



CARTA BIOCLIMÁTICA

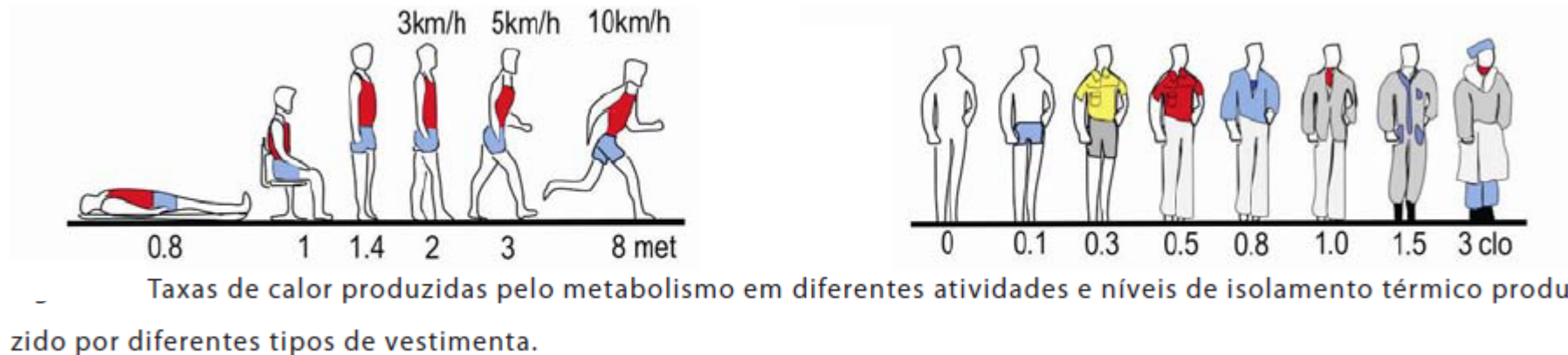
CONFORTO AMBIENTAL I – TÉRMICA

MATERIAL DIDÁTICO

PROF.^a DR.^a ERIKA CICONELLI DE FIGUEIREDO

BIOCLIMATOLOGIA

SENSAÇÃO DE CONFORTO



“O movimento do ar reduz a temperatura efetiva devido à evaporação do suor da pele e às trocas convectivas entre a corrente de ar e o corpo humano (ASHLEY; SHERMAN, 1984). Por essa razão, o limite máximo da zona de conforto, estabelecido para condições sem vento, pode ser ampliado em função da velocidade de ar” (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2010, p. 13).

BIOCLIMATOLOGIA

VENTILAÇÃO

NATURAL

- “O *Building Research Establishment* - BRE, na Inglaterra, sugere que ajustes na temperatura de conforto precisam ser realizados para computar o efeito combinado da velocidade do ar, vestimenta e atividade física (BRE, 1979). Por exemplo, para indivíduos realizando trabalhos ativos onde a velocidade do ar interno seja da ordem de 1,0 m/s, podem ocorrer ajustes de até 5°C na temperatura de conforto preferida, em comparação com uma condição de calmaria” (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2010, p. 14).

BIOCLIMATOLOGIA

SENSAÇÃO DE CONFORTO

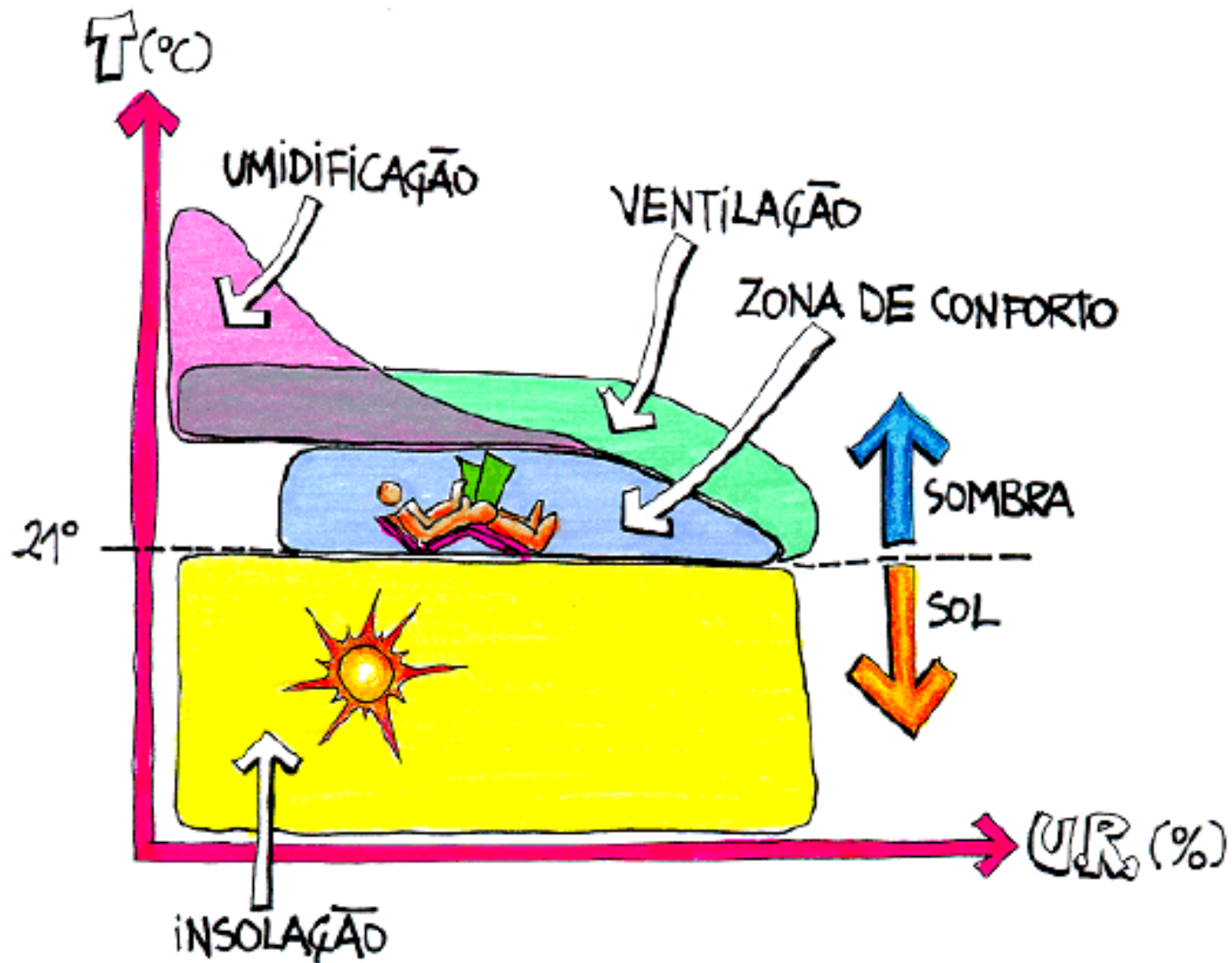
Vestimenta	Nível de Atividade			
	Dormindo	Sentado	Em Pé	Ativo
Nu	31	29	25	23
Roupa Leve	29	26	21	18
Paletó e gravata	27	23	17	13
Veloc. Do Vento (m/s)	Ajuste os valores acima devido ao movimento do ar			
0,2	0,5	1,0	1,0	1,5
0,4	1,0	1,5	2,0	3,0
0,7	1,5	2,0	3,0	4,0
1,0	2,0	2,5	3,5	5,0

Quadro 1. - Temperatura de conforto (em °C), e ajustes devido à vestimenta e ao nível de atividade dos indivíduos, em função da velocidade do ar.

Fonte: BRE, 1979.

Para trabalhos sedentários (sentados), realizados em ambiente não ventilado, a mudança da roupa executiva (paletó) para uma roupa mais leve (camisa de manga curta de algodão e calça comprida, por exemplo), aumenta a tolerância do sujeito em cerca de 3°C. Se, além desse ajuste no vestuário, existirem correntes de ar com velocidade de 1,0 m/s, o indivíduo aceitará um aumento adicional de 2,5°C, devido ao efeito refrescante produzido pelo movimento de ar (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2010, p. 14).

CARTA
BIOCLIMÁTICA
IRMÃOS OLGYAY
(1968)

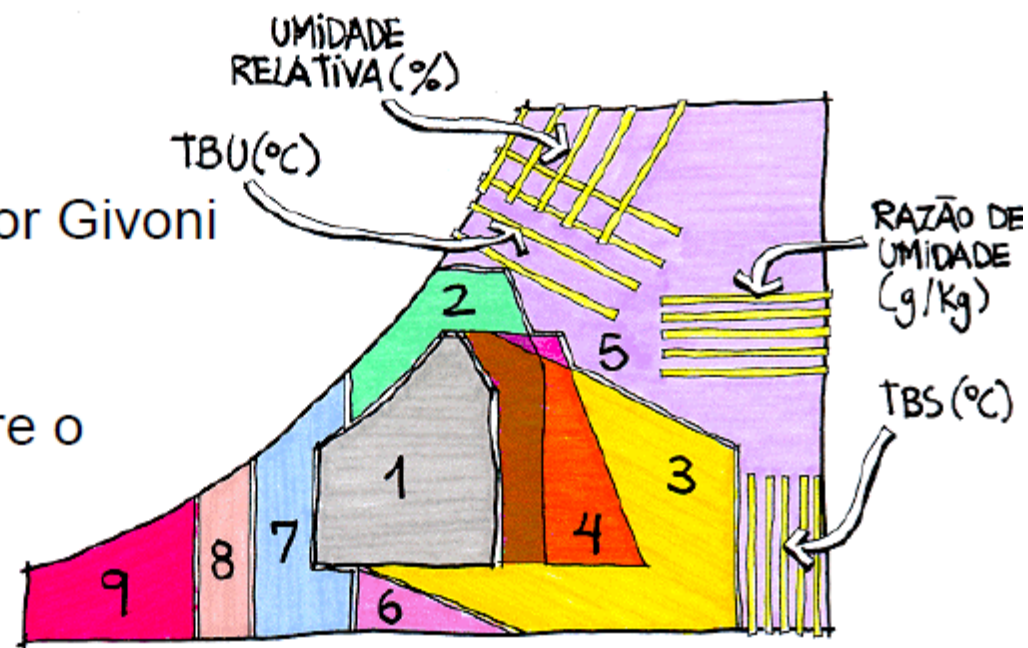


CARTA BIOCLIMÁTICA GIVONI (1991)

- TBS – temp. bulbo seco
- TBU – temp. bulbo úmido
- Razão de umidade: gramas de vapor d'água por kilo de ar seco (umidade absoluta)
- Diagrama psicrométrico: que relaciona a temperatura do ar com a umidade relativa

