

# Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética

Conteúdo elaborado por:

Júlia Fernandes – Quali-A

Data:

10 de julho de 2020

Moderação



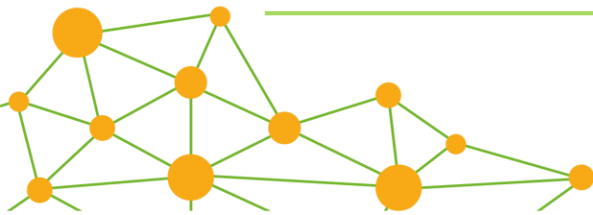
Coordenação



Realização



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



Este material é integrante do  
**Acervo Técnico** da



Acesse o acervo completo em  
<http://www.mme.gov.br/redee/>



Moderação

Coordenação

Realização



Por meio de:



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA





Quali-A

Conforto Ambiental &  
Eficiência Energética



# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Júlia Fernandes

# Quem somos nós!!



Quali-A

Conforto Ambiental &  
Eficiência Energética



quali-a.com  
@qualiabr



Conforto Ambiental &  
Eficiência Energética



## SOLUÇÕES PARA EDIFÍCIOS EFICIENTES



A Quali-A atua em 4 frentes de serviços para melhor atender à sua demanda:



### Consultoria

Auxiliamos projetistas, construtoras ou proprietários de imóveis a obter o melhor desempenho de seus projetos.



### Organismo de Inspeção Acreditado pelo Inmetro

A Quali-A é um Organismo de Inspeção Acreditado pelo Inmetro para emissão da Etiqueta PBE Edifica.



### Cursos

Somos referência na capacitação de Arquitetos e Engenheiros nos temas de sustentabilidade, eficiência energética e conforto ambiental.



### Projetos

Desenvolvemos projetos com foco em sustentabilidade e eficiência energética.

# O homem e seu abrigo: surgimento da envoltória



# O clima sempre influenciou a envoltória



Envoltória

O homem sempre precisou adaptar-se ao meio e criar edificações que garantissem conforto. Não existia energia elétrica e por isso a arquitetura deveria ser bem pensada de acordo com o clima local!



A arquitetura garantia o conforto ambiental dos espaços!

**Conheça mais da ARQUITETURA VERNACULAR e os PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS!!**



Yemen/Maroccos: <https://eficienciaenergetica.blogspot.com.br/2010/05/arquitetura-vernacular-vii.html>



Iglu: [http://www.theregister.co.uk/2016/02/19/xio\\_lights\\_a\\_fresh\\_blaze\\_in\\_its\\_iglu/](http://www.theregister.co.uk/2016/02/19/xio_lights_a_fresh_blaze_in_its_iglu/)

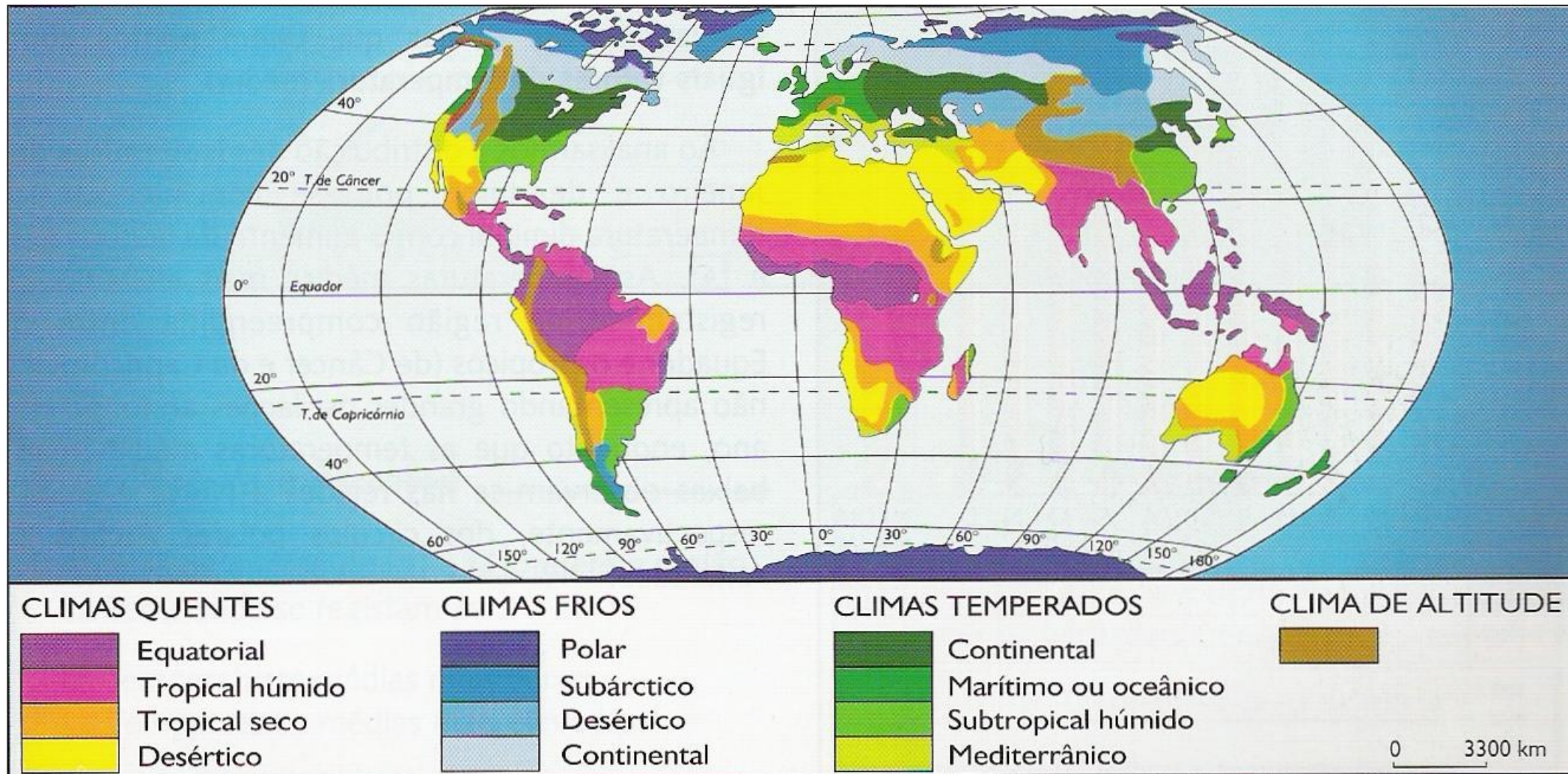


Oca na Amazônia: <http://www.sempretops.com/fotos/oca-indigena-fotos/>

# Climas diferentes exigem Arquiteturas diferentes



Envoltória



<http://www.geografando.com/2013/12/tempo-e-clima.html>

O clima é definido por variáveis como latitude e longitude, radiação, temperatura, pressão atmosférica, umidade, altitude, vegetação, topografia, etc. **OU SEJA, TEM CARÁTER LOCAL E ESPECÍFICO!!**



## 1ª FASE (Pós-Revolução Industrial)

Energia Elétrica possibilitou:

- ✓ Resolver artificialmente o conforto térmico e lumínico;
- ✓ “Facilidade” para reproduzir/projetar um estilo internacional, sem contextualização climática, econômica, social e cultural;

## 2ª FASE (Década de 70)

Alto consumo de energia gerou:

- ✓ Crises Energéticas que exigiram mudanças técnicas: soluções com eficiência (garantir desempenho com redução do consumo)

## 3ª FASE (A partir da Década de 90)

- ✓ Eficiência Energética nas Edificações: projeto integrado
- ✓ Engenharias: sistemas mais eficientes (geração, transmissão e consumo de energia)
- ✓ Arquitetura: resgate dos princípios bioclimáticos



## Uso das Estratégias Bioclimáticas + Tecnologia

**Fórum Verde (TJDF-T)** - Brasília  
Arq. Siegbert Zanettini



**Masdar Institute** – Emirados Árabes  
Arq. Norman Foster



**Klima Hotel** – Bozen, Itália  
Arq. Matteo Thun



**Centro de Proteção Ambiental de Balbina** - Amazonas  
Arq. Severiano Porto



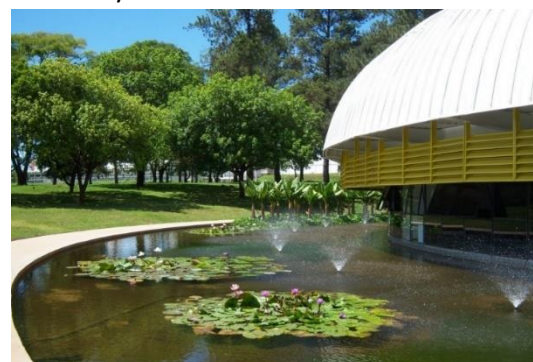
**Cenpes** – Rio de Janeiro/RJ  
Arqs. Siegbert Zanettini



**FHE** – Brasília/DF  
Arq. Danilo Macedo e equipe



**Beijódromo UnB**,  
Brasília/DF



**Residencial em Changxing, China**  
Peter Ruge Architekten



# FASE: DIAGNOSTICO DO PROBLEMA



**1984**

Programa  
Brasileiro de  
Etiquetagem (PBE)



**1990**

Código de Defesa  
do Consumidor



**1991**

PROCEL  
(Programa de  
Governo)  
(Eletrobrás)

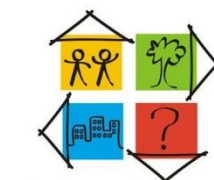


**1998**

Estudo do IPT  
para o PBQP-H



Apagão  
Energético!!!



