

## 1.3 - Princípios de arquitectura bioclimática e casos de referência

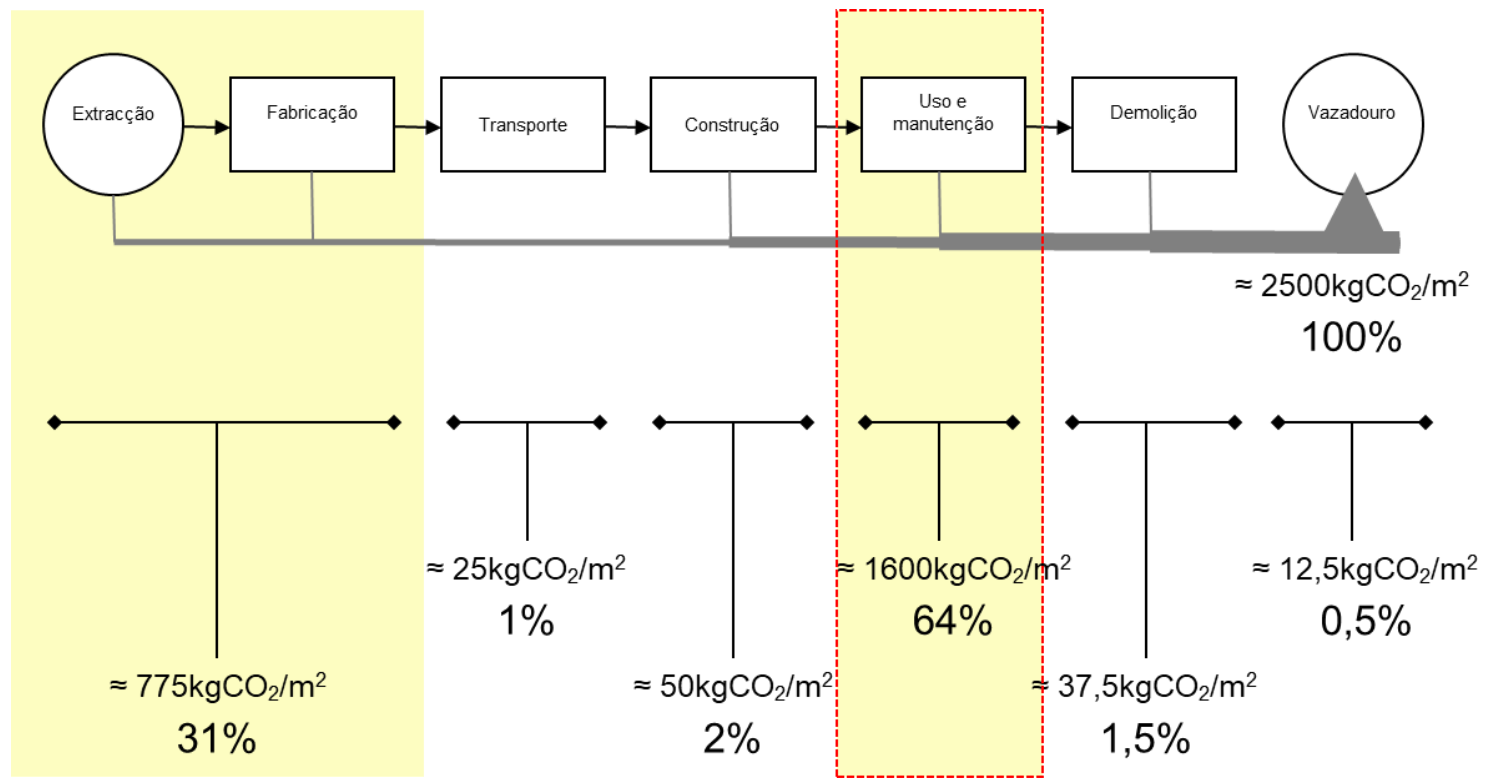
2,5h

09/11/2023

Paula Serra Rocha

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



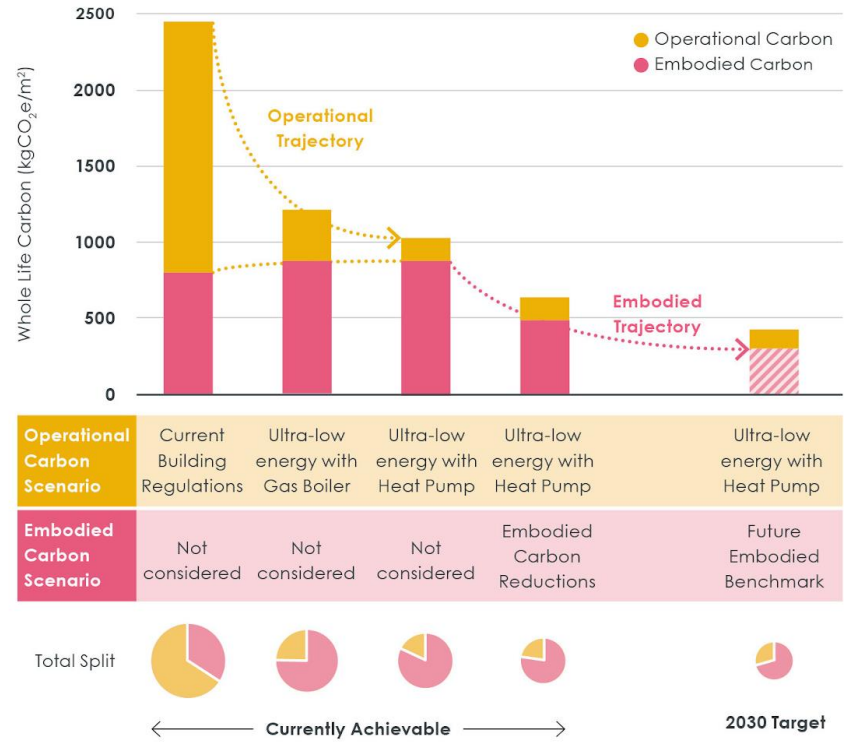
Fonte G. Wadel: La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcción modular ligera aplicada a la vivienda. Tese doutoramento