Desenvolvida por Givoni
em 1991

Construída sobre o
diagrama
psicrométrico



É a mais adequada para o Brasil

- ◆ Para países em desenvolvimento
- ◆ Se baseia em temperaturas internas

TERMO- HIGRÔMETRO

- Termômetro de bulbo seco e úmido

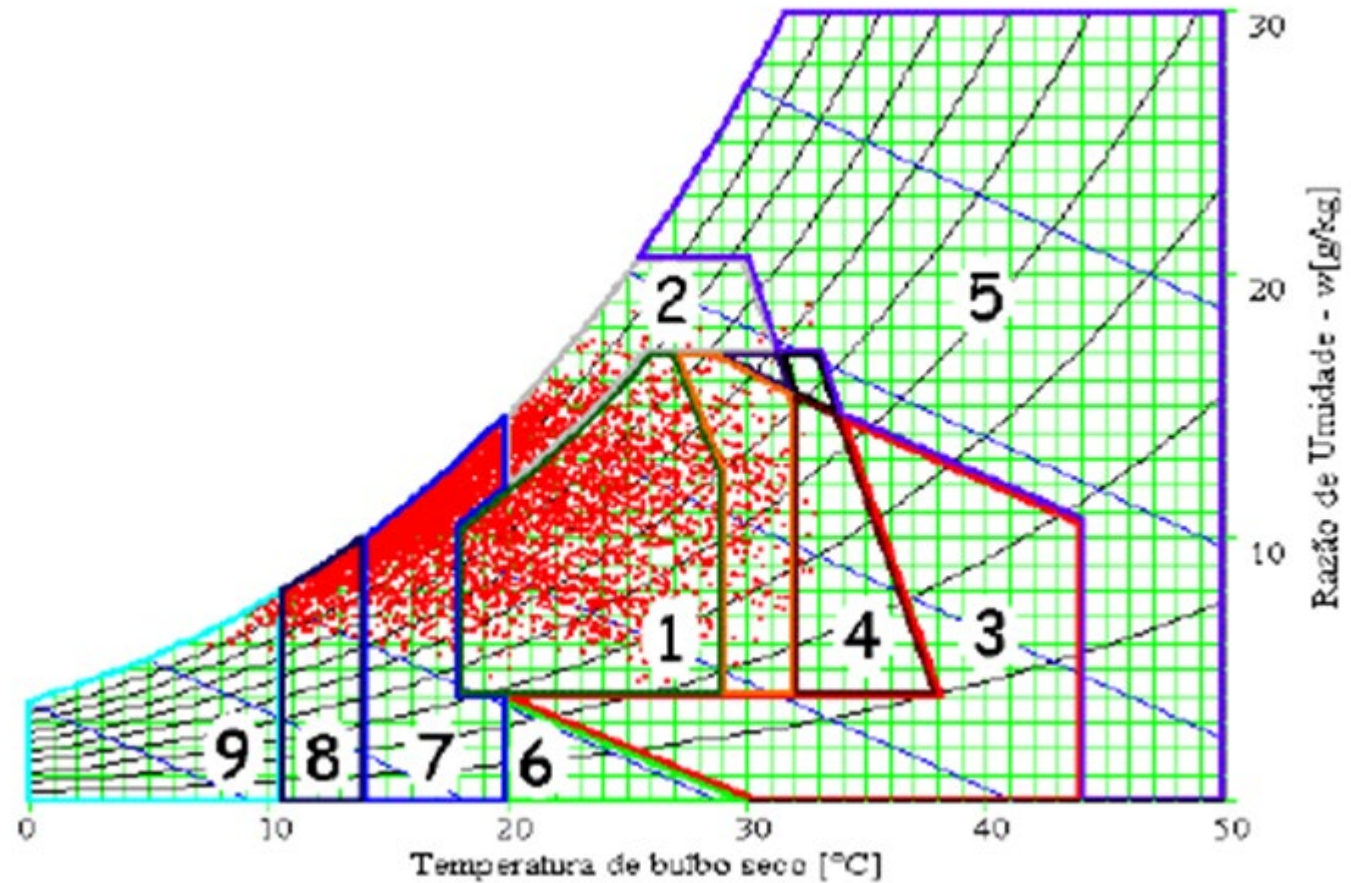


Fonte:

<https://www.climaeambiente.com.br/prod,id produto,3811722,casa-e-escritorio-termo-higrometro---bulbo-seco-e-umido-5195-03-0-00>

CARTA BIOCLIMÁTICA DE SÃO PAULO

ESTRATÉGIAS



Fonte: Lamberts; Dutra; Pereira, 2014.

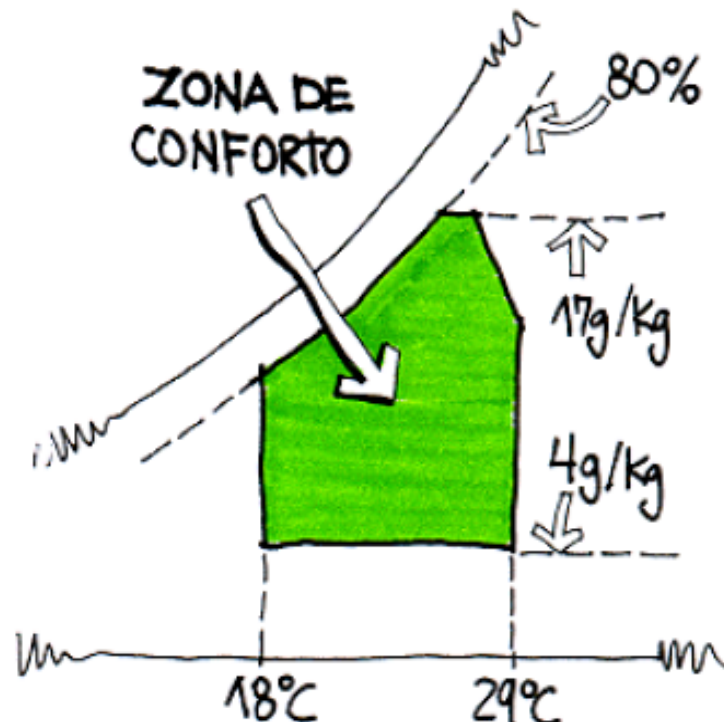
CASA EFICIENTE

- Eletrobrás (Eletrosul)/ UFSC
- 2015
- <http://labeee.ufsc.br/projetos/casa-eficiente>

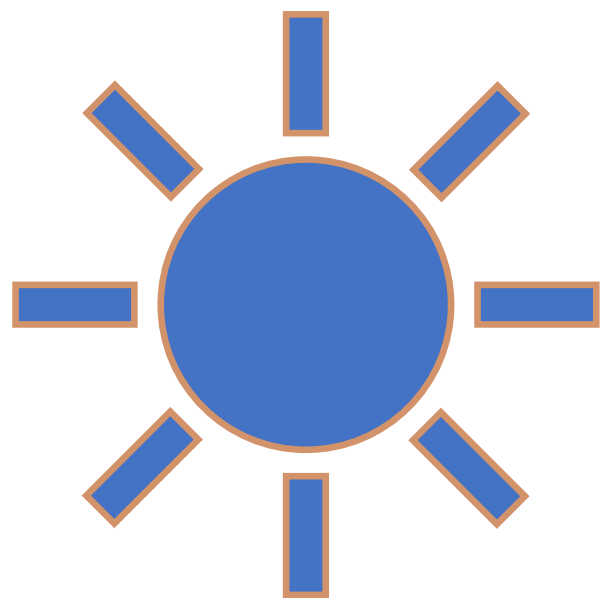


CARTA BIOCLIMÁTICA

ZONA DE CONFORTO



- Grande probabilidade de sensação de conforto térmico.
- Evitar impacto do vento abaixo de 18°C.
- Evitar incidência de radiação solar direta próximo à 29°C.
- **Não é considerada uma estratégia bioclimática**

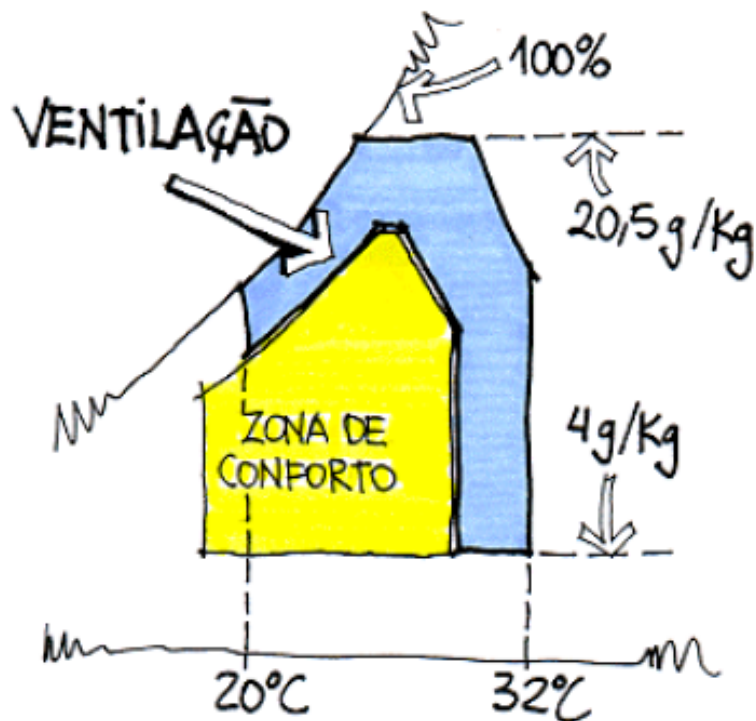


ESTRATÉGIAS PASSIVAS

CARTA BIOCLIMÁTICA

CARTA BIOCLIMÁTICA

VENTILAÇÃO



- Acima de 29°C ou com umidade relativa superior a 80%.
- Ventilação pode melhorar a sensação térmica (velocidade máxima para o ar interior de 2 m/s).

CARTA BIOCLIMÁTICA

VENTILAÇÃO



Amazonas. <http://www.nicolasfelipepedalea.blogspot.com>

Fonte: Lamberts, [201-?]

CARTA BIOCLIMÁTICA

VENTILAÇÃO



Amazonas.

<http://www.nicolasfelipepedalea.blogspot.com/>



“House in safe” - Bangkok, Tailândia

<http://www.tyintegnestue.no/>

Fonte: Lamberts, [201-?]

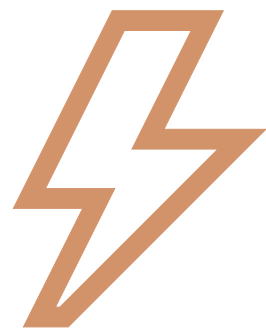
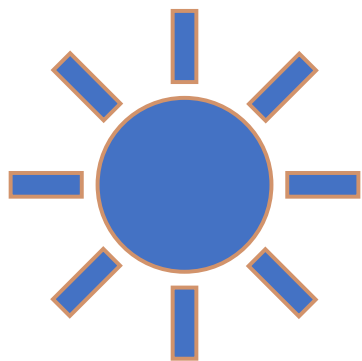
CARTA BIOCLIMÁTICA

VENTILAÇÃO



“Casa Macana” – Cauca, Colombia
<http://www.juanmanuelpelaez.com>

Fonte: Lamberts, [201-?]