**2001**

Estatuto das  
Cidades  
(Ministério das Cidades)

# FASE: SOLUÇÕES NO MERCADO



**2008**

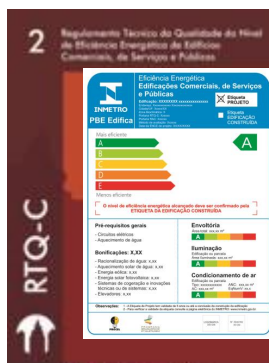
Primeira Publicação da  
Norma de Desempenho



**Minha Casa  
Minha Vida**

**2009**

Minha Casa Minha  
Vida



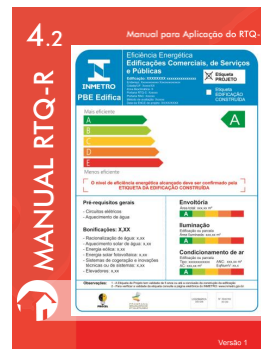
**2009**

Publicação do  
RTQ-C



**2009**

Pesquisadores  
no LACAM/FAU/UnB



**2010**

Publicação do  
RTQ-R



**2013**

Obrigatoriedade da  
Norma de Desempenho

**IN02**

04/JUN/2014

**MPOG**  
MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO,  
ORÇAMENTO E GESTÃO

**2014**

Obrigatoriedade do RTQ-C  
(Publico Federal)



# FASE: MELHORIAS E OBRIGATORIEDADE



**2016/2017**

- Vence 2 vezes edital do  
PNUD/MMA



**2017**

Nos tornamos OIA (Inmetro)

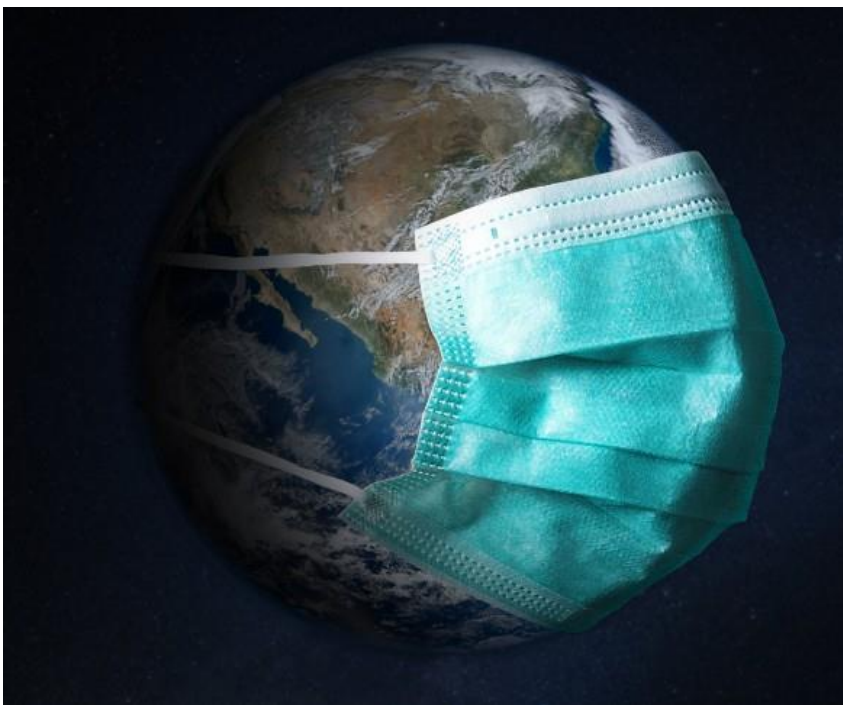


Estratégia  
BIM BR  
**2018**

**BIM**

**E AGORA? 2020 ...**

## **CRISE MUNDIAL!**



Novos comportamentos,  
foco na saúde e economia,  
consumidores mais exigentes,  
rigor em legislações.

**REVISÃO DA ETIQUETAGEM!!**

# Etiqueta PBE-Edifica: o que é avaliado?



Envoltória



**Envoltória** (peso 30%) obrigatório



**Iluminação Artificial** (peso 30%)



**Condicionamento de Ar** (peso 40%)



**Bonificações** (até um ponto extra)



**Pré-requisitos Gerais** (obrigatórios)

# O que é envoltória? E qual sua importância?



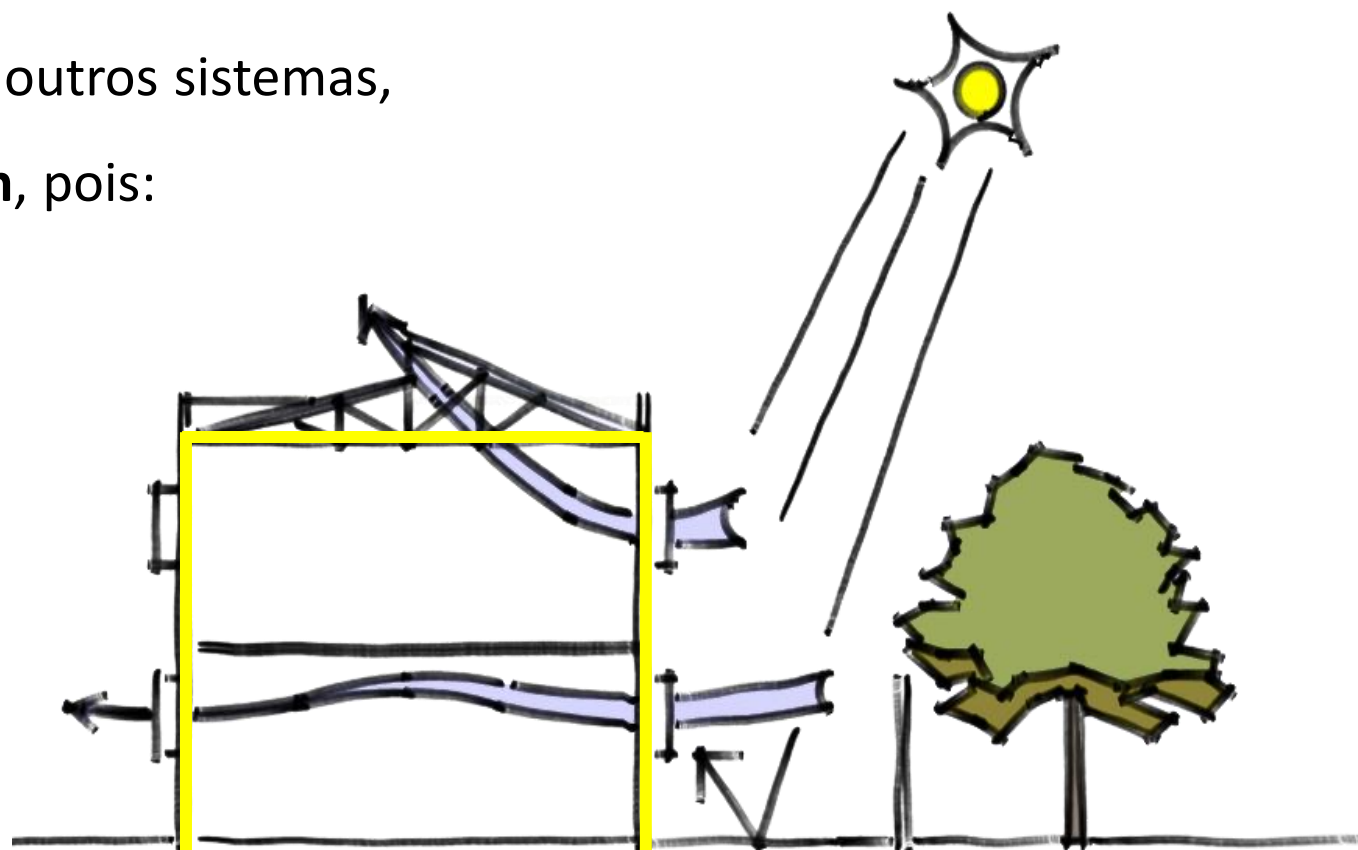
Envoltória



A envoltória (envelope ou pele) é entendida como os planos externos da edificação que realizam as trocas termo-energéticas entre os ambientes interno e externo.

