 IPLV	≥ 1.055 kW	4,60 COP 4,70 IPLV

# Formato de la Reglamentación

## Envolvente

- Fueron desarrolladas dos ecuaciones por zona bioclimática: una representando edificios con área proyectada (Apcob) menor a 500m<sup>2</sup> y la segunda para edificios con área proyectada mayor a 500m<sup>2</sup>.
- El Índice de Consumo referente a la envolvente del edificio propuesto debe ser calculado con la siguiente ecuación (ejemplo):

$$\text{ICenv} = -14,14 * (\text{Apcob}/\text{Atot}) - 113,94 * (\text{Aenv}/\text{Vtot}) + 42,25 + 50,82 * \text{PAFT} + 4,86 * \text{FS} - 0,27 * \text{AVS} + 0,26 * \text{AHS} - 1,76 * \text{Ucob} + 239,25 - 35,75 * (\text{Vtot}/\text{Aenv}) - 0,54 * \text{PAFT} * \text{AHS}$$

**Esta ecuación es válida para Edificaciones con área proyectada mayor a 500 m<sup>2</sup>, localizadas en la región bioclimática de Florianópolis.**

# Prototipos



POUSADA

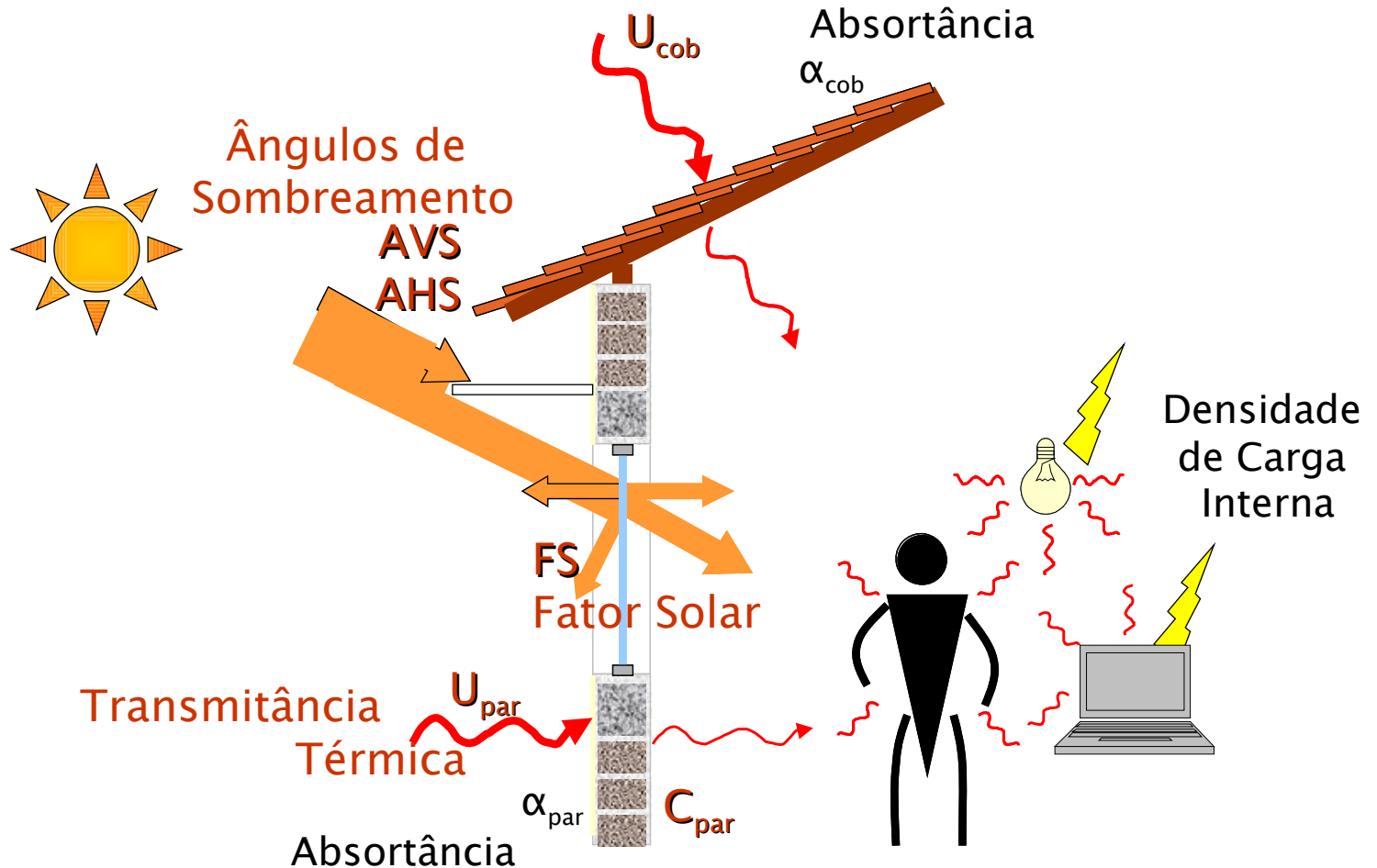


HOTEL



# Medidas de concervacion de energia

- Simulacion EnergyPlus



# Formato de la Reglamentación

Ejemplos de envolventes eficientes para edificios reales



**Tienda Grande: A**



**Hotel: A**



**Escuela: C**



**Oficinas Pequeño: C**



**Oficinas Grande: D**



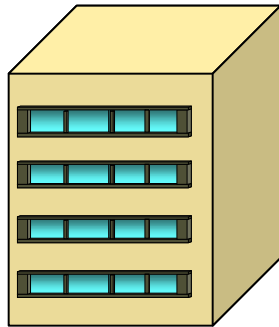
**Tienda Pequeña: C**

# Formato de la Reglamentación

Simulación

- Describe el método para evaluar la eficiencia energética de un edificio a través de herramientas de simulación computacional :

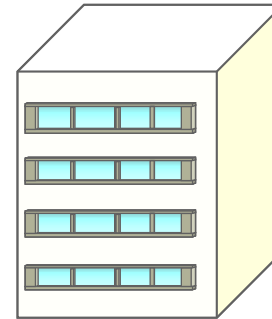
