



# 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



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA





Esse material não pode ser usado ou distribuído sem autorização da Quali-A

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Júlia Fernandes



Conforto Ambiental &  
Eficiência Energética



# quali-a.com

## @qualiabr



Conforto Ambiental &  
Eficiência Energética



### 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

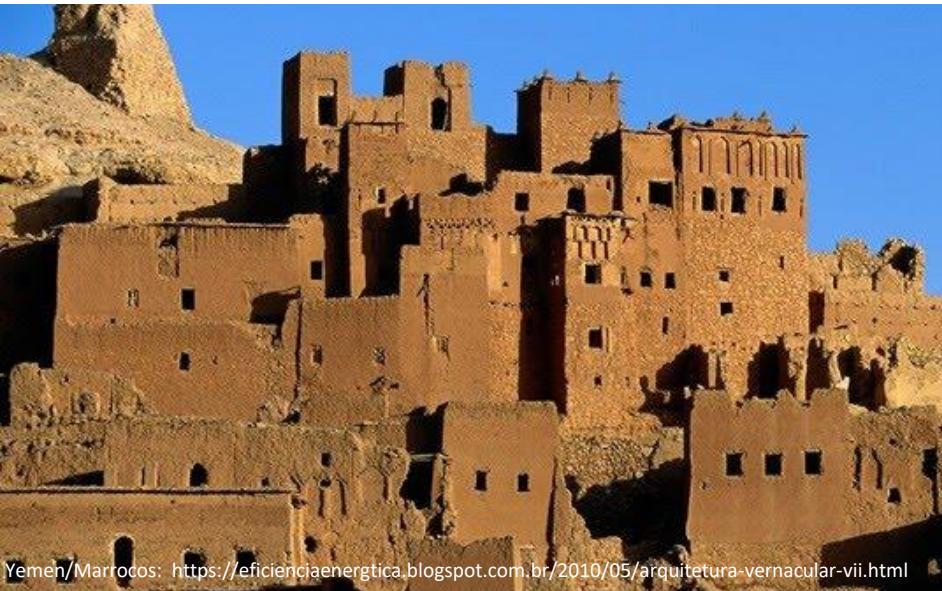


# O clima sempre influenciou a envoltória

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/Marrocos: <https://eficienciaenergtica.blogspot.com.br/2010/05/arquitetura-vernacular-vii.html>



Ilgu: [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/)

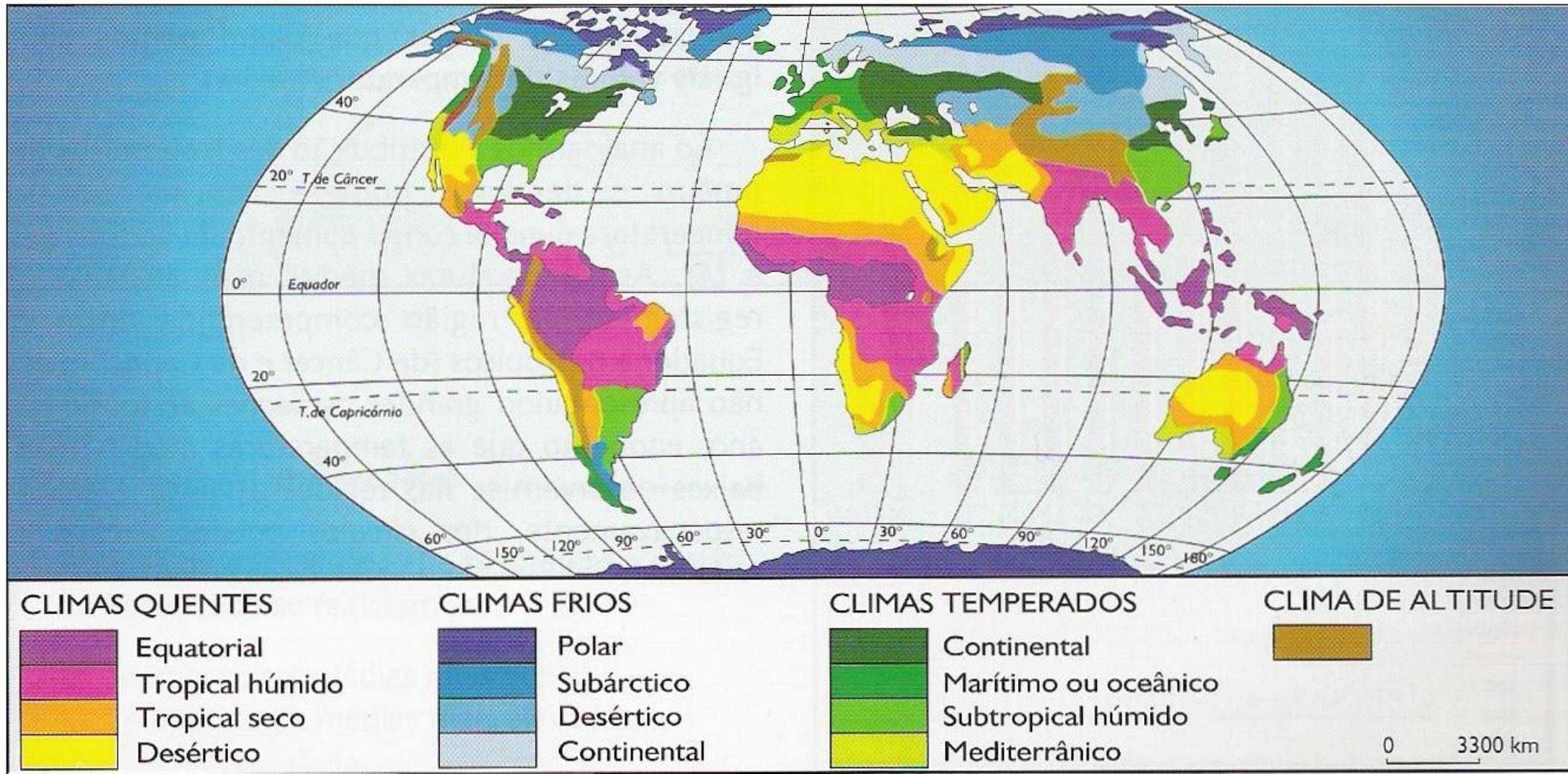


Oca na Amazônia: <http://www.sempretops.com/fotos/oca-indigena-fotos/>

# Climas diferentes exigem Arquiteturas diferentes



Envoltória



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 REDEE**  
**Balbina - Amazonas** Arq. Severiano Porto