A envoltória influencia na eficiência dos outros sistemas, e por isso é **obrigatória sua etiquetagem**, pois:

- Controla as variáveis climáticas: temperatura, ventilação, umidade, radiação, precipitações, etc.
- Determina a quantidade e qualidade da Luz natural
- Determina a carga térmica para o Ar condicionado de ar



# Etiqueta PBE-Edifica



## AVALIAÇÃO DA ENVOLTÓRIA

# Então, como projetar com conforto e eficiência energética?

É preciso conhecer quais os fatores que mais influenciam no desempenho termo-energético da envoltória!



# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória

## FUNÇÃO DO EDIFÍCIO

Comercial/Serviços



Pública



Escolar



Residencial



Industrial



Hospitalar



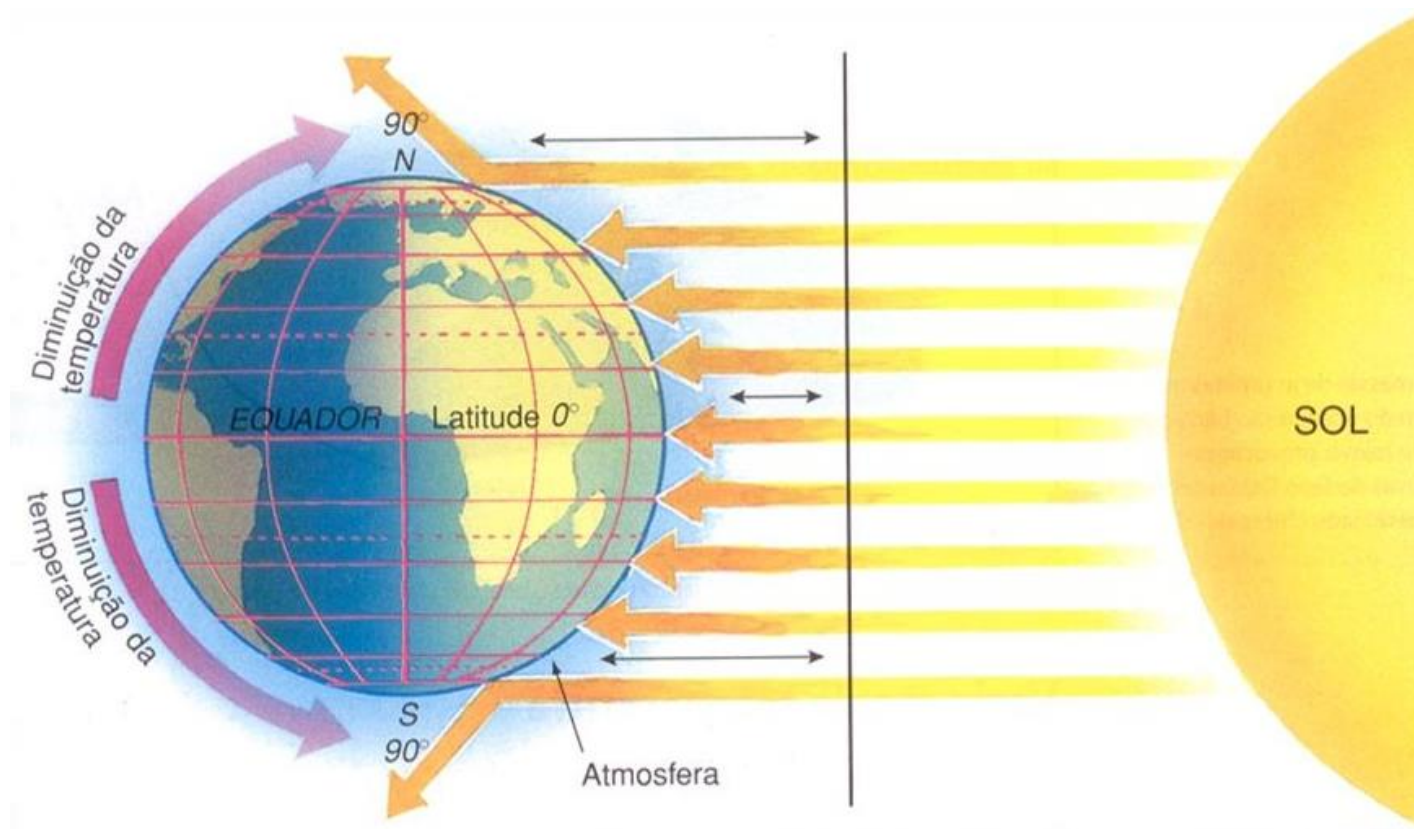
# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória



## CLIMA LOCAL



Fortaleza  
- 03° 43' 02"



Brasília  
-15° 46' 47"



Curitiba  
-25° 25' 40"



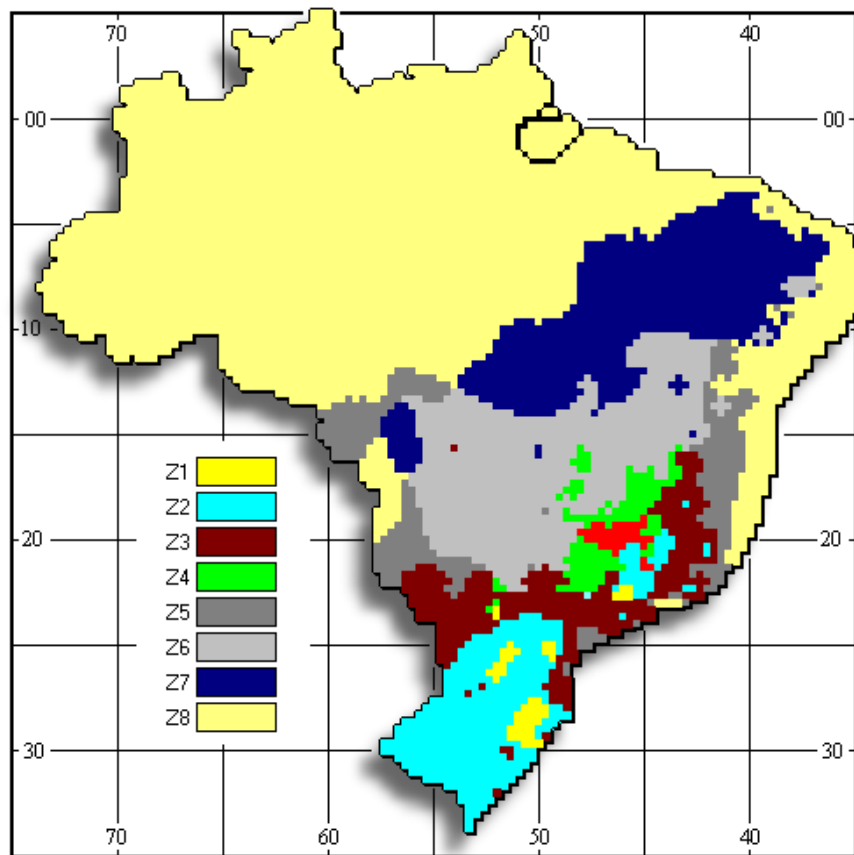
**Importantíssimo conhecer as estratégias de projeto adequadas a cada clima!**





## CLIMA LOCAL

### O projeto está localizado em que Zona Bioclimática?



Zoneamento Bioclimático Brasileiro

*“Região geográfica **homogênea quanto aos elementos climáticos** que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano de acordo com a NBR 15.220 – Parte 3.”*

Na NBR 15.220 há uma lista com 330 cidades e para cada Zona Bioclimática, é descrito as principais estratégias de projeto, como tamanho de aberturas, tipo de coberturas e materiais.