## b) Para edificios climatizados artificialmente:



**Modelo de Proyecto**  
(Propuesto)



Consumo anual de  
energía



**Modelo de Referencia**  
(prescripciones mínimas de acuerdo con  
el nivel de eficiencia esperado)



Consumo anual de  
energía

- b) Para edificios naturalmente ventilados o que poseen áreas no climatizadas artificialmente con amplia permanencia :**
  - **Es obligatorio comprobar a través de la simulación que el ambiente interno proporciona temperaturas dentro de la zona de confort durante 95% de las horas ocupadas.**
  
- **El software tiene que ser validado ASHRAE 140**

# Formato de la Reglamentación

- El proceso de implementación del certificado pasa por dos etapas:
  - Proyecto y Documentación: es emitido un certificado con una etiqueta comprobando el nivel de eficiencia;
  - Auditoria en el edificio en uso (postocupación y con sistemas instalados) realizada por el auditor acreditado: es entregada una placa con el certificado, que podrá ser expuesta en el edificio.
- **Etiqueta x Mínimo**

- Realizar pruebas dentro de la red de laboratorios de confort en las universidades brasileñas;
- Desarrollo de programas computacionales y manuales para facilitar el uso de la reglamentación;
- Difusión dentro de la cadena industrial de la construcción;
- Definición de la propuesta de proceso de evaluación; (INMETRO, PBQP-H y otros)
- Reglamentación de Eficiencia Energética de Edificios Residenciales.
- Desarrollo de metodología de evaluación ambiental de edificios (residencial y comercial)

- 
- Muchas Gracias