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



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



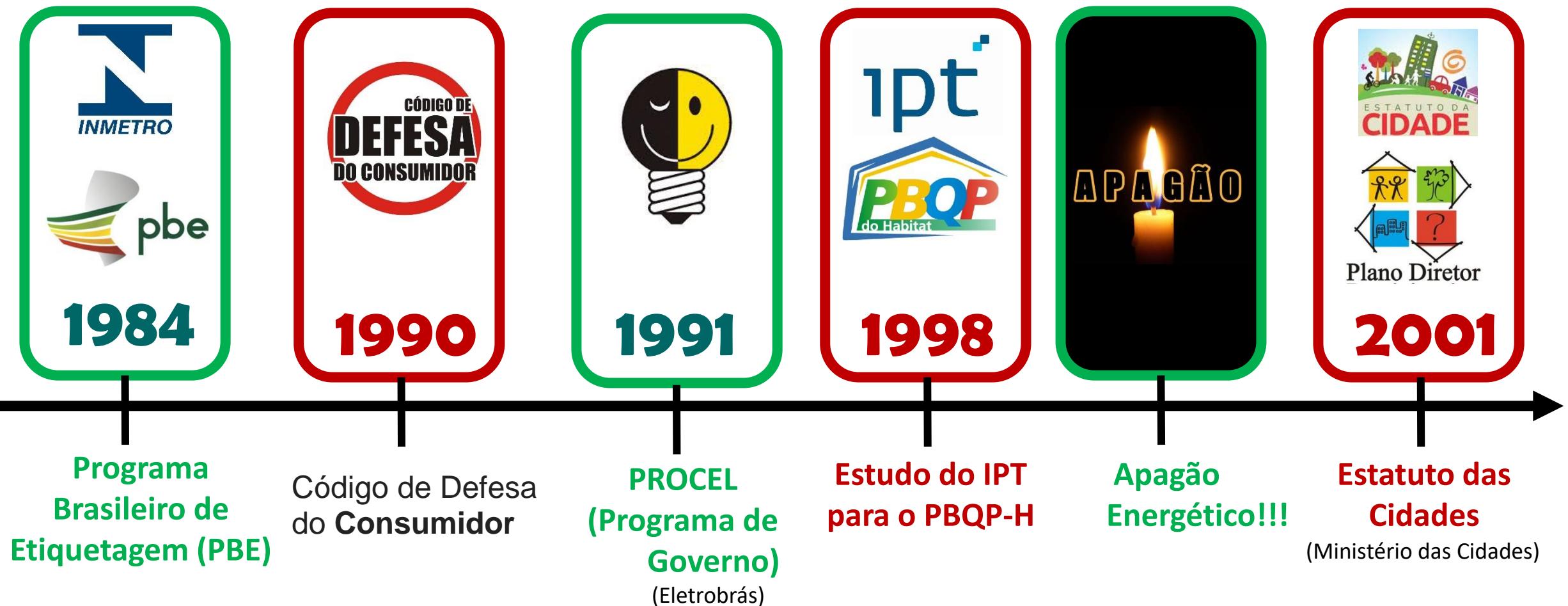
**Beijódromo UnB, Brasília/DF**



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



# FASE: DIAGNOSTICO DO PROBLEMA



# FASE: SOLUÇÕES NO MERCADO



## FASE: MELHORIAS E OBRIGATORIEDADE



**2016/2017**

- Vence 2 vezes edital do  
PNUD/MMA



**2017**

Nos tornamos OIA (Inmetro)

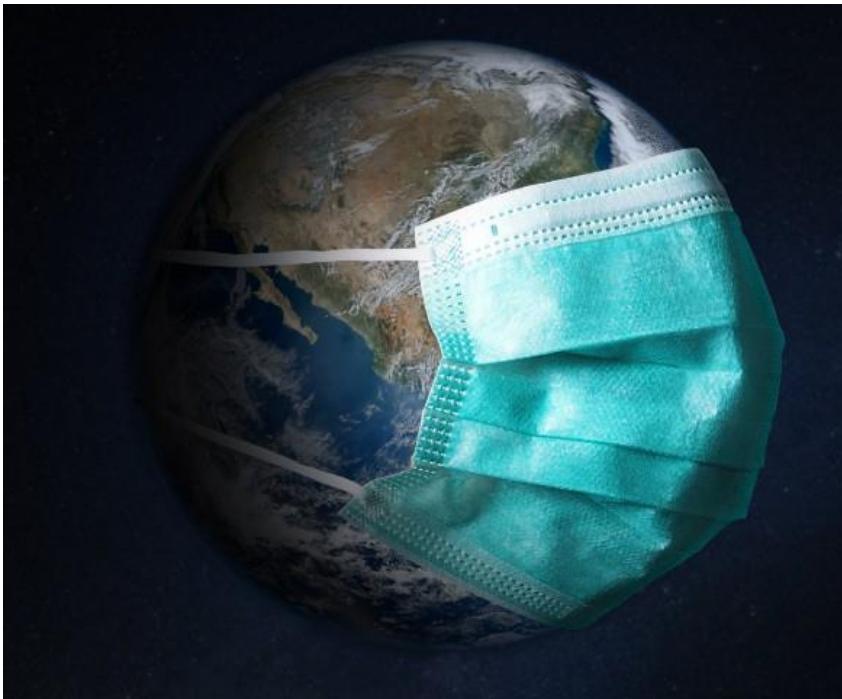


**BIM**

## E AGORA? 2020 ...



# CRISE MUNDIAL!



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

**REVISÃO DA ETIQUETAGEM!!**



Envoltória



**Envoltória** (peso 30%) obrigatório



**Illuminação Artificial** (peso 30%)



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



**Bonificações** (até um ponto extra)



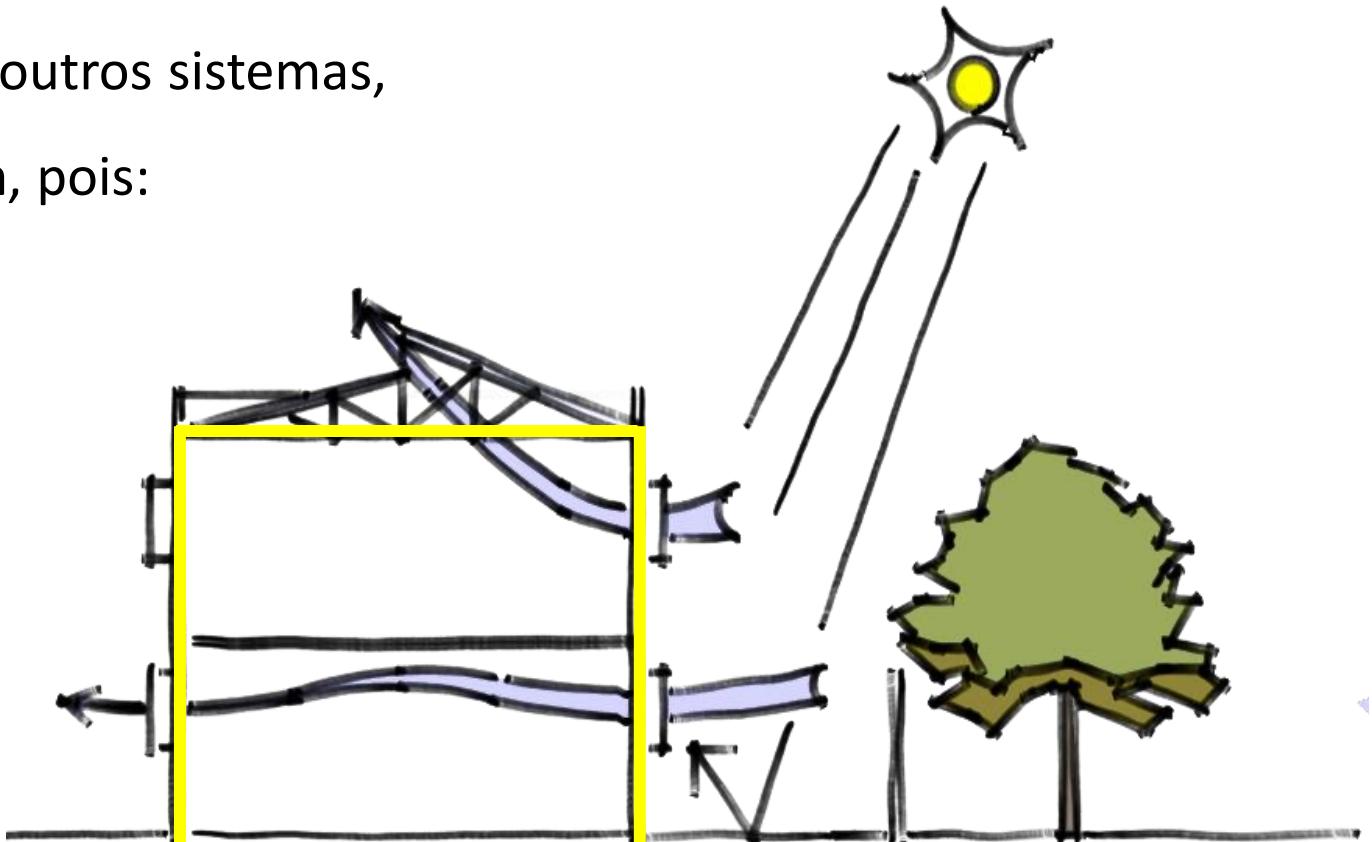
**Pré-requisitos Gerais** (obrigatórios)