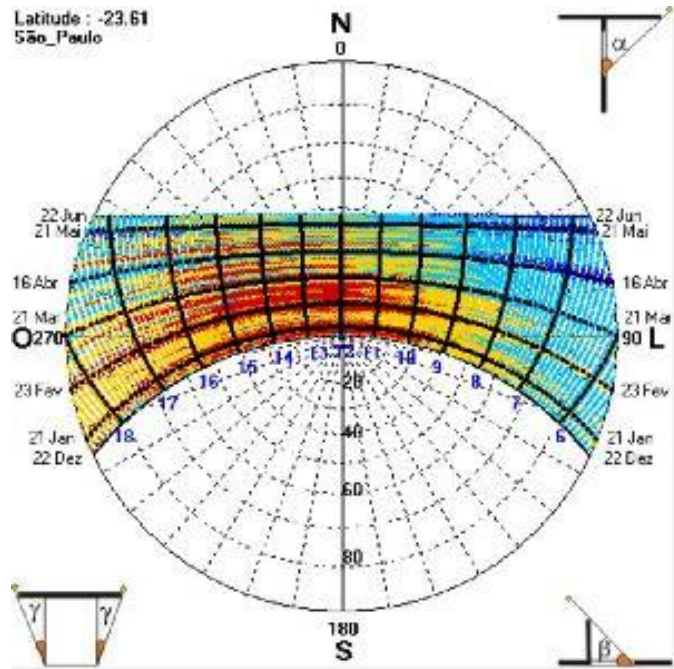


# O que influencia no desempenho da envoltória?

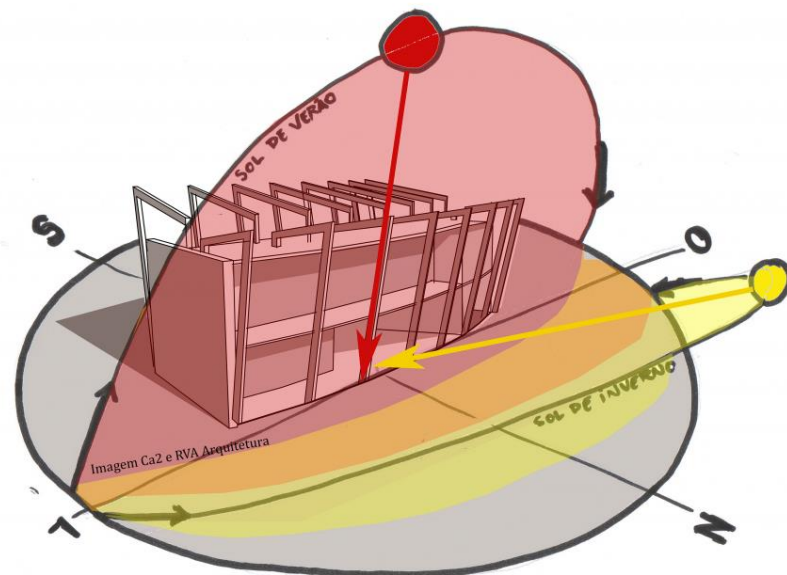


Envoltória

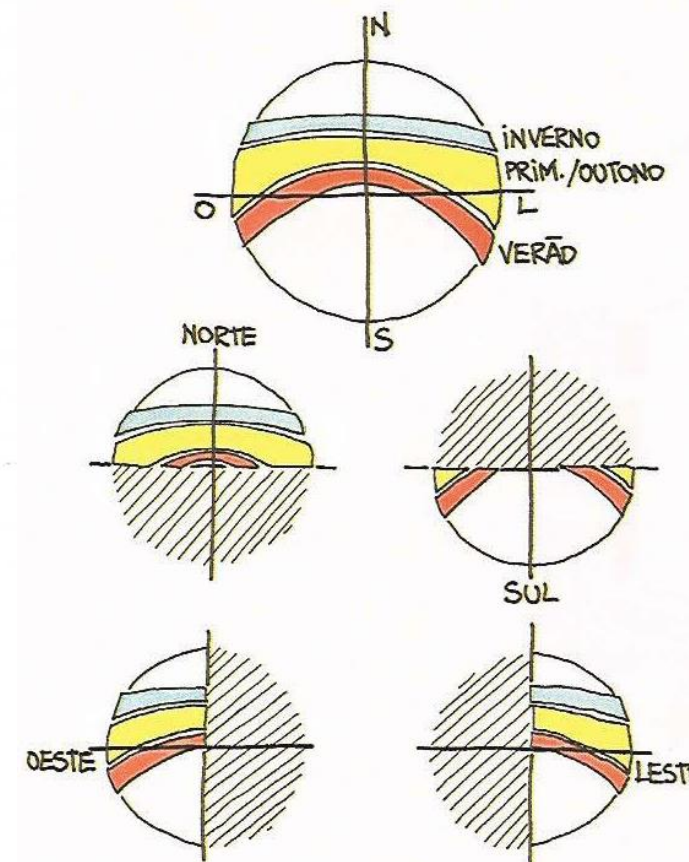
## ORIENTAÇÃO E RADIAÇÃO SOLAR



Software Solar



Orientação diferentes exigem soluções de fachadas diferentes!!!



- ✓ **Leste:** sol todas as manhãs em todas as estações
- ✓ **Oeste:** sol todas as manhãs em todas as estações
- ✓ **Norte:** sol mais baixo durante todo dia no inverno e em boa parte da primavera e outono; sol mais alto no verão
- ✓ **Sul:** sol inexistente no inverno; sol pouco presente no início e final do dia; sol mais presente no verão, no início e final do dia, desaparecendo por volta de meio dia