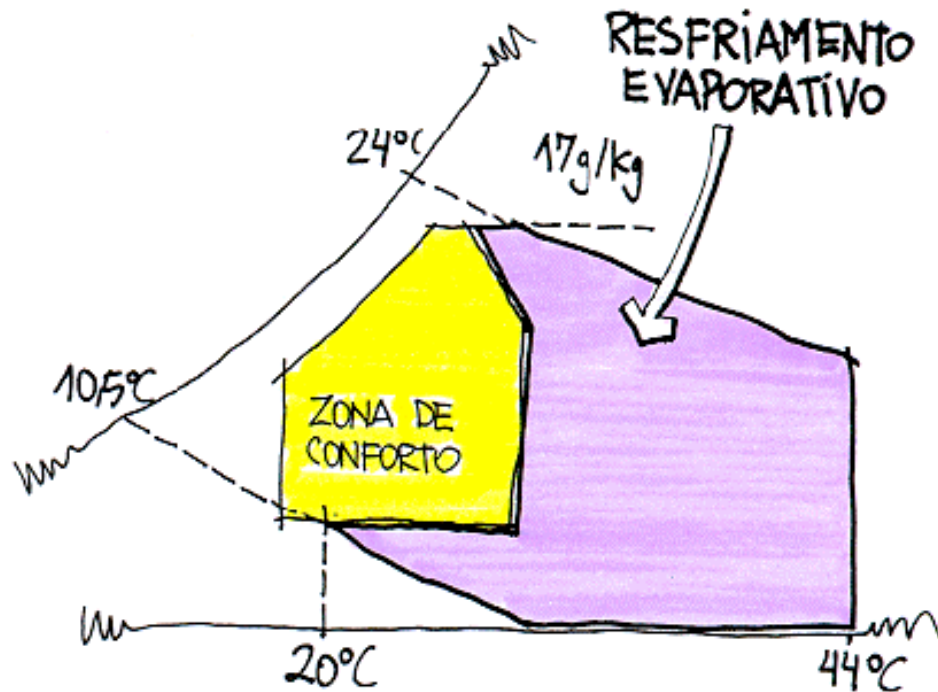


ESTRATÉGIAS ATIVAS E PASSIVAS

CARTA BIOCLIMÁTICA

CARTA BIOCLIMÁTICA

RESFRIAMENTO EVAPORATIVO DAS SUPERFÍCIES EDIFICADAS



- Evaporação da água para reduzir a temperatura das superfícies da edificação.
- Telhas cerâmicas não vitrificadas. Sua porosidade absorve a água da chuva e do sereno noturno, reduzindo os ganhos térmicos para o interior.
- fonte dos pátios árabes; vegetação.
- aconselhável apenas quando a TBU máxima não excede 24°C e a temperatura TBS máxima não ultrapassa os 44°C (LAMBERTS et al., 1997, p. 107).

CARTA BIOCLIMÁTICA

RESFRIAMENTO EVAPORATIVO DAS SUPERFÍCIES EDIFICADAS



“ Carnegie Institute for Global Ecology building”
Stanford University - USA



Fonte: Lamberts, [201-?]

CARTA BIOCLIMÁTICA

RESFRIAMENTO EVAPORATIVO DAS SUPERFÍCIES EDIFICADAS

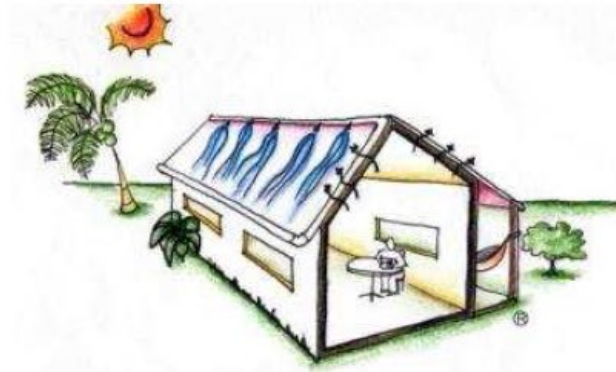
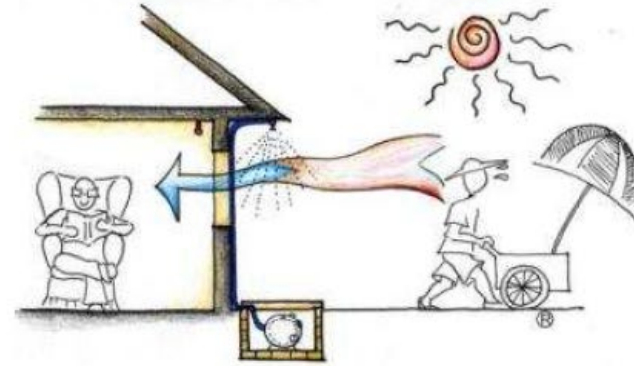
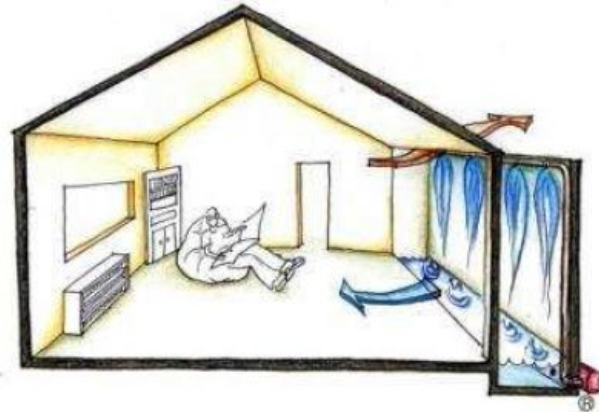


“British Pavilion, Seville Exposition 1992” - Espanha

Fonte: Lamberts, [201-?]

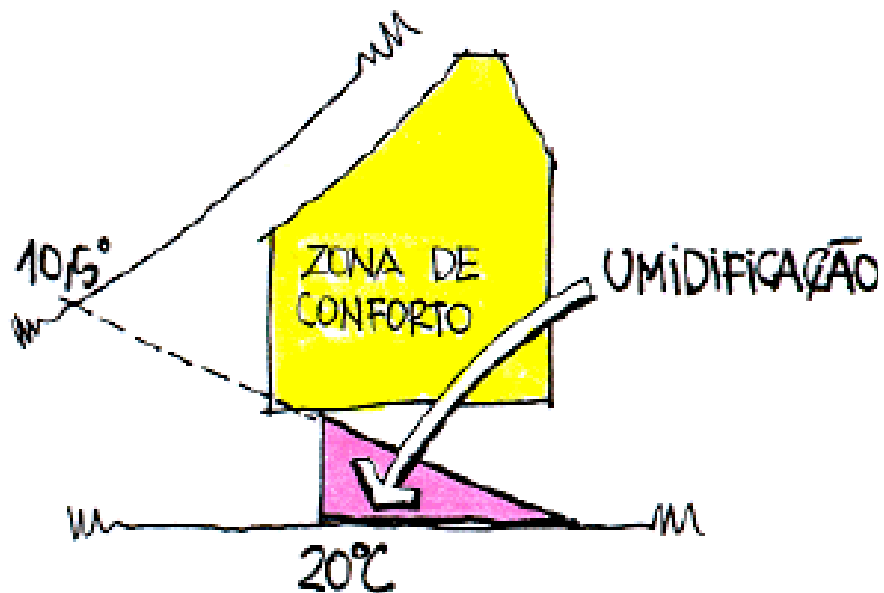
CARTA BIOCLIMÁTICA

RESFRIAMENTO EVAPORATIVO DAS SUPERFÍCIES EDIFICADAS



CARTA BIOCLIMÁTICA

UMIDIFICAÇÃO



➤ Quando a umidade relativa do ar for muito baixa e a temperatura inferior a 27°C, empregar recursos simples como a utilização de recipientes com água.

➤ As baixas taxas de renovação de ar permitem manter o vapor de água à níveis confortáveis com mínima evaporação e resfriamento (LAMBERTS et al., 1997, p. 109).

CARTA BIOCLIMÁTICA

UMIDIFICAÇÃO

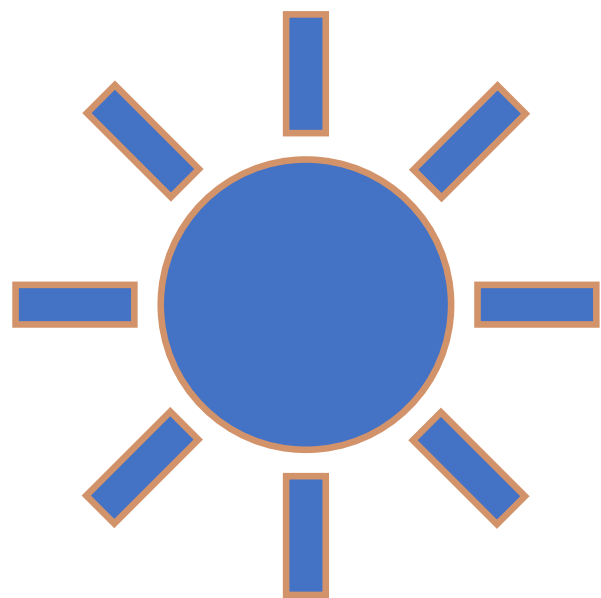


Brasilia



Brisbane, Australia

Fonte: Lamberts, [201-?]