# O que é envoltória? E qual sua importância?

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 luz natural
- Determina a carga térmica para o Ar condicionamento de ar





# Etiqueta PBE-Edifica

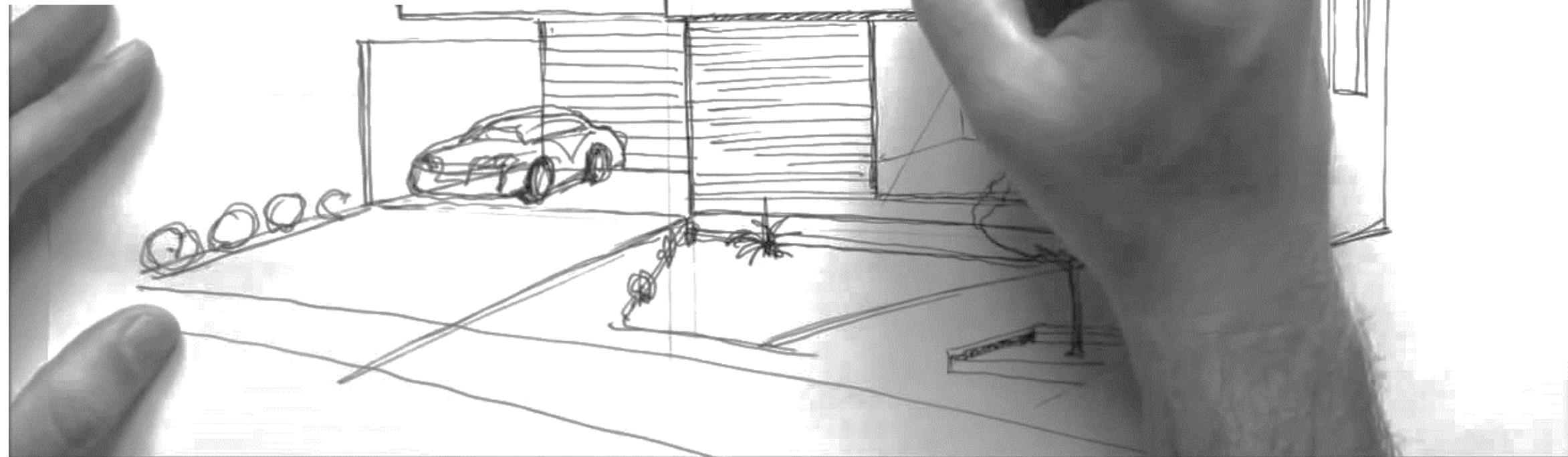


## AVALIAÇÃO DA ENVOLTÓRIA



# 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



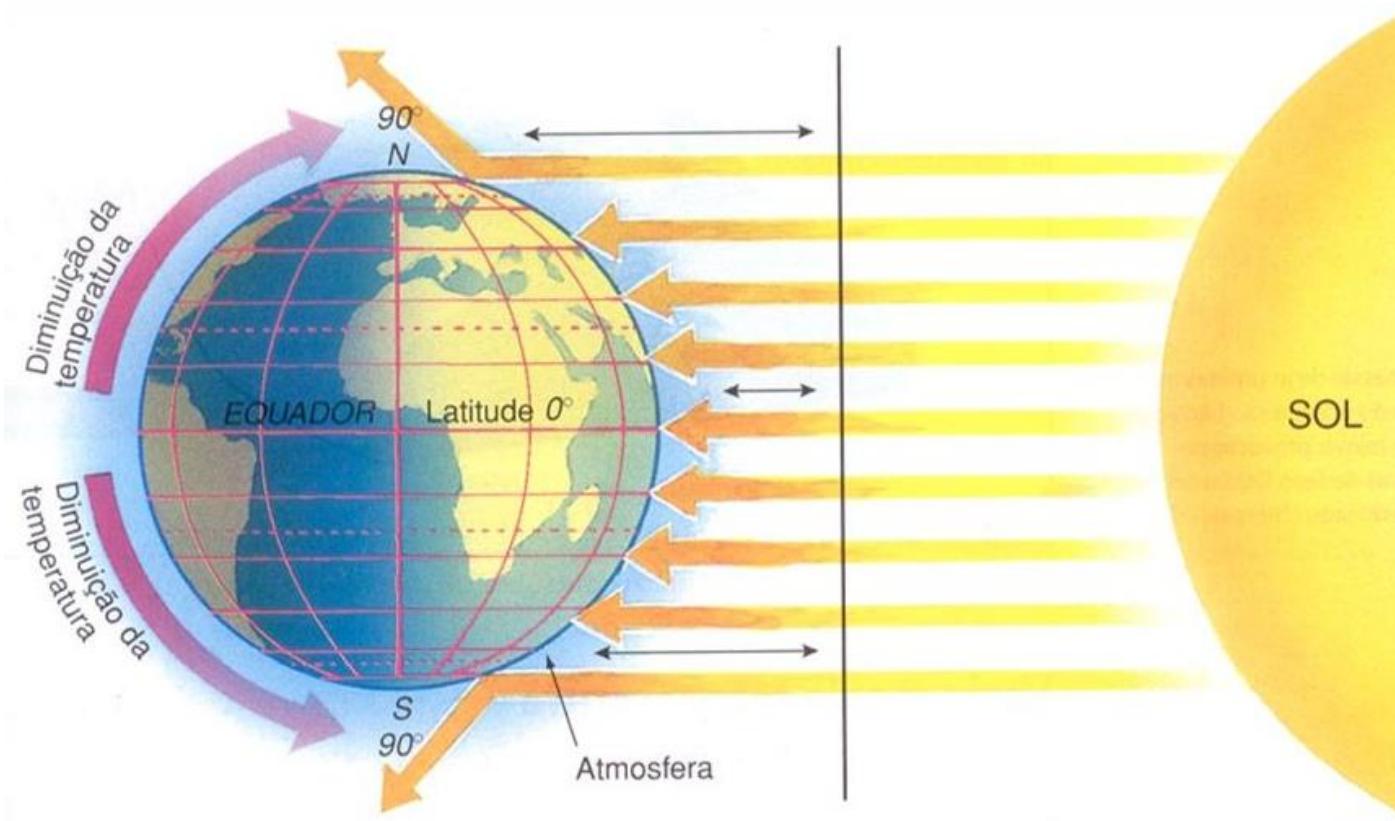
Industrial



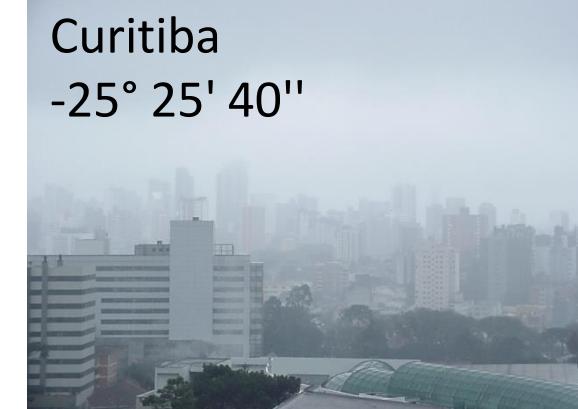
Hospitalar

# O que influencia no desempenho da envoltória?

## CLIMA LOCAL



Importantíssimo conhecer as estratégias de projeto adequadas a cada clima!