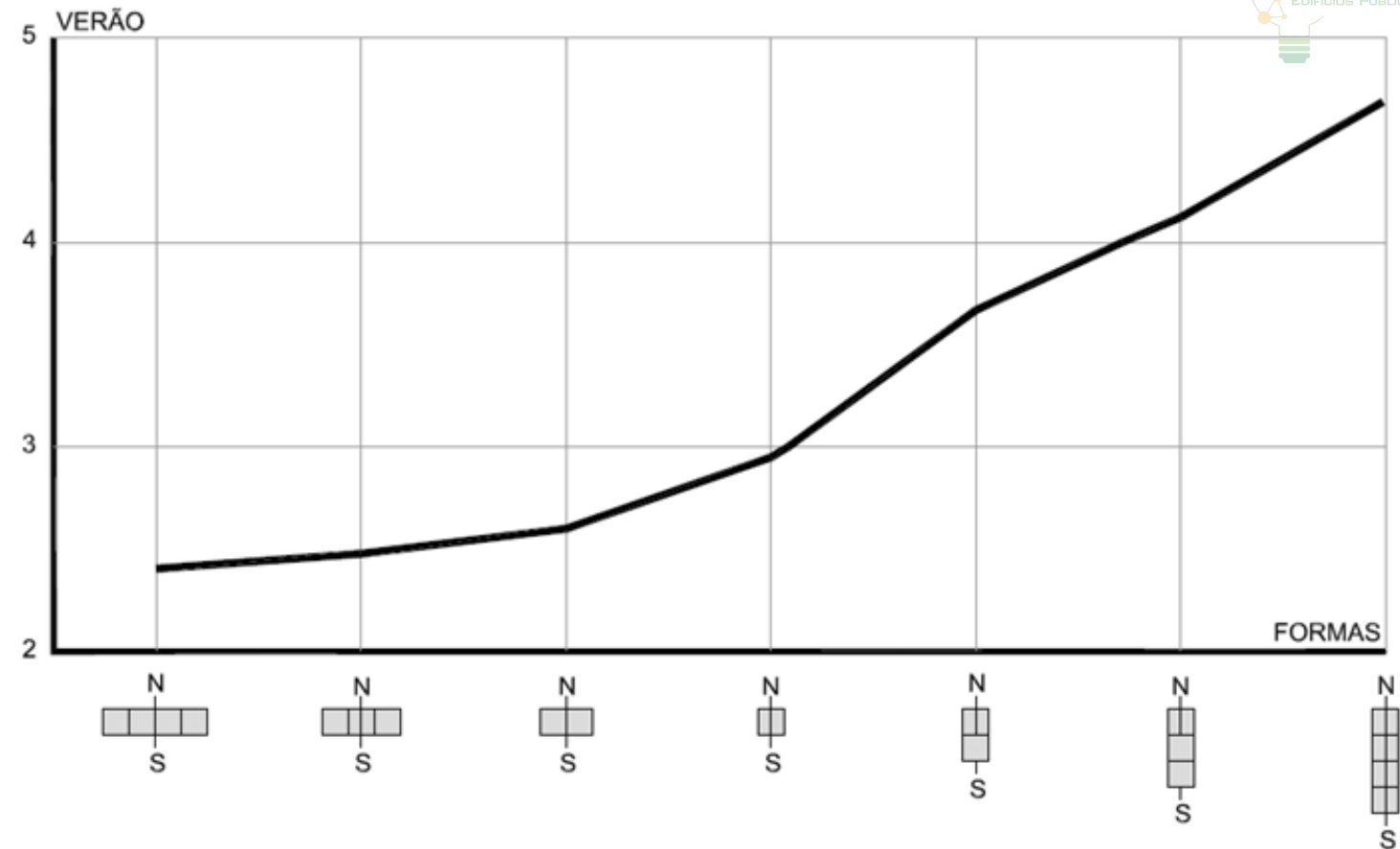


# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória

## FORMA x ORIENTAÇÃO: INFLUÊNCIA NA CARGA TÉRMICA

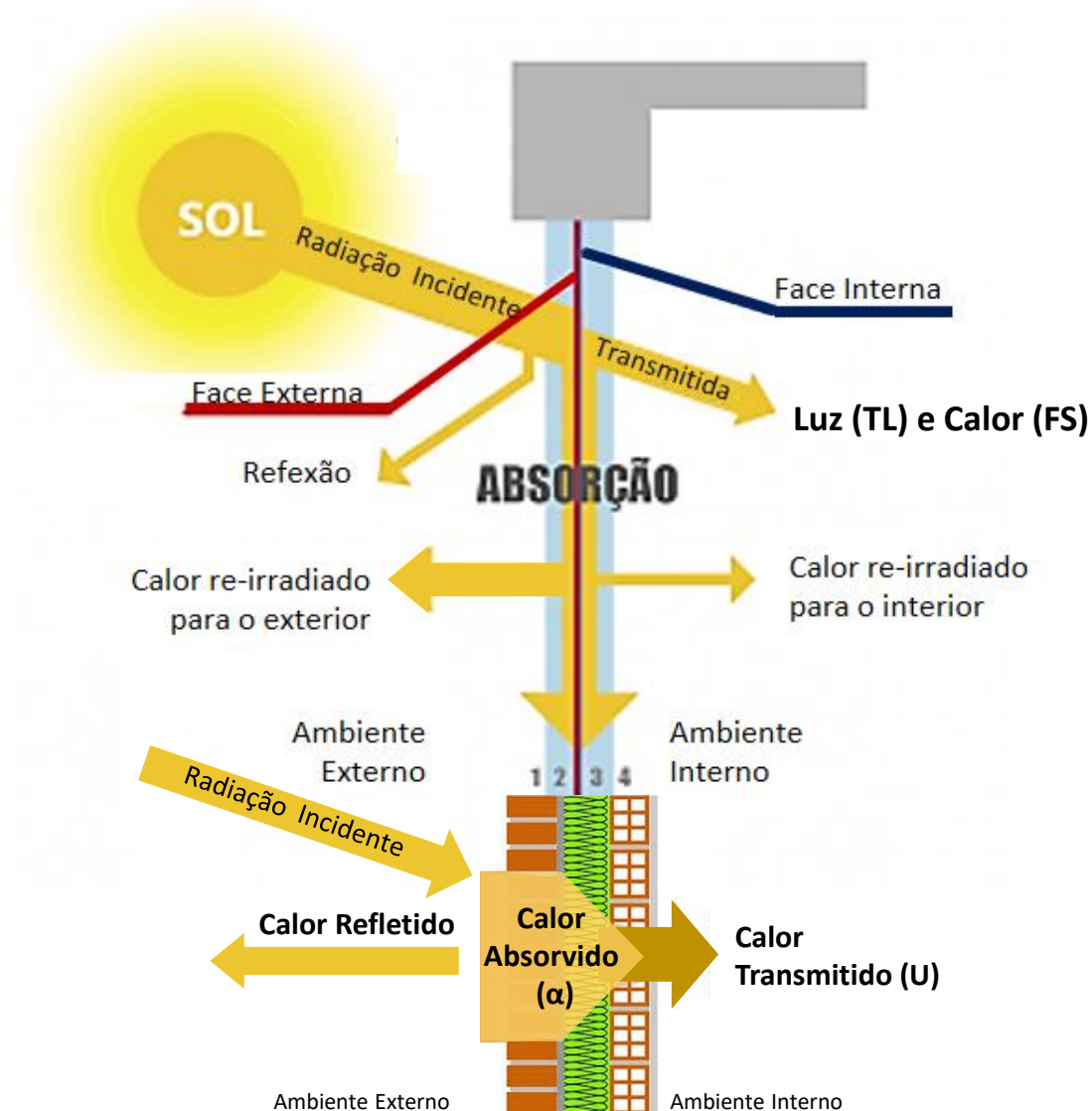


Variação de carga térmica recebida por um edifício em função de sua forma.  
Fonte: Mascaro (1985, p. 23)



# O que influencia no desempenho da envoltória?

## MATERIAIS: TRANSPARENTES E OPACOS



Radiação Solar quando incide no material:

- 1). Parte é REFLETIDA
- 2). Parte ABSORVIDA pelo material como calor
- 3). Parte é TRANSMITIDA para o ambiente interno.

Contribuição de cada elemento na carga térmica:

Elemento	Contribuição do Calor
Parede Externa	9%
Abertura (Vidro)	64%
Ocupantes	7%
Iluminação Artificial	10%
Equipamentos	7%
Infiltração	4%

Fonte: LAMBERTS, R. PEREIRA, F. e DUTRA, L.,  
*Eficiência Energética na Arquitetura*, PW ed., São Paulo









# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória

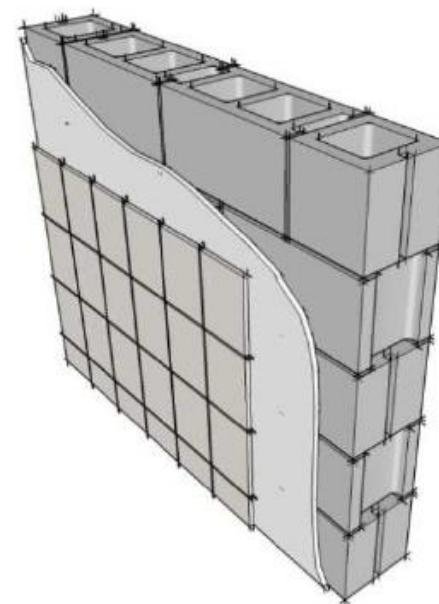
## MATERIAIS OPACOS

### Absortância ( $\alpha$ )

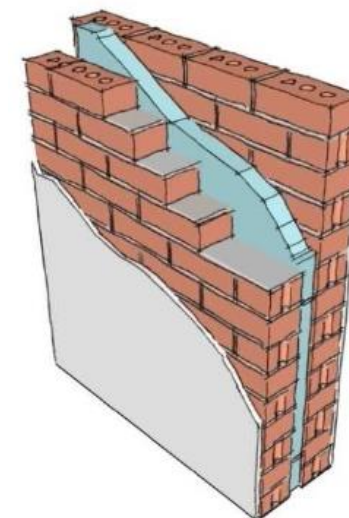
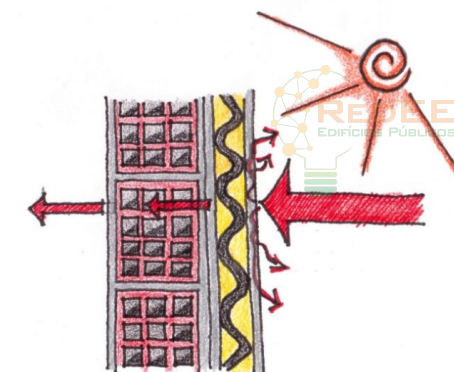
Cor	Nome	$\alpha$
	Amarelo Antigo	51,4
	Amarelo Terra	64,3
	Areia	44,9
	Azul	73,3
	Azul Imperial	66,9
	Branco	15,8
	Branco Gelo	37,2
	Camurça	57,4



### Transmitância Térmica (U)



Parede de blocos de concreto 2 furos, reboco e revestimento cerâmico, com  $U = 2,44 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Parede de tijolos de cerâmica com isolamento térmico e reboco, com  $U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória

## ABERTURAS: PONTOS MAIS SENSÍVEIS!!!

- ✓ DIMENSÃO e QUANTIDADE
- ✓ ORIENTAÇÃO
- ✓ SOMBREAMENTO (Evitar Radiação Direta)
- ✓ PROPRIEDADES (Especificação correta)

Os vidros são os elementos mais sensíveis no ganho de calor de um edifício. Assim, é importante o correto dimensionamento e especificação, de acordo com a orientação e clima!!

É recomendado Percentual de Aberturas nas Fachadas de 40%!