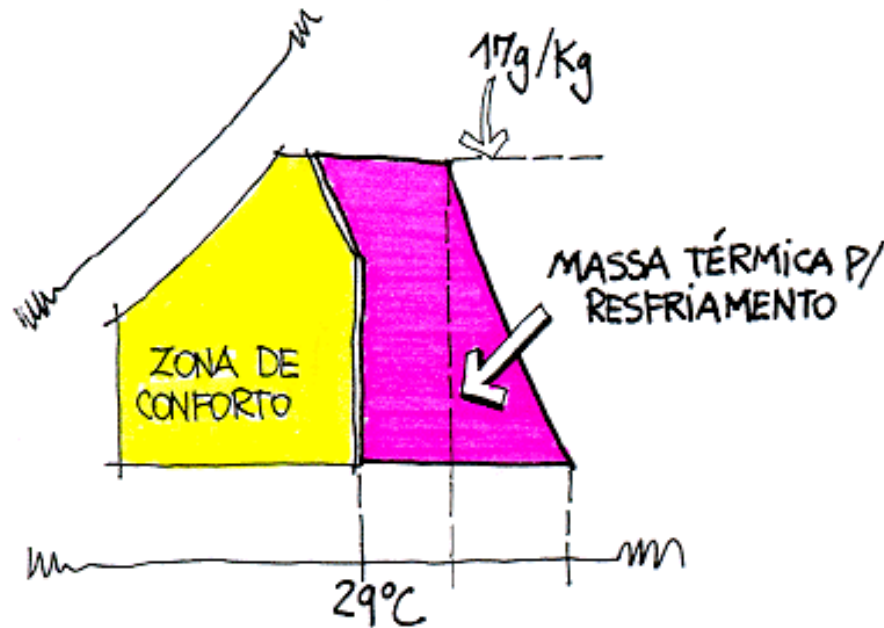


ESTRATÉGIAS PASSIVAS

CARTA BIOCLIMÁTICA

CARTA BIOCLIMÁTICA

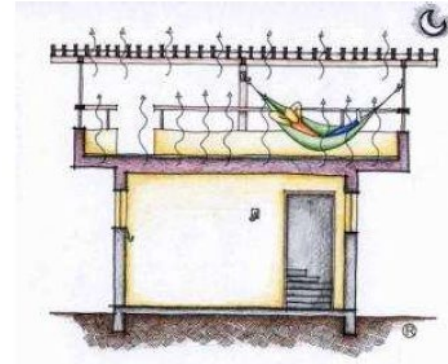
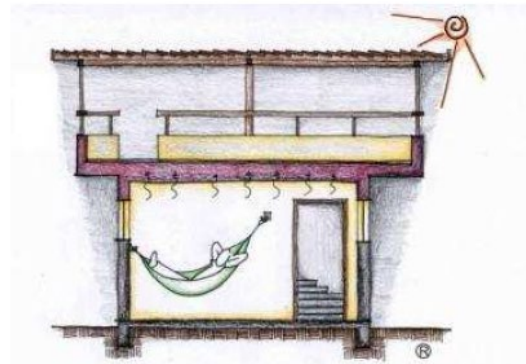
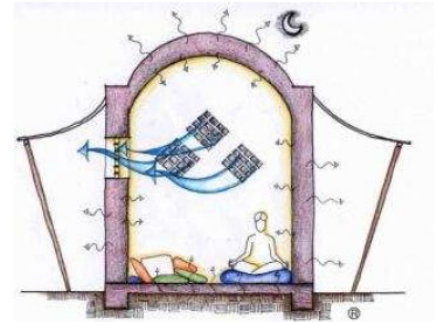
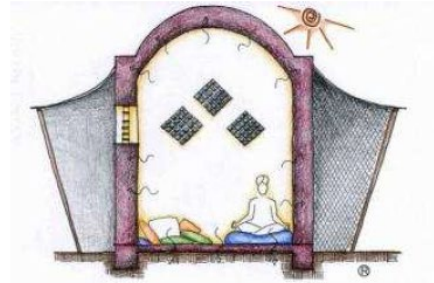
MASSA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO



- Inércia térmica para diminuir a amplitude da temperatura interior em relação à exterior.
- O calor armazenado na estrutura térmica da edificação durante o dia é devolvido ao edifício somente à noite, quando as temperaturas externas diminuem (LAMBERTS et al., 1997, p. 108).
- Ventilação natural

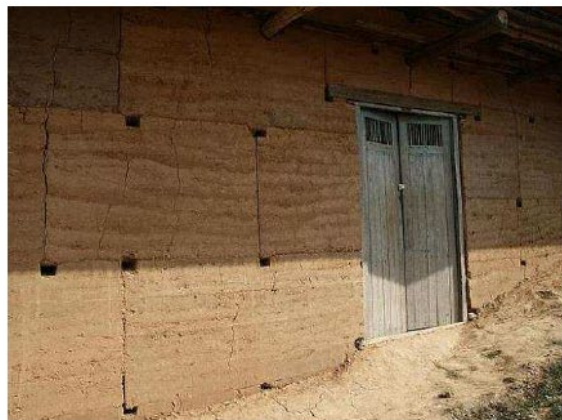
CARTA BIOCLIMÁTICA

MASSA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO



CARTA BIOCLIMÁTICA

MASSA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO



Perú



Cartagena, Colômbia

Fonte: Lamberts, [201-?]



Arquitetura Colonial
Parati - RJ

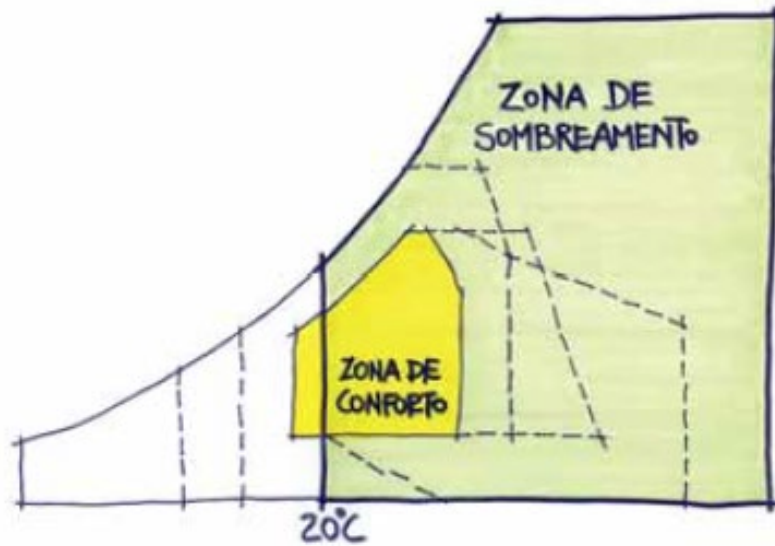


Massa térmica da terra

Parede solo-cimento. Fonte: Maria Augusta Justi Pisani, 2006

CARTA BIOCLIMÁTICA

SOMBREAMENTO



- Esta estratégia deve ser utilizada sempre que a TBS for igual ou superior a 20°C, mesmo quando a carta bioclimática indicar conforto térmico (LAMBERTS et al., 2014, p. 91).

CARTA BIOCLIMÁTICA

SOMBREAMENTO



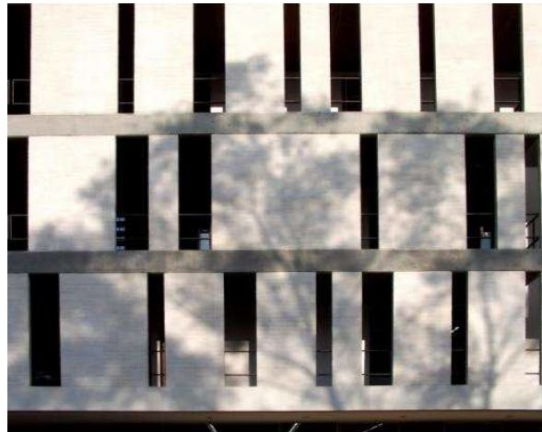
São Paulo



“Casa de Huéspedes Ilustres” – Cartagena, Colômbia



Coluni UFV



“UPB Bloque de Ingeniería” – Medellín, Colômbia
<http://www.alejandrestrepomontoya.com/>

CARTA BIOCLIMÁTICA

SOMBREAMENTO



China



Seattle, USA

Fonte: Lamberts, [201-?]

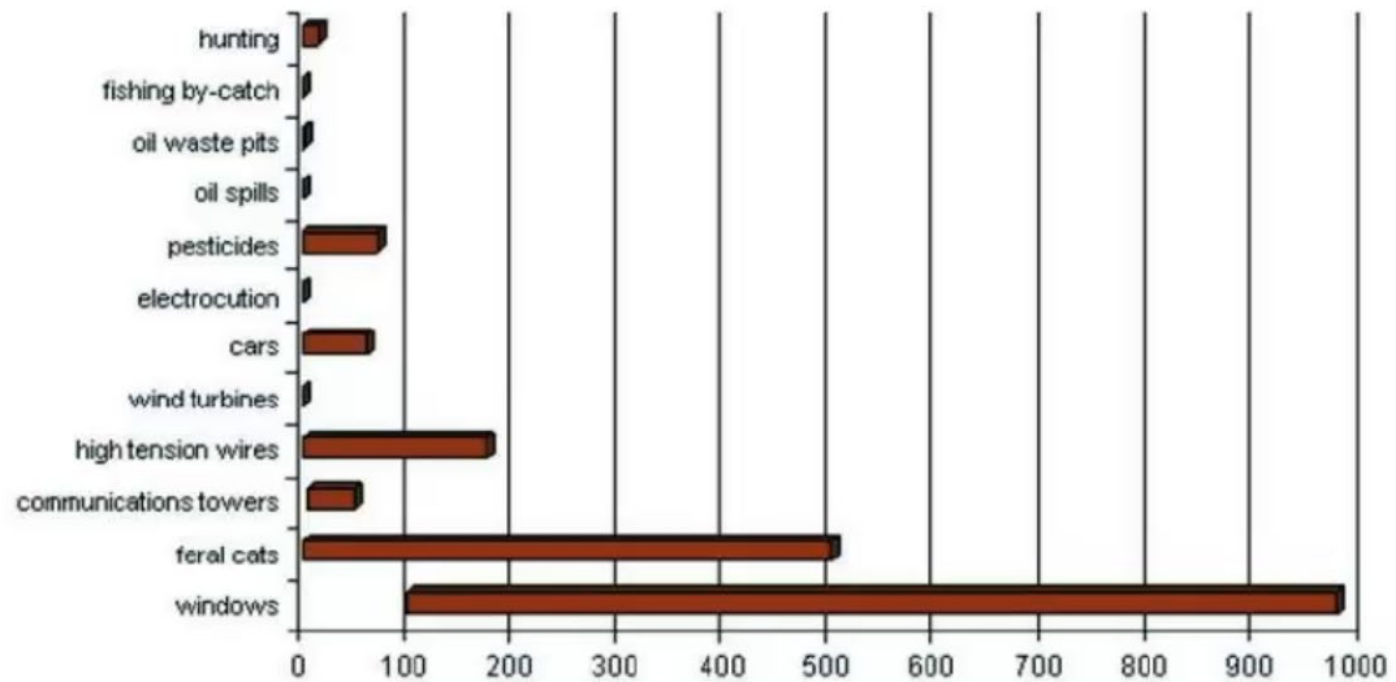


FACHADAS ENVIDRAÇADAS

IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE

MORTALIDADE AVES

■ GBES, 2015



MORTALIDADE AVES

- Baseando-se em 23 estudos, foi estimado que entre 365 a 988 milhões de pássaros (uma média de 599 milhões) morrem anualmente por colisões em prédios apenas nos EUA, com aproximadamente 56% de mortalidade em andares baixos, 44% em residências e menos de 1% em andares altos (LOSS et al., 2014 p.8, tradução nossa).

COMO AS AVES ENXERGAM

■ GBES, 2015

How Birds See

Various surfaces are problematic for birds



Reflections create false realities for birds causing them to fly toward the glass, thinking that the reflection of the tree, bird, or clouds are real.



Transparent surfaces cause depth perception difficulties for birds.



Dark/Black glass appears as shadows or passageways to birds.

Openings larger than 2 inches by 4 inches are big enough for birds to pass through.