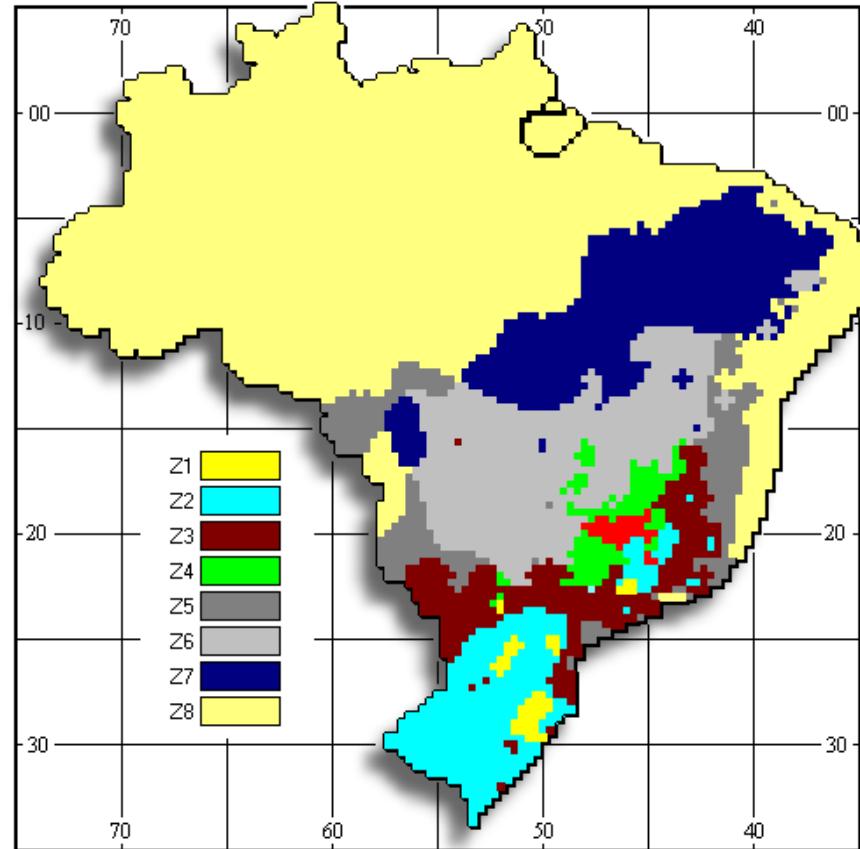


Envoltória



## CLIMA LOCAL

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

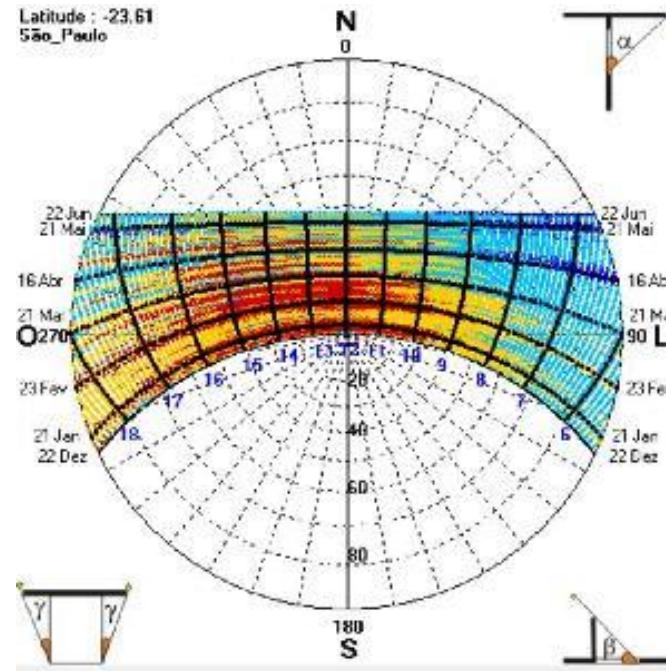


Zoneamento Bioclimático Brasileiro

*“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.”*

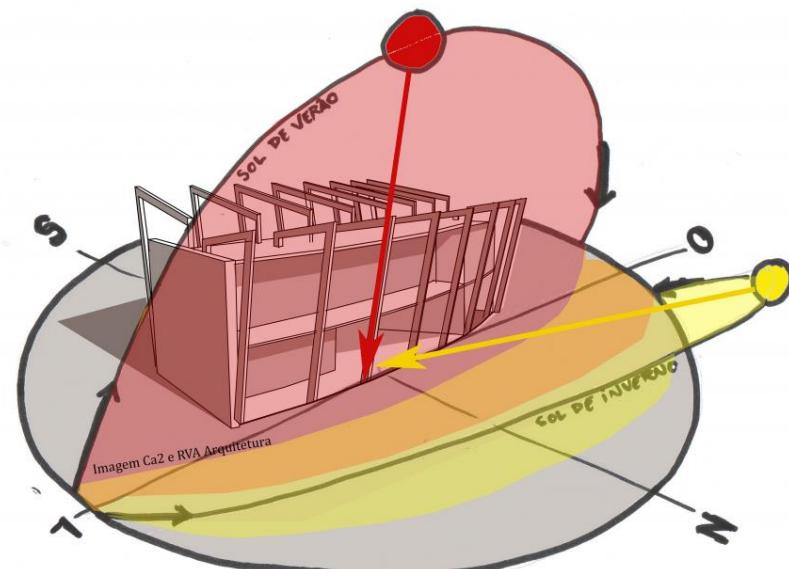
Na NBR 15.220 há uma lista com 330 cidades e para cada Zona Bioclimática, é descrito as principais estratégias de projeto, como tamanho de aberturas, tipo de coberturas e materiais.