**PAF = Área de Vidro/Área Total de Fachada**



# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória



# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória

## PROTEÇÃO SOLAR NAS ABERTURAS



### Radiação Solar Direta

Calor e Ofuscamento



### Luz Natural Difusa

Conforto Luminoso e Eficiência Energética

# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória

## PROTEÇÃO SOLAR NAS ABERTURAS



# O que influencia no desempenho da envoltória?



Envoltória

## MATERIAIS: TRANSPARENTES



20 Fenchurch Street (Londres)

- ✓ **Radiação Solar é REFLETIDA, ABSORVIDA E TRANSMITIDA**
- ✓ **Combinação Desejada para os Vidros:**  
**Maior Transmissão Luminosa com Menor Fator Solar (Calor)**

Só escolher a cor do vidro.... Será???



# O que é considerado no método prescritivo?



Envoltória



## Como é considerado na Etiquetagem?

Cada Tipologia tem um Regulamento (RTQ-C ou RTQ-R)

Avaliação segundo Zona Bioclimática

Só pode ser avaliado por simulação

Dados que devemos extrair  
do projeto para calcular a  
Etiqueta da Envoltória!!

**MORFOLOGIA**

**MATERIAIS**

## Variáveis da Arquitetura

Função do Edifício

Clima Local

Implantação

Forma

Orientação das Fachadas

Quantidade de Aberturas (Vidro)

Proteções Solares

Tipo de Fechamentos Opacos

Tipo de Fechamentos Transparentes





## Envoltória: projeto de arquitetura

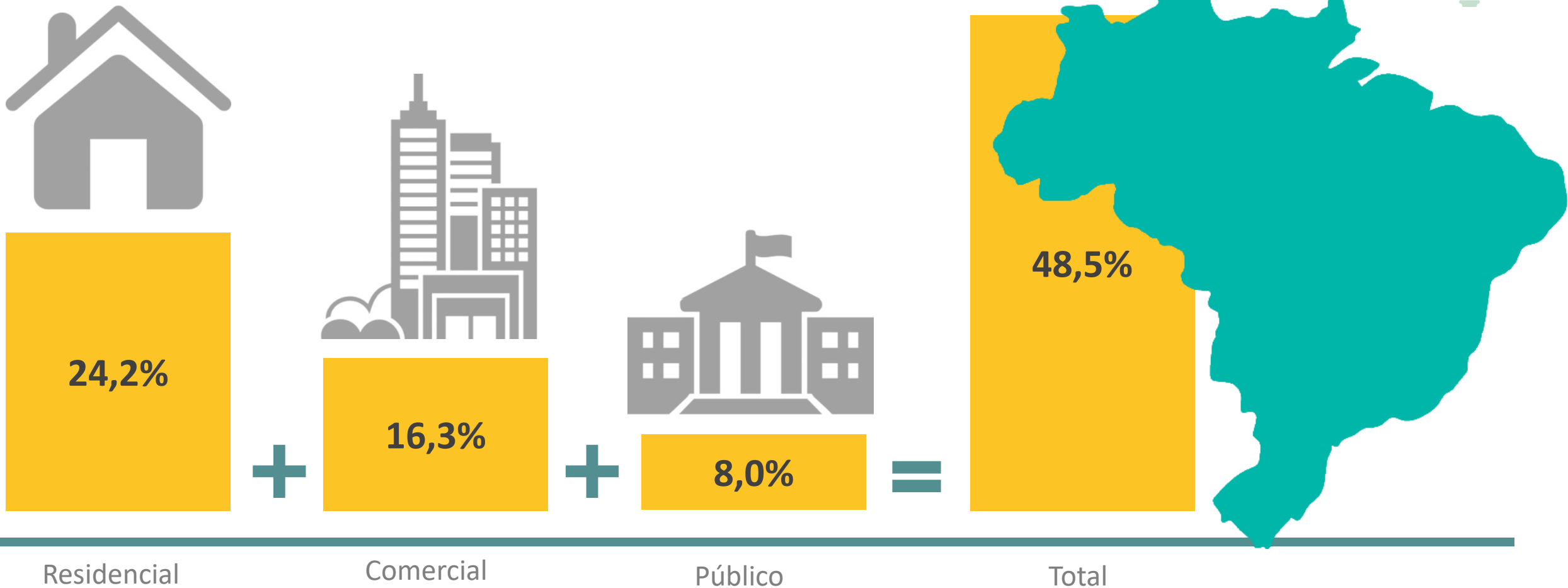
### Como ser Etiqueta A?



- Seguir diretrizes para a Zona Bioclimática (Norma ABNT 15.220 e RTQ-C)
- Correta orientação da forma do edifícios e das fachadas
- Dimensionamento adequado das aberturas nas fachadas e coberturas (ventilação e iluminação natural)
- Especificação de vidros eficientes (fator solar e transmissão luminosa)
- Proteção solar das aberturas de acordo com a orientação solar e latitude
- Desempenho térmico das paredes externas e cobertura, em especial relacionadas a transmitância térmica (tipo de material) e absorvância (cores)
- **RETROFIT: precisa fazer asbuilt exato de TUDO e avaliar a etiqueta atual do prédio, para os projetos “nascerem” para ser A (arquitetura, elétrica, cond. Ar, iluminação, automação, água, etc), segundo diretrizes. Não fazer nenhuma melhoria sem avaliar a etiqueta!! Existem detalhes que se não forem atendidos impede de chegar ao nível A!**

# Intervalo 5min

# consumo de energia elétrica no Brasil



# USOS FINAIS EM EDIFÍCIOS NÃO RESIDENCIAIS NO BRASIL

71%



23% em ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL



48% em AR CONDICIONADO

(Lamberts, 2013)

Portanto, grande parte da energia é consumida na obtenção de conforto ambiental, com iluminação e climatização.





# PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM DE EDIFÍCIOS

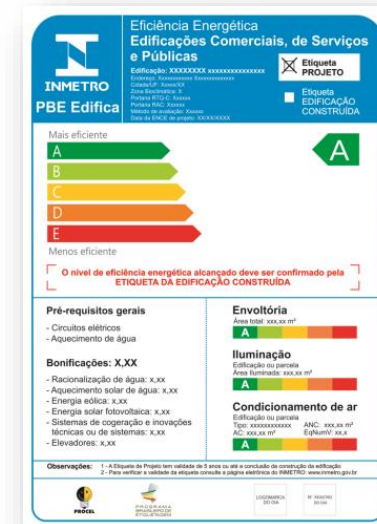


PROGRAMA  
BRASILEIRO DE  
ETIQUETAGEM



PBE  
EDIFICA

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



ENCE PBE-Edifica



# como um edifício pode ser etiquetado?

## 1ª etapa - Etiquetagem de projeto:

Tanto as edificações novas, como as existentes ou em processo de *retrofit* devem sempre ser avaliadas primeiramente pelo projeto.