ZONAS DE COLISÃO

■ GBES, 2015



Graphic: Fox & Fowle Architects – Bruce Fowle, E.J. McAdams

Tall

buildings are dangerous during storms, heavy fogs, and while migrating at night

Moderate

height buildings, between 50 and 500 feet are also a hazard to birds

Low

levels of buildings are the most hazardous area for birds, especially during the day



EDIFÍCIOS-ARMADILHA

■ JARDINS INTERNOS
ENVIDRAÇADOS

■ [FLAP CANADA](#)





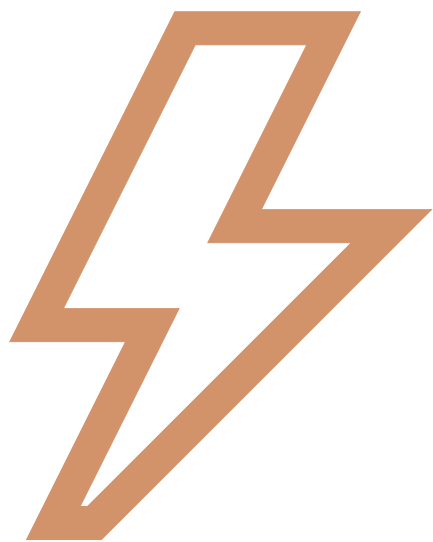
EDIFÍCIOS BIRD-FRIENDLY

■ Public Health Offices. Fonte: AMERICAN BIRD CONSERVANCY, 2019.

EDIFÍCIOS BIRD-FRIENDLY

■ Fonte: [AMERICAN BIRD CONSERVANCY](#), 2019.





ESTRATÉGIAS ATIVAS

CARTA BIOCLIMÁTICA

CARTA BIOCLIMÁTICA

REFRIGERAÇÃO



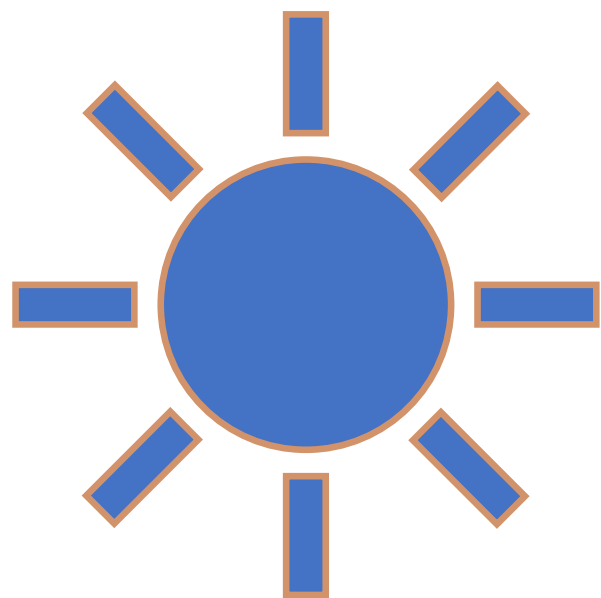
➤ Quando a TBS for maior que 44°C e a TBU for superior a 24°C recomenda-se o uso de aparelhos de ar condicionado para a climatização (LAMBERTS et al., 1997, p. 108).

CARTA BIOCLIMÁTICA

REFRIGERAÇÃO



Fonte: Lamberts, [201-?]

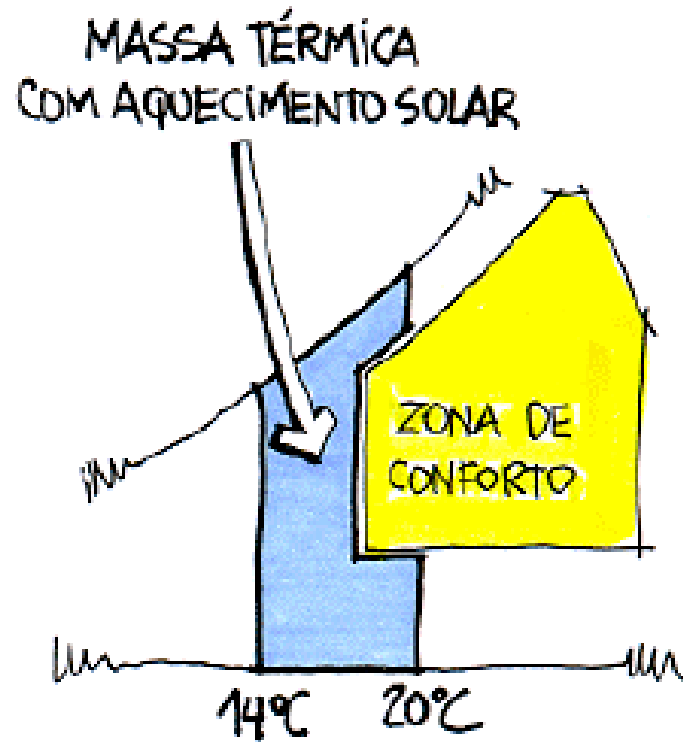


ESTRATÉGIAS PASSIVAS

CARTA BIOCLIMÁTICA

CARTA BIOCLIMÁTICA

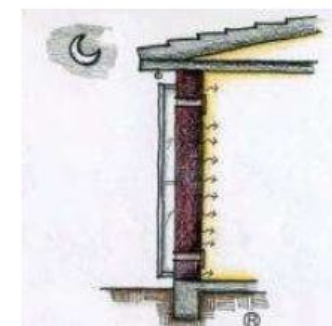
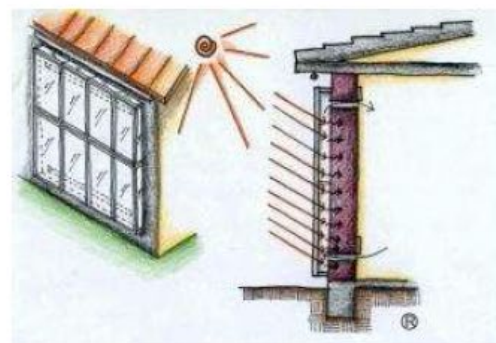
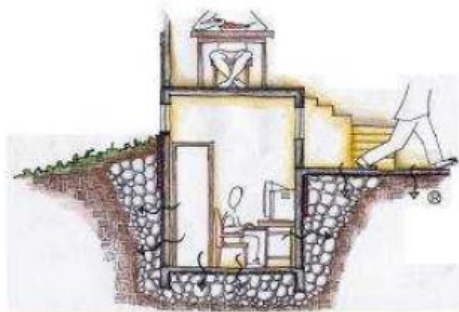
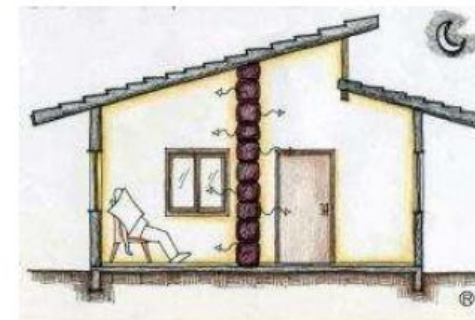
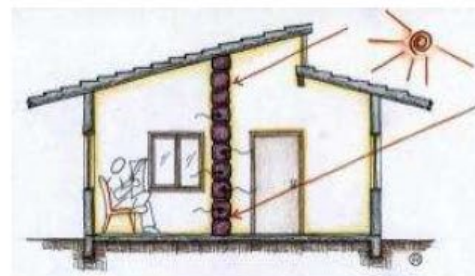
MASSA TÉRMICA COM AQUECIMENTO SOLAR



- Entre 14°C e 20°C, pode-se utilizar a massa térmica junto ao aquecimento solar passivo com isolamento térmico.
- Evitar perdas de calor.
- Aproveitar os ganhos internos (pessoas, aparelhos elétricos, cozinha, banho, etc) (LAMBERTS et al., 1997, p. 109).