# ORIENTAÇÃO E RADIAÇÃO SOLAR

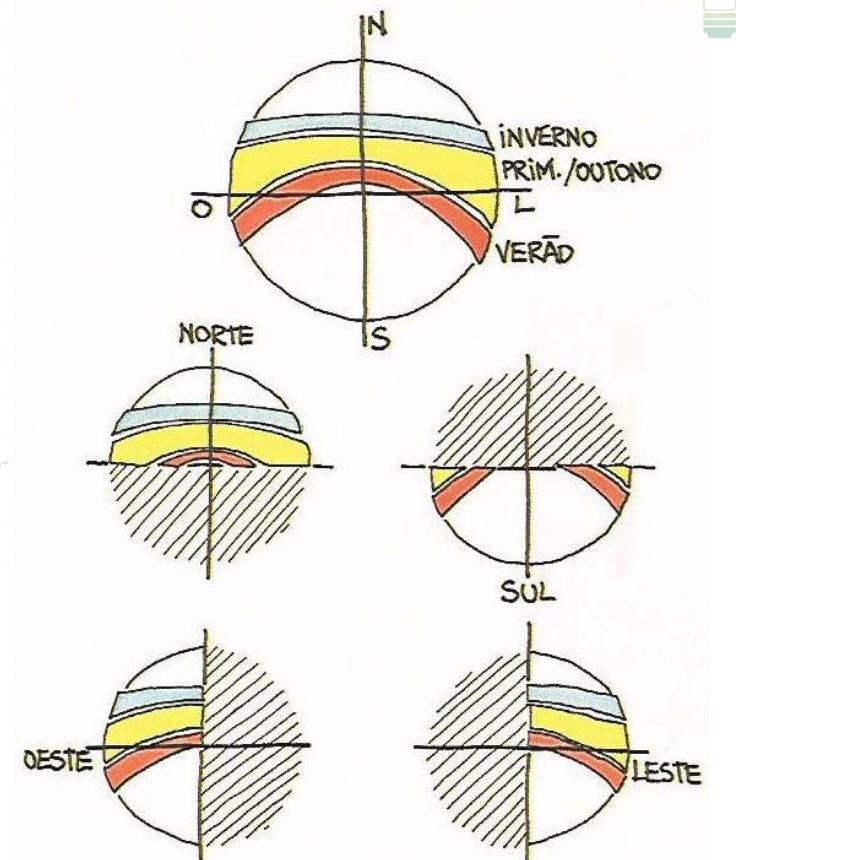


## Software Solar

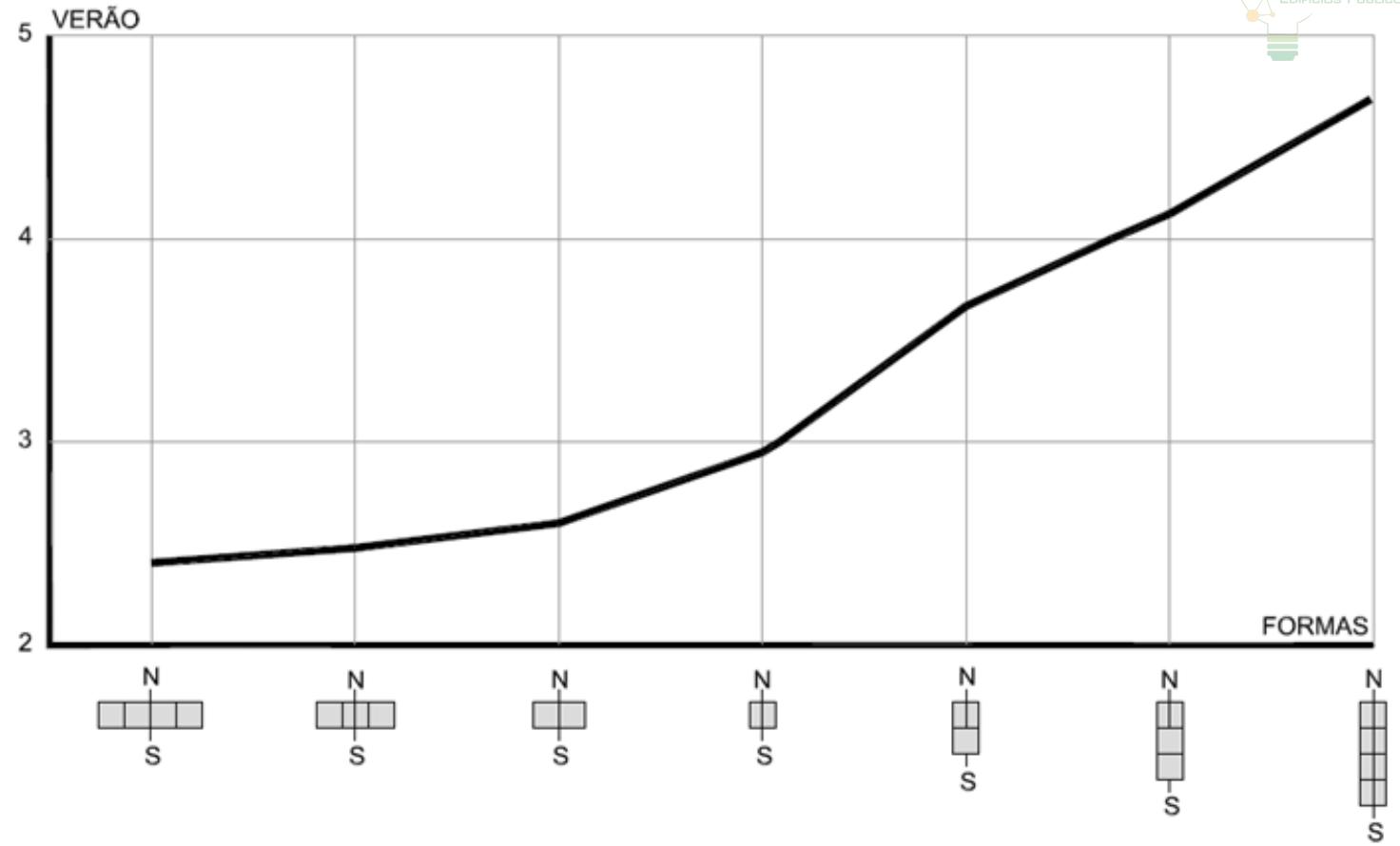
- ✓ **Leste:** sol todas as manhãs em todas as estações
  - ✓ **Oeste:** sol todas as manhãs em todas as estações
  - ✓ **Norte:** sol mais baixo durante todo dia no inverno e em boa parte da primavera e outono; sol mais alto no verão
  - ✓ **Sul:** sol inexistente no inverno; sol pouco presente no inicio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