**Prever na licitação de projeto!**



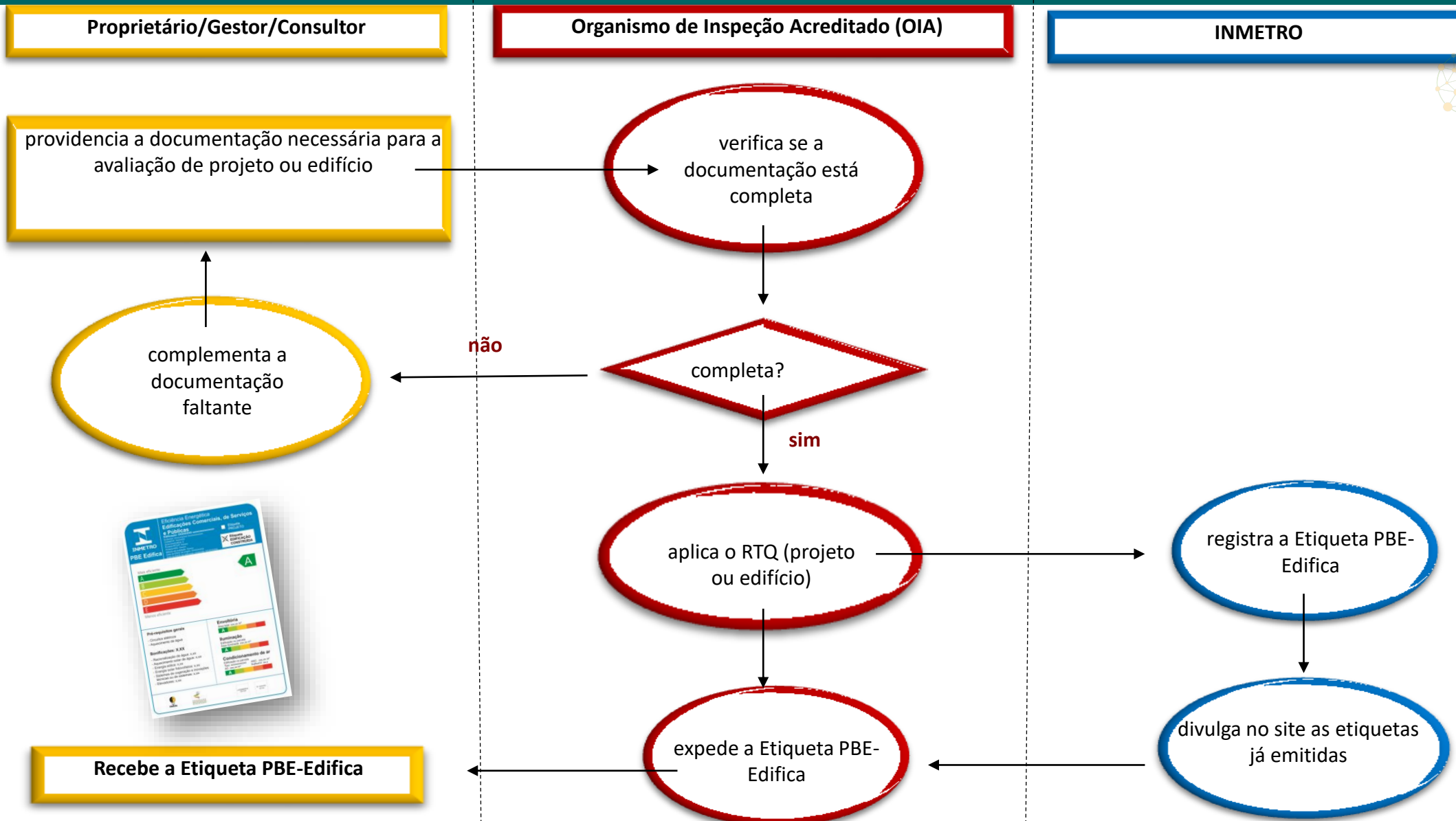
## 2ª etapa - Etiquetagem do edifício construído:

Após a conclusão da obra, e com os sistemas instalados, é realizada uma inspeção no edifício para verificação da conformidade com o projeto previamente etiquetado. A etiqueta deverá ser exposta no edifício.

**Prever na licitação da obra!**



# Processo de Etiquetagem de um Edifício



# EDIFÍCIOS ETIQUETADOS EM BRASÍLIA

## Novo Terminal Rodoviário

Brasília/DF



## Sede CONFEA

Brasília/DF



# EDIFÍCIOS ETIQUETADOS EM BRASÍLIA



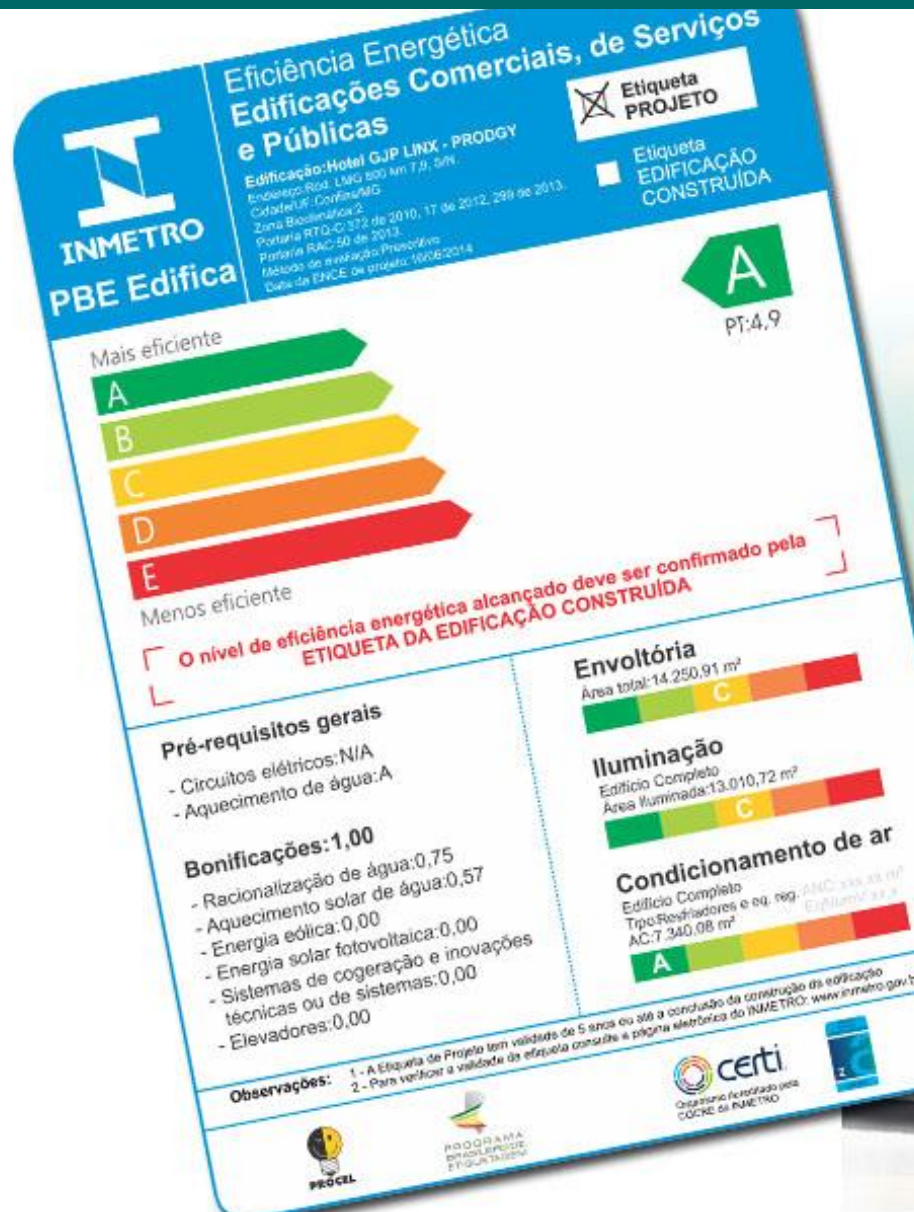
**Sede IV Banco do Brasil**  
Brasília/DF



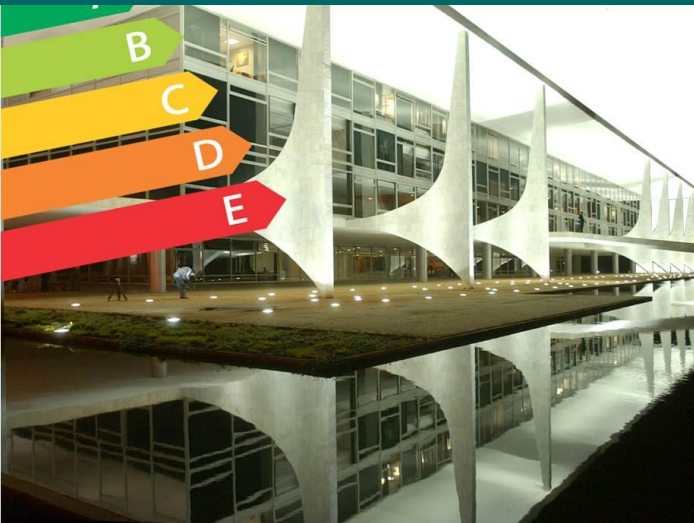
**CENTRO DE GESTÃO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS**  
**(Câmara dos Deputados)**  
Brasília/DF

# EXEMPLO EDIFÍCIO ETIQUETADO

## Hotel GJP LINX - PRODGY Confins/MG



# EXEMPLO EDIFÍCIO ETIQUETADO



## IMPORTANTÍSSIMO!!!

**RETROFIT: precisa fazer asbuilt exato de TUDO e avaliar a etiqueta atual do prédio, para os projetos “nascerem” para ser A (arquitetura, elétrica, cond. Ar, iluminação, automação, água, etc), segundo diretrizes.**

**Não fazer nenhuma melhoria sem avaliar a etiqueta!! Existem detalhes que se não forem atendidos impede de chegar ao nível A!**

- 1). Fazer asbuilt EXATO de todos os sistemas (arquitetura, elétrica, cond. Ar, iluminação, automação, geração, aproveitamento de água);
- 2). Avaliação preliminar de Etiquetagem: saber a eficiência atual do prédio e gerar diretrizes para o projeto;
- 3). Os projetos são feitos de acordo com as diretrizes. Importante ter compatibilização e TODAS as especificações, memoriais de cálculo, ART e RRT;
- 4). Avaliação final da etiquetagem, com projetos executivos COMPLETOS.
- 5). OIA emite a Etiqueta de Projeto. Não pode ser usada no edifício.
- 6). Gera-se diretrizes para a obra seguir a etiquetagem. NÃO PODE MUDAR O PROJETO!!
- 7). Acompanhamento da obra para registrar e garantir a etiquetagem.
- 8). OIA visita o edifício pronto, faz inspeção de conformidade e emite etiqueta do edifício.