CARTA BIOCLIMÁTICA

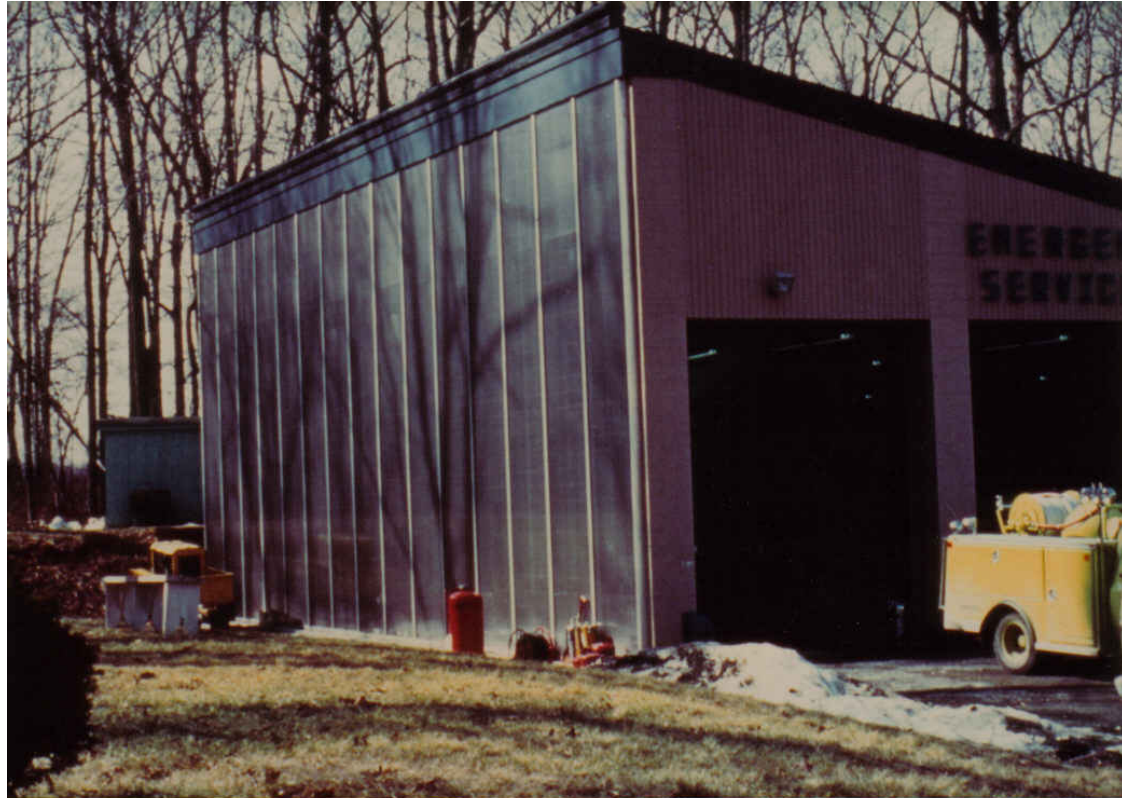
MASSA TÉRMICA COM AQUECIMENTO SOLAR



Massa térmica da terra

CARTA BIOCLIMÁTICA

AQUECIMENTO SOLAR



Parede Trombe

Fonte: <http://multiwallsystems.com/>

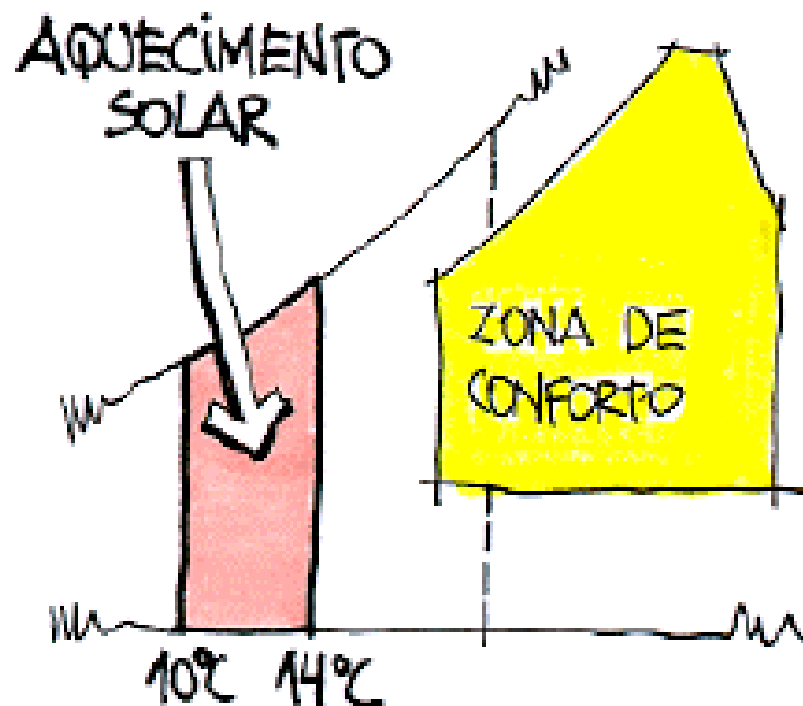
CARTA BIOCLIMÁTICA

MASSA TÉRMICA COM AQUECIMENTO SOLAR

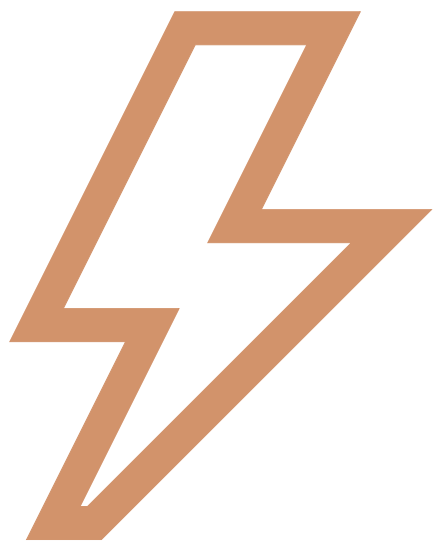


CARTA BIOCLIMÁTICA

AQUECIMENTO SOLAR



- Entre $10,5^{\circ}\text{C}$ e 14°C utilizar aquecimento solar passivo.
- Incorporar superfícies envidraçadas orientadas ao sol e aberturas reduzidas nas orientações menos favoráveis (LAMBERTS et al., 1997, p. 110).

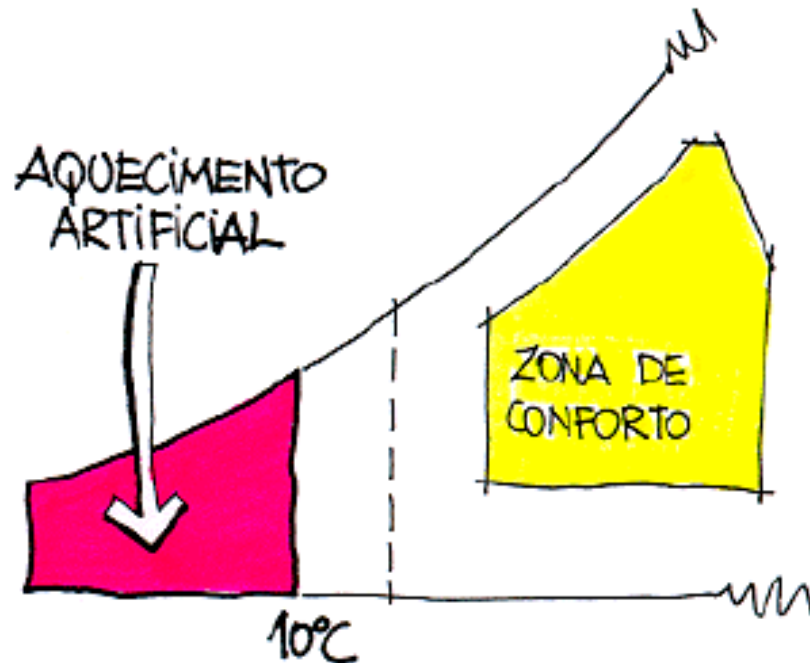


ESTRATÉGIAS ATIVAS

CARTA BIOCLIMÁTICA

CARTA BIOCLIMÁTICA

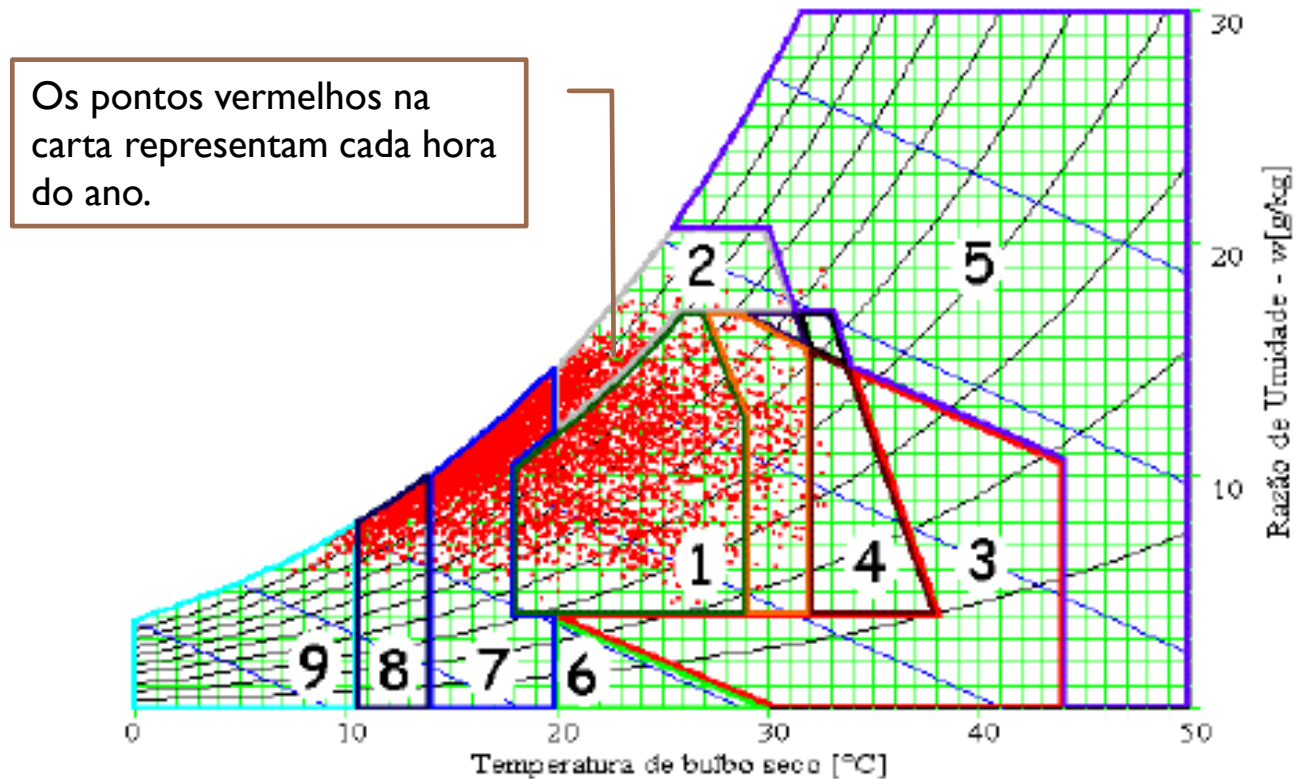
AQUECIMENTO ARTIFICIAL



➤ Abaixo de 10,5°C utilizar aquecimento artificial e solar passivo para reduzir o consumo de energia (LAMBERTS et al., 1997, p. 110).

1. Zona de conforto
2. Zona de ventilação
3. Zona de resfriamento evaporativo
4. Zona de massa térmica para resfriamento
5. Zona de ar-condicionado
6. Zona de umidificação
7. Zona de massa térmica para aquecimento
8. Zona de aquecimento solar passivo
9. Zona de aquecimento artificial

CARTA BIOCLIMÁTICA DE SÃO PAULO ESTRATÉGIAS – DADOS CLIMÁTICOS HORÁRIOS

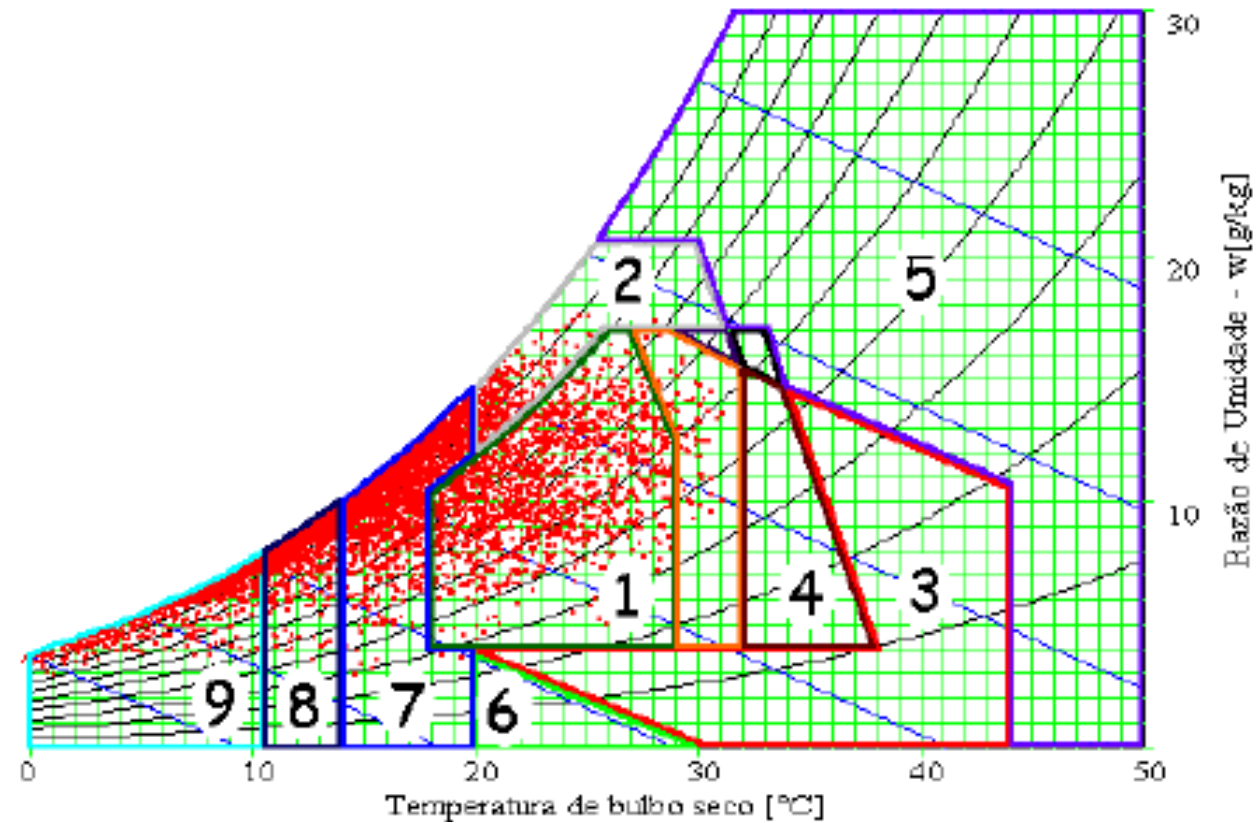


A análise na carta indica que 27,2% das horas do ano são confortáveis e 72,8% são desconfortáveis por frio (59,3%) ou calor (13,5%).
Estratégias: Massa térmica para aquecimento e aquecimento solar (48,1%); Ventilação (10,8%); Aquecimento solar (10,4%).
Fonte: Lamberts; Dutra; Pereira, 2014.