## Orientação diferentes exigem soluções de fachadas diferentes!!!

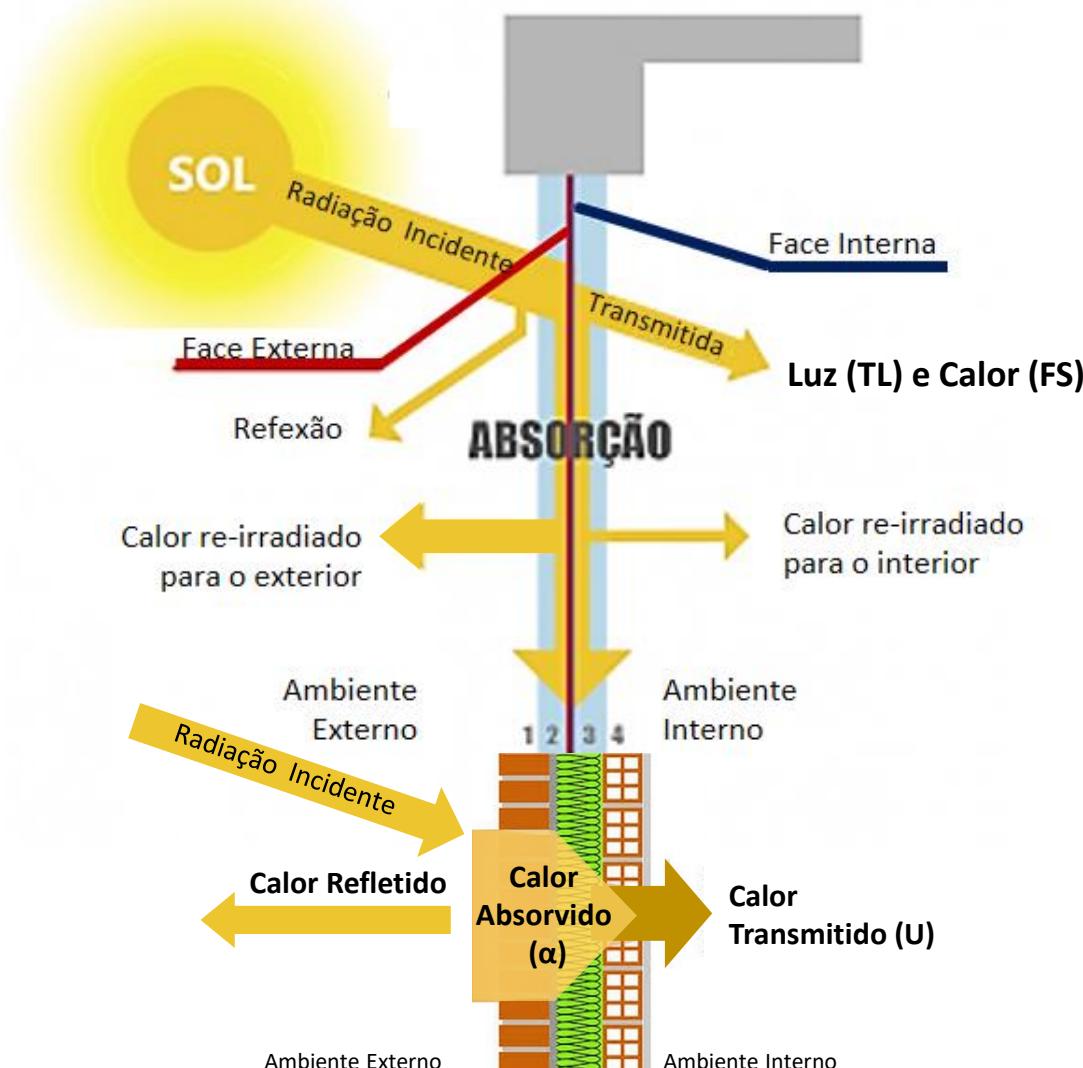


## FORMA x ORIENTAÇÃO: INFLUÊNCIA NA CARGA TÉRMICA



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

## 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



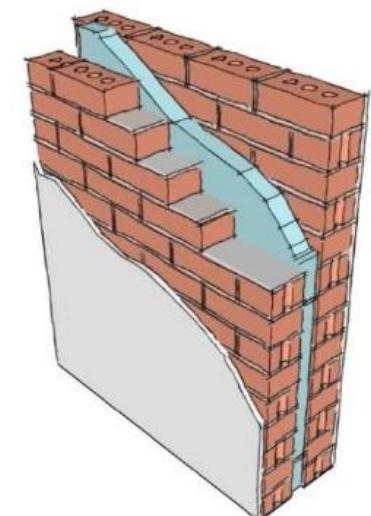
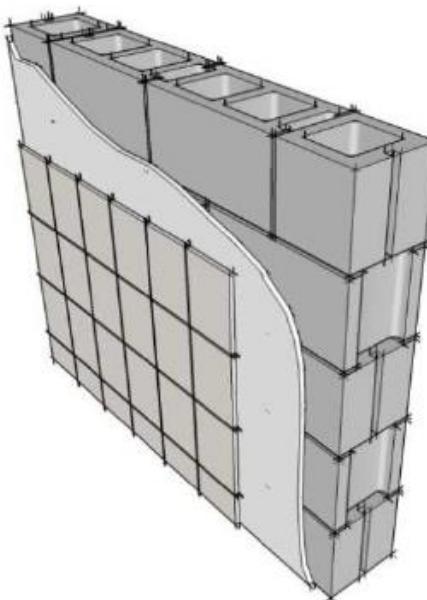
## MATERIAIS OPACOS

### Absortância ( $\alpha$ )

Cor	Nome	$\alpha$
Amarelo	Amarelo Antigo	51,4
Amarelo	Amarelo Terra	64,3
Amarelo	Areia	44,9
Azul	Azul	73,3
Azul	Azul Imperial	66,9
Branco	Branco	15,8
Branco	Branco Gelo	37,2
Camurça	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  $U = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 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?



## PROTEÇÃO SOLAR NAS ABERTURAS



**Radiação Solar Direta**

Calor e Ofuscamento



**Luz Natural Difusa**

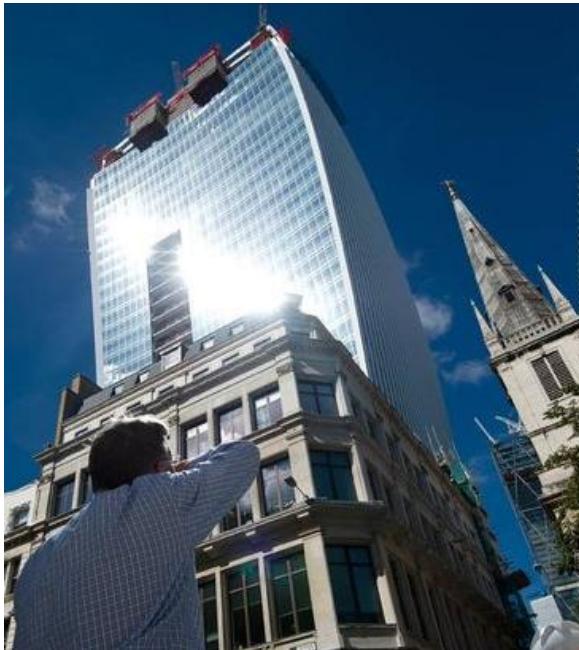
Conforto Luminoso e Eficiência Energética

## PROTEÇÃO SOLAR NAS ABERTURAS



# O que influencia no desempenho da 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!!

## 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

MORFOLOGIA  
MATERIAIS





## Envoltória: projeto de arquitetura Como ser Etiqueta A?

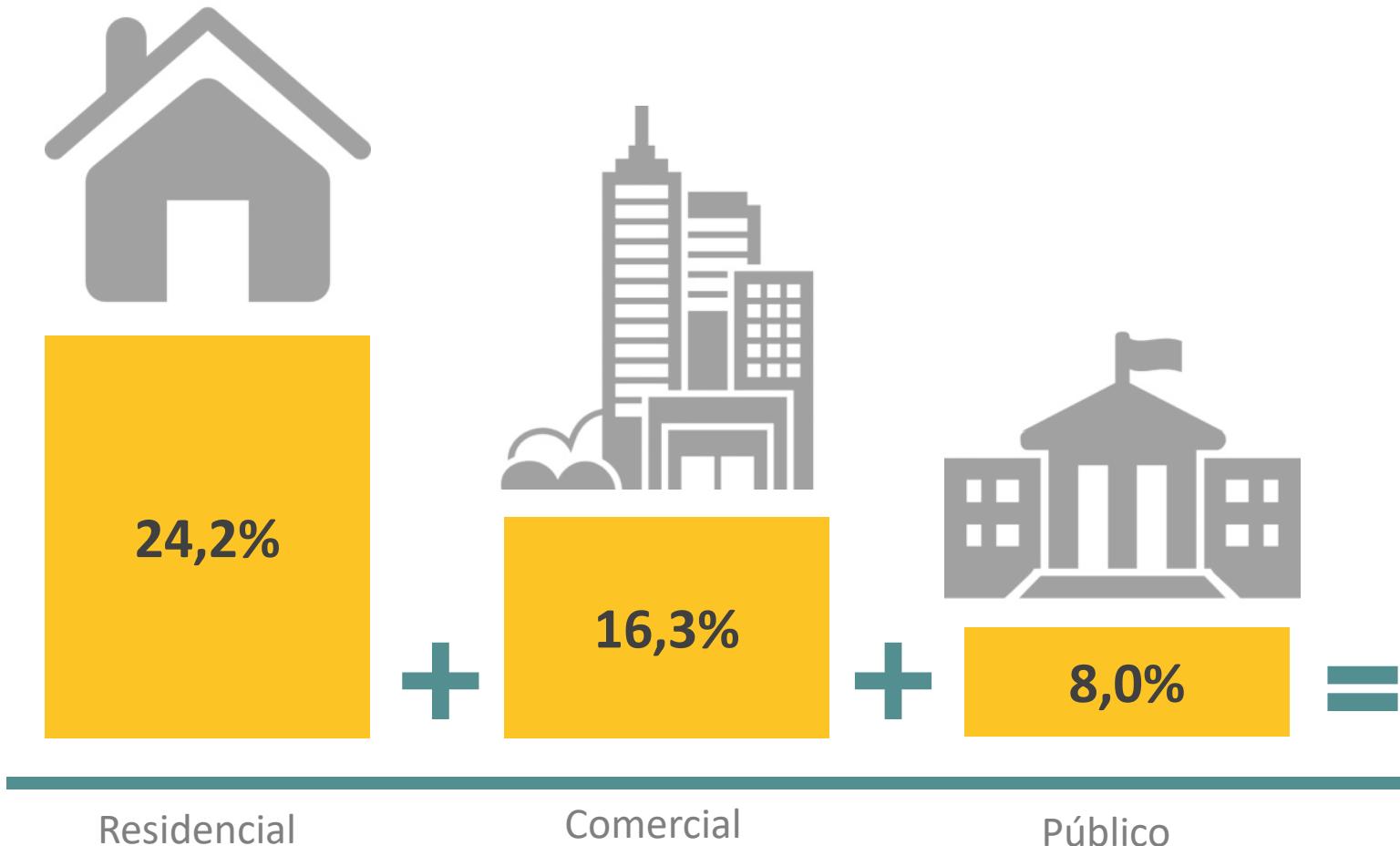


- **Seguir diretrizes para a Zona Bioclimática** (Norma ABNT 15.220 e RTQ-C)
- **Correta orientação da forma do edifícios e das fachadas**
- **Dimensionamento adequado das aberturas nas fachadas e coberturas** (ventilação e iluminação natural)
- **Especificação de vidros eficientes** (fator solar e transmissão 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 absorção (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.