# Situação típica dos ministérios em Brasília!

- **Arquitetura modernista tombada:** restrições quanto à alterações de fachada (envoltória) e falta de manutenção
- **Sistemas de iluminação e condicionamento de ar antigos, sem manutenção ou ineficientes** (licitações apenas por menor preço)



SISTEMA	ETQ ATUAL
■ ENVOLTÓRIA	C
ILUMINAÇÃO	D
CONDICIONAMENTO DE AR	C
ETQ GERAL	C



# Impactos da Etiquetagem nas Licitações

## Impactos da Etiquetagem nas Licitações (IN-02)

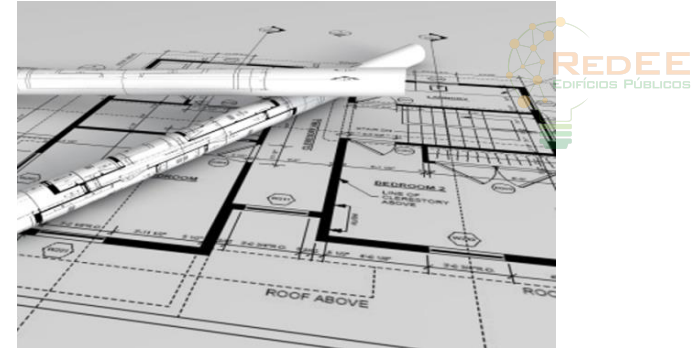
### TERMO DE REFERÊNCIA: PROJETO, OBRA e CONSULTORIA

contratação para Etiqueta PBE-Edifica nível A

#### Cuidados na definição do Objeto do Termo de Referência:



Na definição do objeto, destaca-se a realização de **PROJETOS EXECUTIVOS (Projetos Arquitetônicos e Complementares), OBRA E CONSULTORIA** atendendo aos requisitos contidos no RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios), **para o nível A de etiquetagem**



O projeto precisa ser Etiqueta A para que o Edifício Construído também o seja!



# Selo Procel

O Selo Procel Edificações identifica as edificações que apresentam os melhores níveis de eficiência energética (Nível A), motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar produtos mais eficientes.

Emitido pela Eletrobrás de forma gratuita!



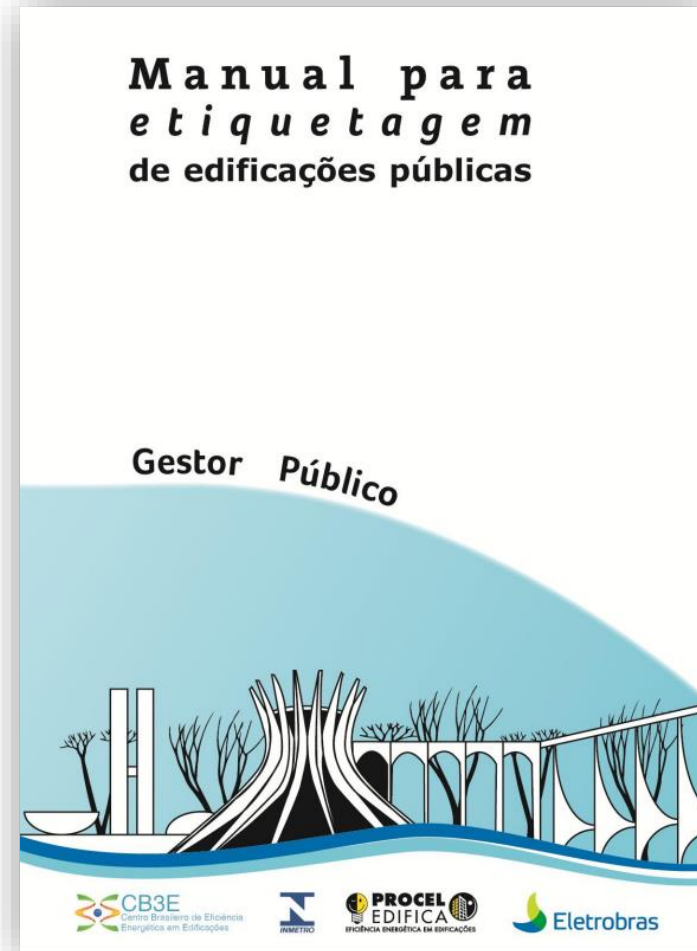
<http://www.pbeedifica.com.br/como-obter-selo-procel>



# Referências

## Manual sobre etiquetagem de edificações públicas

- Orientar o gestor público de forma que este tenha condições de coordenar o processo licitatório para projeto e execução de uma edificação visando à obtenção da etiqueta PBE Edifica para edificações Públicas Federais



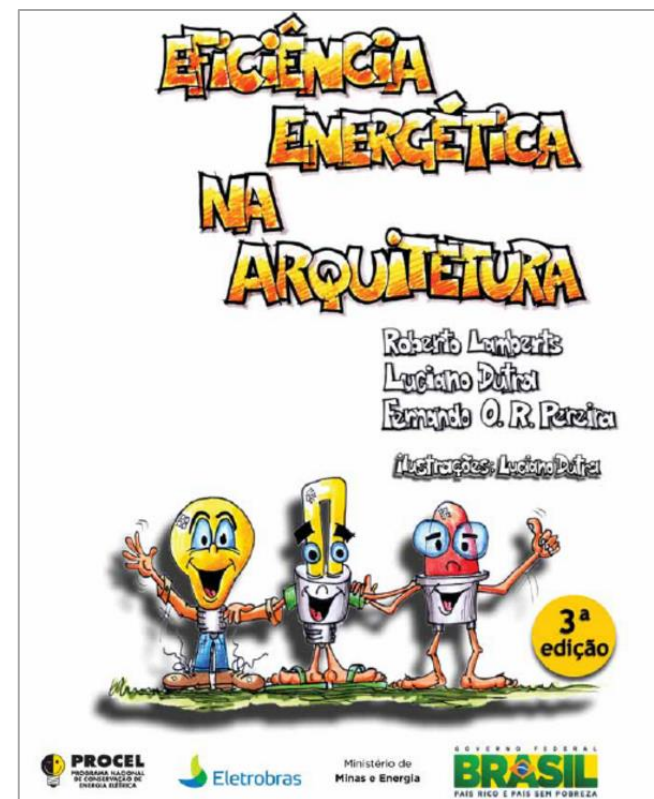
Versão 03 (2014)

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



# Referências

Material gratuito, já disponibilizado no pbeedifica.com




# ATENÇÃO!!!

<http://projeteee.mma.gov.br/>

projeteee.mma.gov.br

SOBRE O PROJETEEE PERGUNTAS FREQUENTES GLOSSÁRIO TUTORIAL COLABORE **BUSQUE UMA CIDADE**

 **1** DADOS CLIMÁTICOS **2** ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS **3** COMPONENTES CONSTRUTIVOS **4** EQUIPAMENTOS

**ESTUDOS PRELIMINARES** **ANTEPROJETO**

Conheça soluções bioclimáticas para projetar edificações energeticamente eficientes.

Esta ferramenta orienta a construção de edifícios sustentáveis, com informações bioclimáticas de 413 cidades brasileiras.

+ SAIBA MAIS

Insira sua cidade para começar



Envoltória



# ATENÇÃO!!!

<http://projeteee.mma.gov.br/>



Envoltória



OU SAIBA MAIS SOBRE:



DADOS  
CLIMÁTICOS



ESTRATÉGIAS  
BIOCLIMÁTICAS



COMPONENTES  
CONSTRUTIVOS



EQUIPAMENTOS



Conheça o

**ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO,**

que é de grande importância para produzir uma

**ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA**



Execução e Financiamento do Projeto 3E:



Ministério do  
**Meio Ambiente**

*Empoderando vidas.  
Fortalecendo nações.*

## ETIQUETAGEM DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (Etiqueta PBE-EDIFICA)

Material e Capacitações:



Apoio:



# Obrigada!



Acessar coletânea de materiais  
gratuitos sobre o tema:

**Júlia Fernandes**

[julia@quali-a.com](mailto:julia@quali-a.com)

(61) 99942-1691

<http://profissionalqualia.club.hotmart.com/>