CARTA BIOCLIMÁTICA DE CURITIBA

ESTRATÉGIAS – DADOS CLIMÁTICOS HORÁRIOS

1. Zona de conforto
2. Zona de ventilação
3. Zona de resfriamento evaporativo
4. Zona de massa térmica para resfriamento
5. Zona de ar-condicionado
6. Zona de umidificação
7. Zona de massa térmica para aquecimento
8. Zona de aquecimento solar passivo
9. Zona de aquecimento artificial



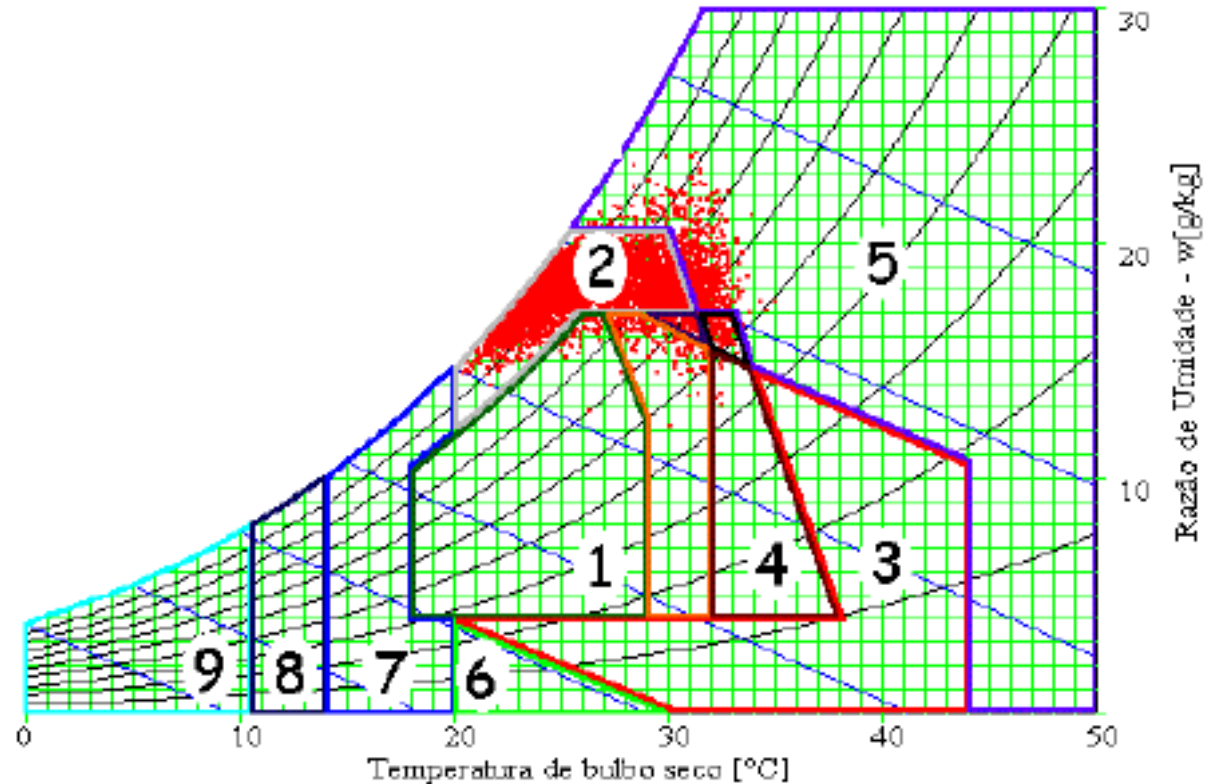
A análise na carta indica que 20,9% das horas do ano são confortáveis e 79,1% são desconfortáveis por frio (73,1%) ou calor (6%). Estratégias: Massa térmica para aquecimento e aquecimento solar, aquecimento solar, aquecimento artificial e ventilação.

Fonte: Lamberts; Dutra; Pereira, 2014.

CARTA BIOCLIMÁTICA DE BELÉM

ESTRATÉGIAS – DADOS CLIMÁTICOS HORÁRIOS

1. Zona de conforto
2. Zona de ventilação
3. Zona de resfriamento evaporativo
4. Zona de massa térmica para resfriamento
5. Zona de ar-condicionado
6. Zona de umidificação
7. Zona de massa térmica para aquecimento
8. Zona de aquecimento solar passivo
9. Zona de aquecimento artificial

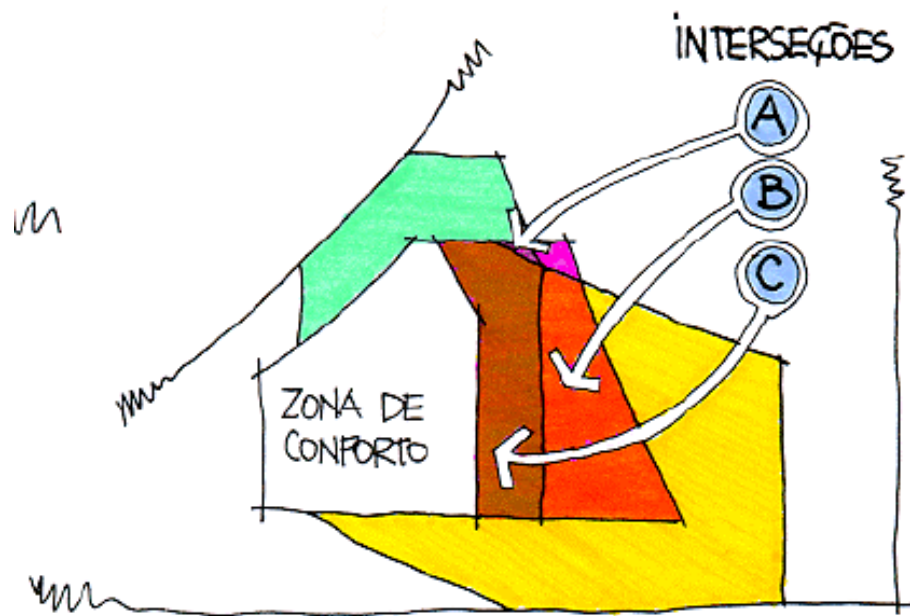


A análise na carta indica que 0,7% das horas do ano são confortáveis e 99,2% são desconfortáveis. Estratégias: Ventilação e ar condicionado

Fonte: Lamberts; Dutra; Pereira, 2014.

INTERSEÇÕES ENTRE ESTRATÉGIAS

CARTA BIOCLIMÁTICA



Entre as zonas de ventilação (2), de resfriamento evaporativo (3) e de massa térmica para resfriamento (4) acontecem algumas intersecções.

A região A representa a intersecção entre a zona de ventilação e a zona de massa térmica para resfriamento. Para esta situação pode-se adotar ambas as estratégias, inclusive simultaneamente. Seguindo o mesmo raciocínio, na região B se pode utilizar os benefícios da massa térmica para resfriamento ou do resfriamento evaporativo. E, na região C, as três estratégias podem ser aplicadas separadamente ou em conjunto (LAMBERTS et al., 1997, p. 110).

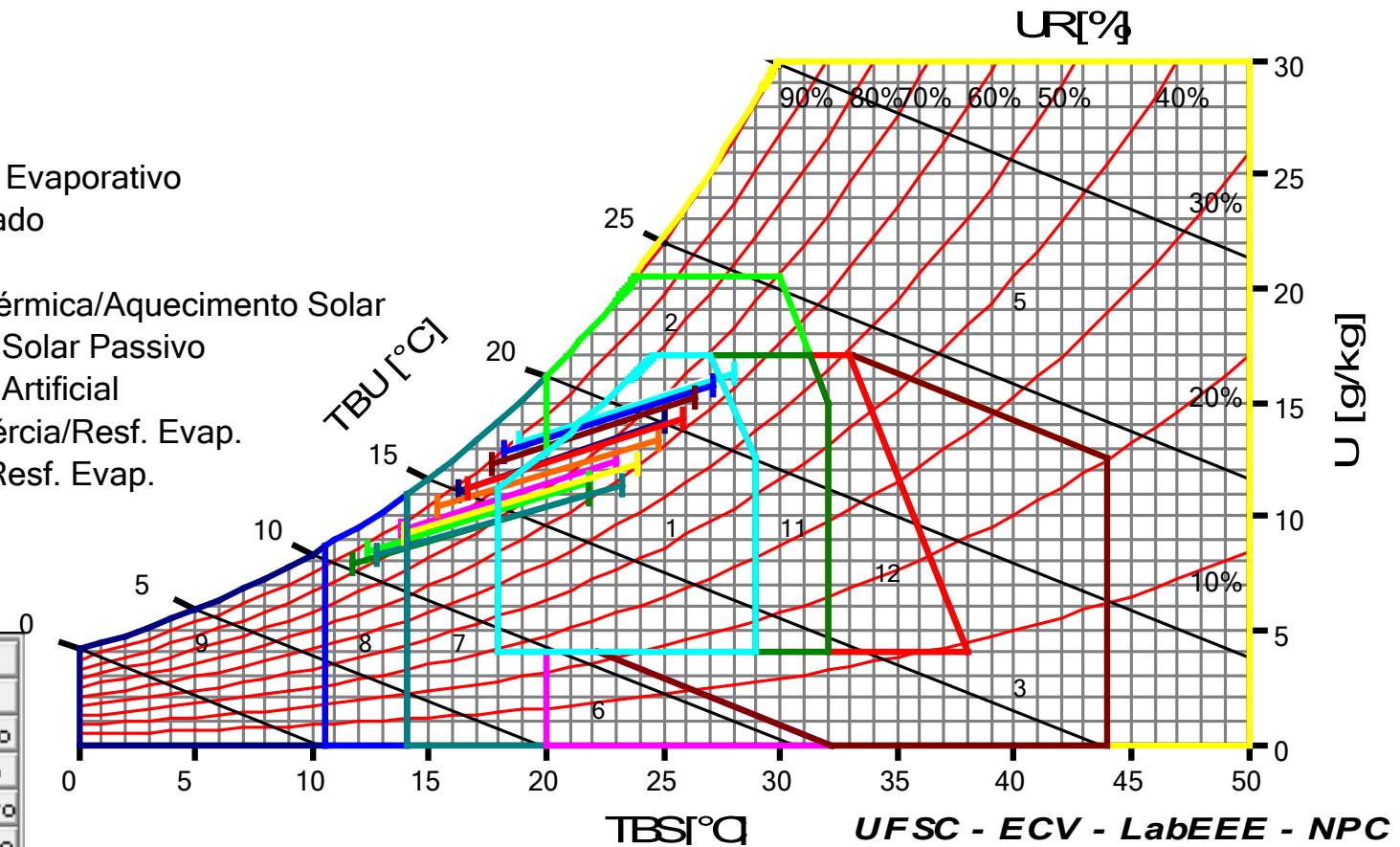
CARTA BIOCLIMÁTICA DE SÃO PAULO

ZONAS A PARTIR DO PROGRAMA ANALYSIS BIO

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilacao
3. Resfriamento Evaporativo
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
11. Vent./Alta Inércia/Resf. Evap.
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