# ETIQUETAGEM DE EDIFÍCIOS NO MUNDO



POLÍTICAS PÚBLICAS  
PARA CERTIFICAÇÕES

<http://www.buildingrating.org/>



# PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM DE EDIFÍCIOS

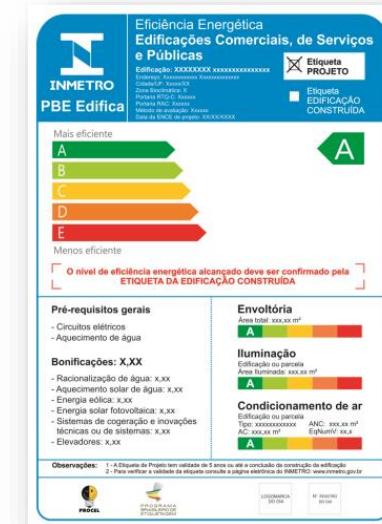


**PBE**  
EDIFICA

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



PROGRAMA  
BRASILEIRO DE  
ETIQUETAGEM



**ENCE PBE-Edifica**

ou distribuído sem autorização da empresa Quali-A Conforto Ambiental e Eficiência Energética LTDA (RTQ-C)



# 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!**



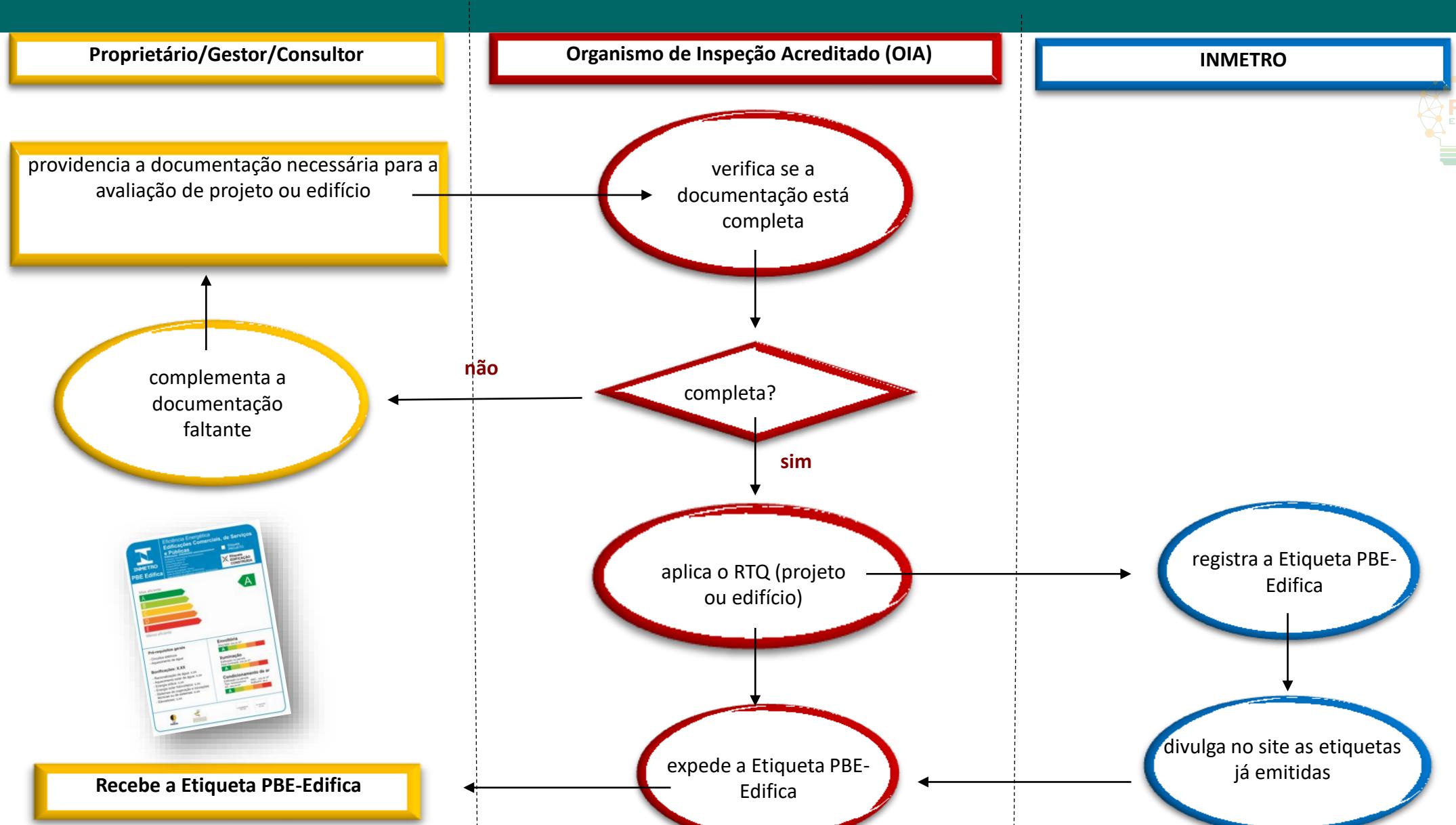
## 2ª etapa - Etiquetagem do edifício construído:

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!**



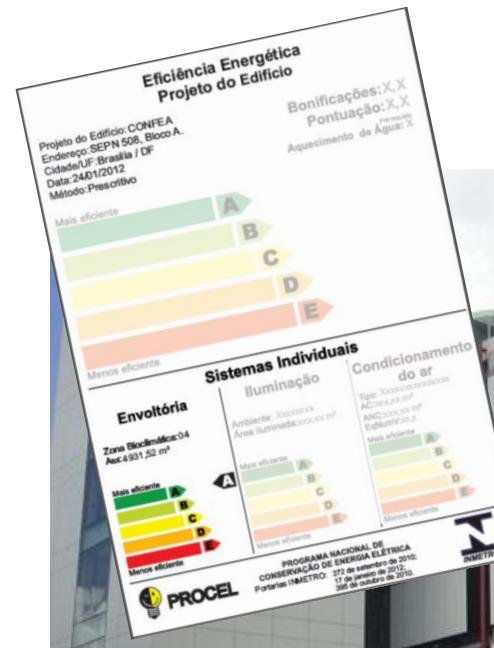
# Processo de Etiquetagem de um Edifício