Janeiro	Julho
Fevereiro	Agosto
Março	Setembro
Abril	Outubro
Maio	Novembro
Junho	Dezembro

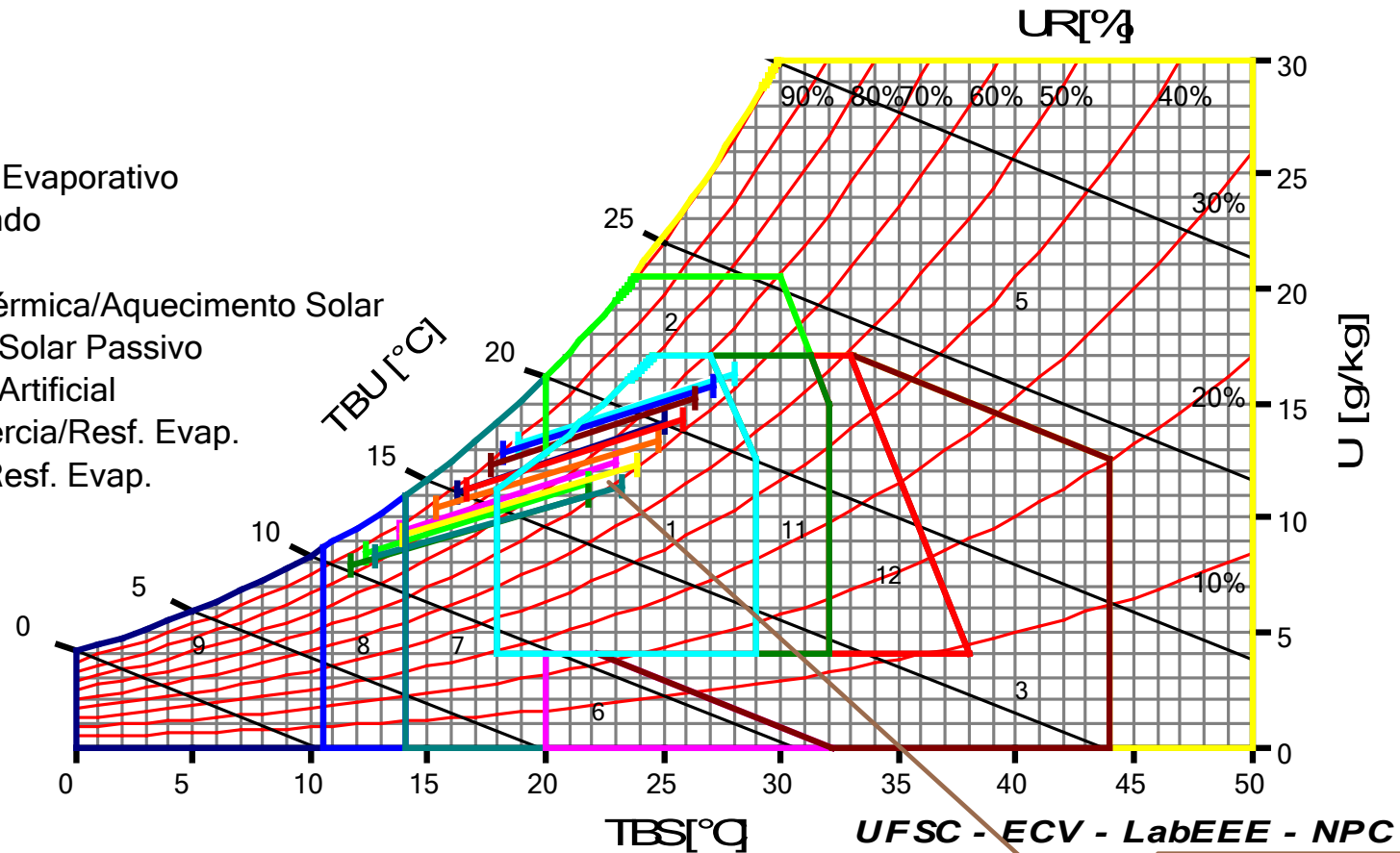


CONFORTO E ESTRATÉGIAS DURANTE O ANO

CARTA BIOCLIMÁTICA

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilacao
3. Resfriamento Evaporativo
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
11. Vent./Alta Inércia/Resf. Evap.
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

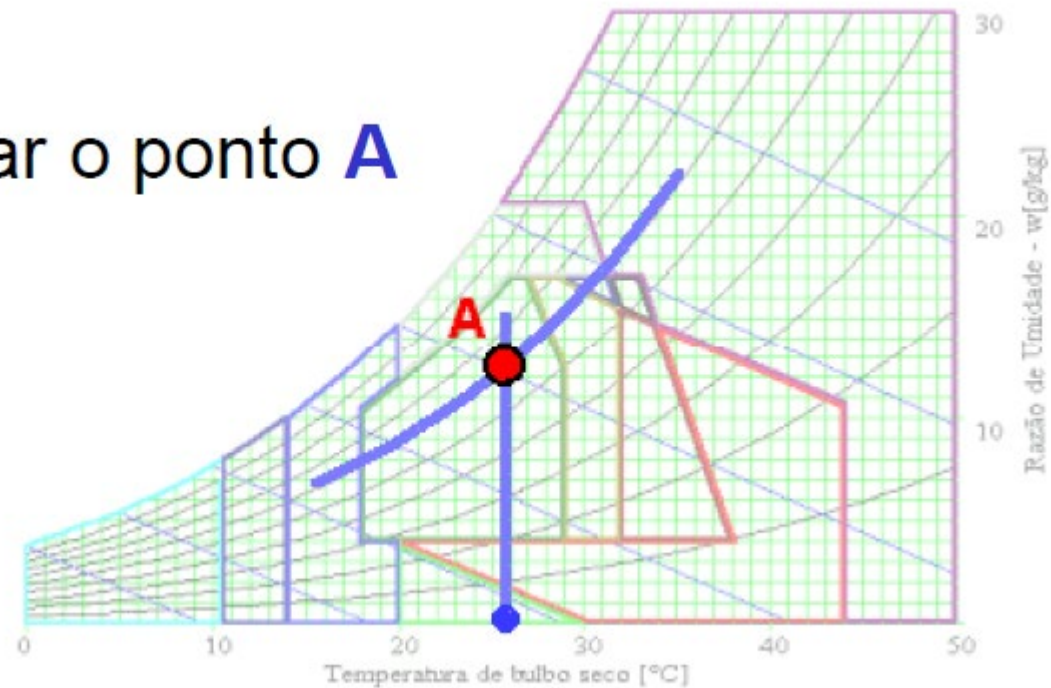


Cada linha representa o comportamento climático da cidade mês a mês.

CONFORTO E ESTRATÉGIAS DURANTE O ANO

CARTA BIOCLIMÁTICA

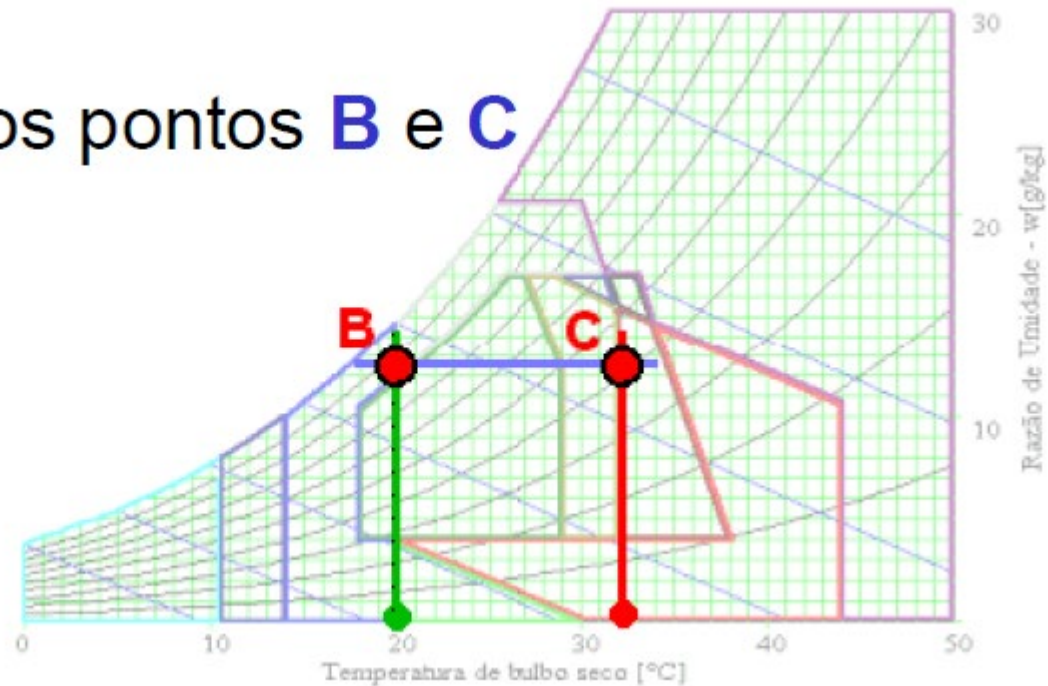
1: Achar o ponto **A**



CONFORTO E ESTRATÉGIAS DURANTE O ANO

CARTA BIOCLIMÁTICA

2: Achar os pontos **B** e **C**



CONFORTO E ESTRATÉGIAS DURANTE O ANO

CARTA BIOCLIMÁTICA

3: Traçar a linha
(Considerar 1,5 g/kg
de variação do
conteúdo de umidade)