# EDIFÍCIOS ETIQUETADOS EM BRASÍLIA

## **Novo Terminal Rodoviário**

Brasília/DF

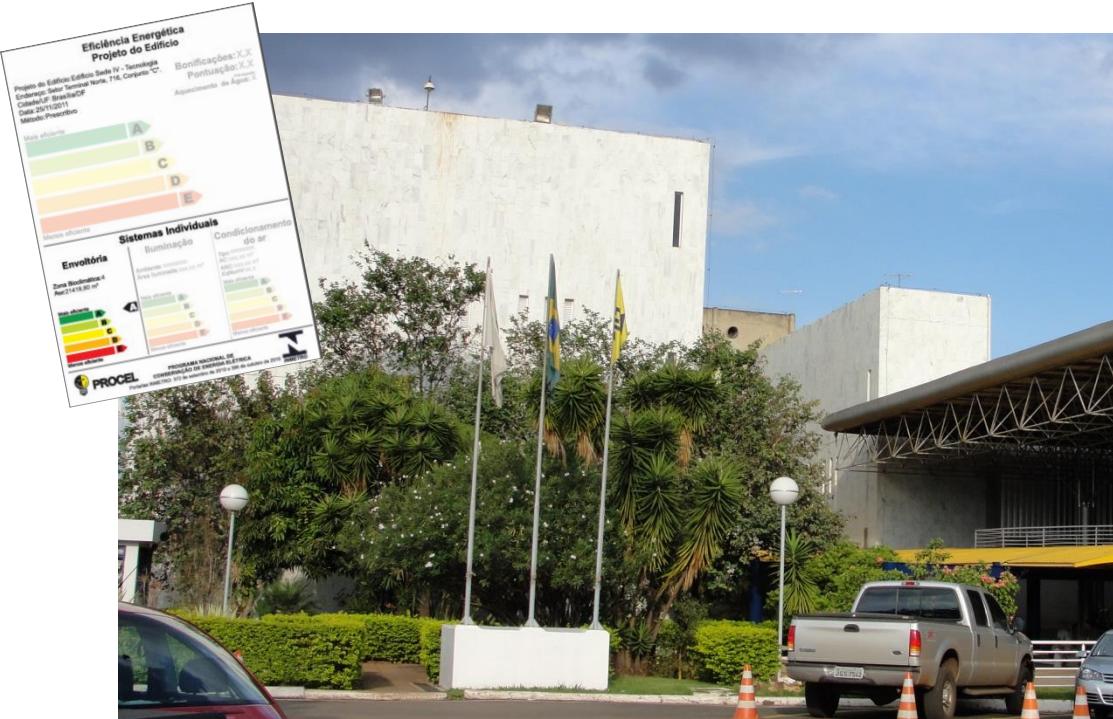


# Sede CONFEA



REDE  
DE ESTUDOS PÚBLICOS

# 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 agua);
- 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)



Fonte: <<http://sobralemrevista.blogspot.com.br/2014/11/um-cearense-na-esplanada-dos-ministerios.html>>

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



Fonte: <[http://blogdocrato.blogspot.com.br/2012\\_04\\_02\\_archive.html](http://blogdocrato.blogspot.com.br/2012_04_02_archive.html)>

# Impactos da Etiquetagem nas Licitações

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

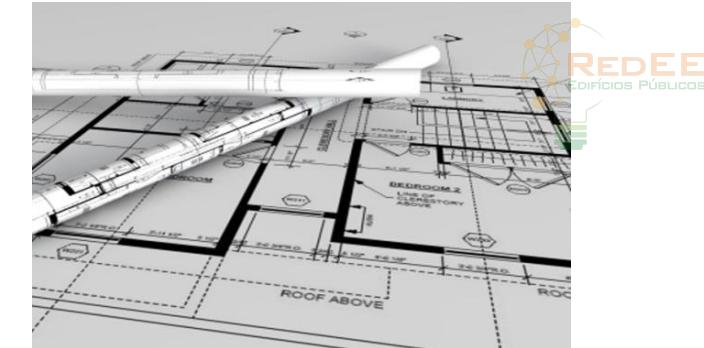
### TERMO DE REFERÊNCIA: PROJETO, OBRA e CONSULTORIA

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 apresentem 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!



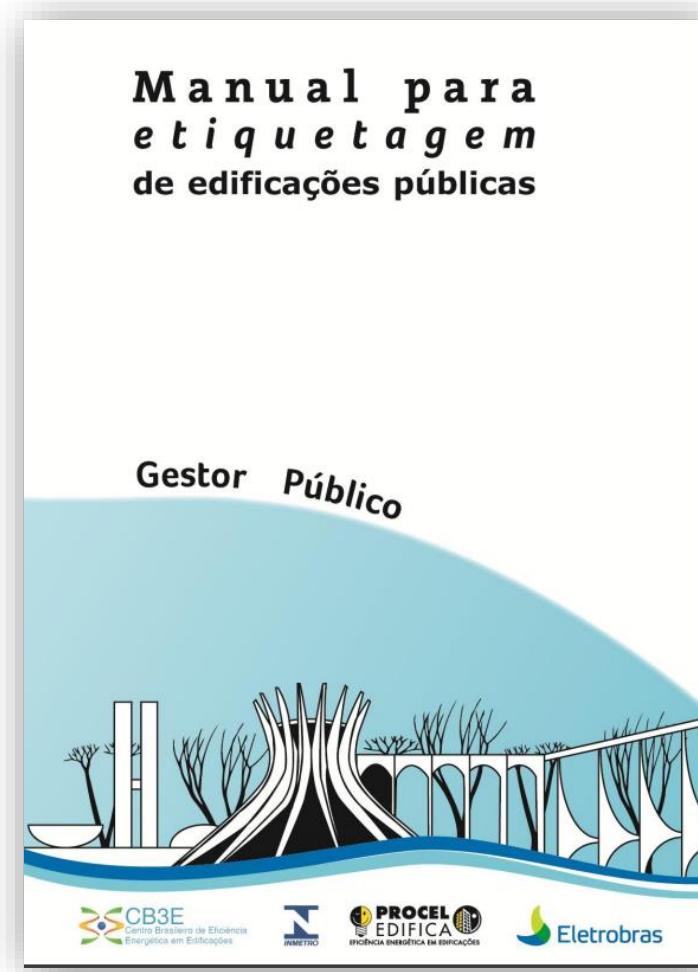
<http://www.pbeedifica.com.br/como-obter-selo-procel>



# Referências

## Manual sobre etiquetagem de edificações públicas

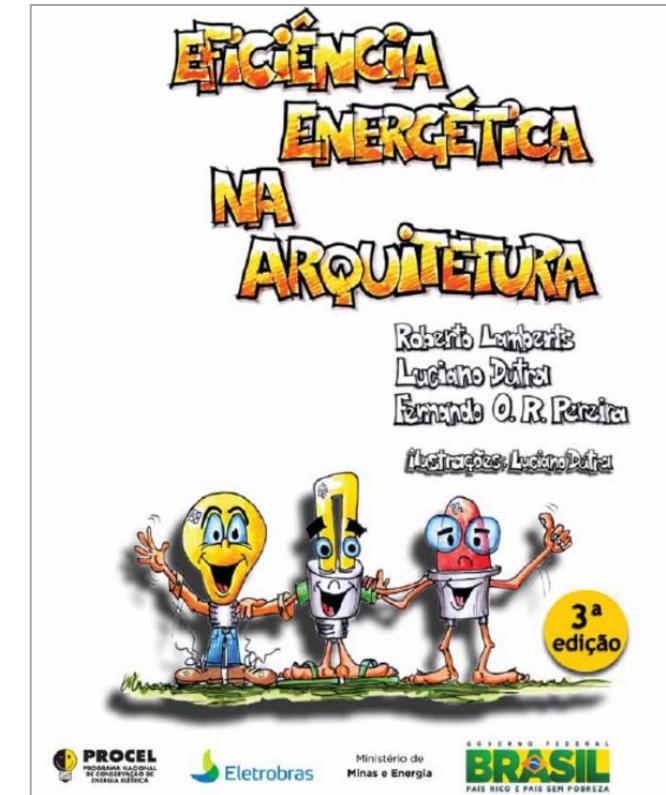
- Orientar o gestor público de forma que este tenha condições de coordenar o processo licitatório para projeto e execução de uma edificação visando à obtenção da etiqueta PBE Edifica para edificações Públicas Federais



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

# Referências

Material gratuito, já disponibilizado no [pbeedifica.com](http://pbeedifica.com)



# ATENÇÃO!!!

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

projeteee.mma.gov.br

SOBRE O PROJETEEE

PERGUNTAS FREQUENTES

GLOSSÁRIO

TUTORIAL

COLABORE

**BUSQUE UMA CIDADE**



**ESTUDOS PRELIMINARES**



**ESTRATÉGIAS  
BIOClimÁTICAS**



**COMPONENTES  
CONSTRUTIVOS**



**EQUIPAMENTOS**

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**



## Projeto 3E

Eficiência Energética Edificações

Execução e Financiamento do Projeto 3E:



Ministério do  
**Meio Ambiente**

*Empoderando vidas.  
Fortalecendo nações.*

Material e Capacitações:



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

Apoio:



# Obrigada!

**Júlia Fernandes**

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

(61) 99942-1691

Acessar coletânea de materiais  
gratuitos sobre o tema:

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