2009!!

09/11/2023

Paula Serra Rocha

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



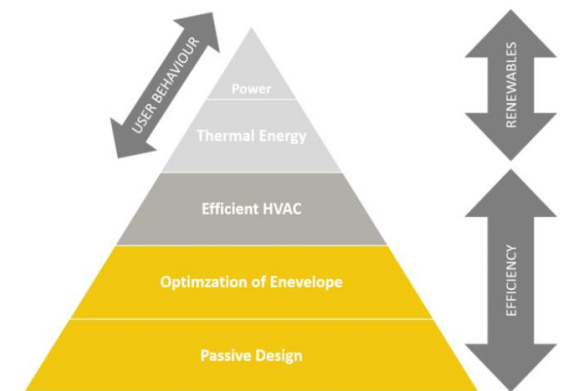
09/11/2023

Paula Serra Rocha

### Estratégia para alcançar NZEB

1. Reduzir as necessidades do edifício  
(funcionamento  
bioclimático/passivo)
2. Seleccionar sistemas óptimos  
(funcionamento activo/HVAC  
eficientes)
3. Incorporar energias renováveis  
(consumir energia “limpa”)
4. Optimizar o uso e a gestão (evitar o  
desperdício)

«Edifício com necessidades quase nulas de energia», um edifício com um desempenho energético muito elevado, determinado nos termos do anexo I. As necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis, incluindo energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades;

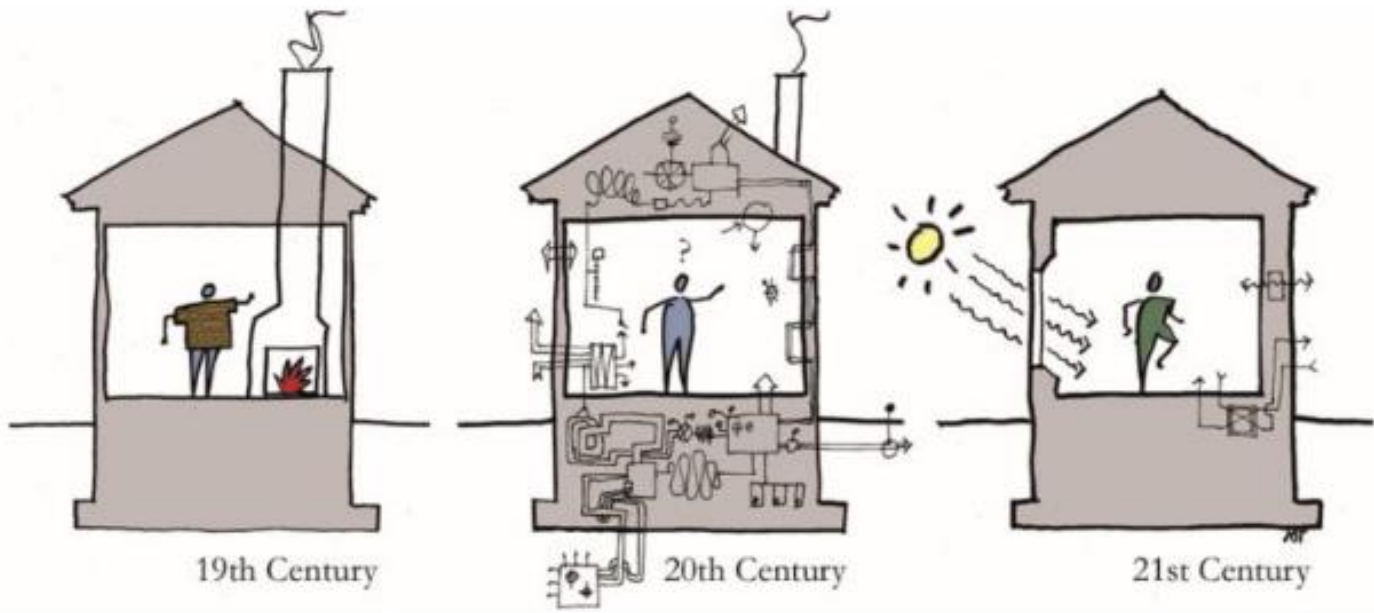


# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



Estratégia para alcançar NZEB



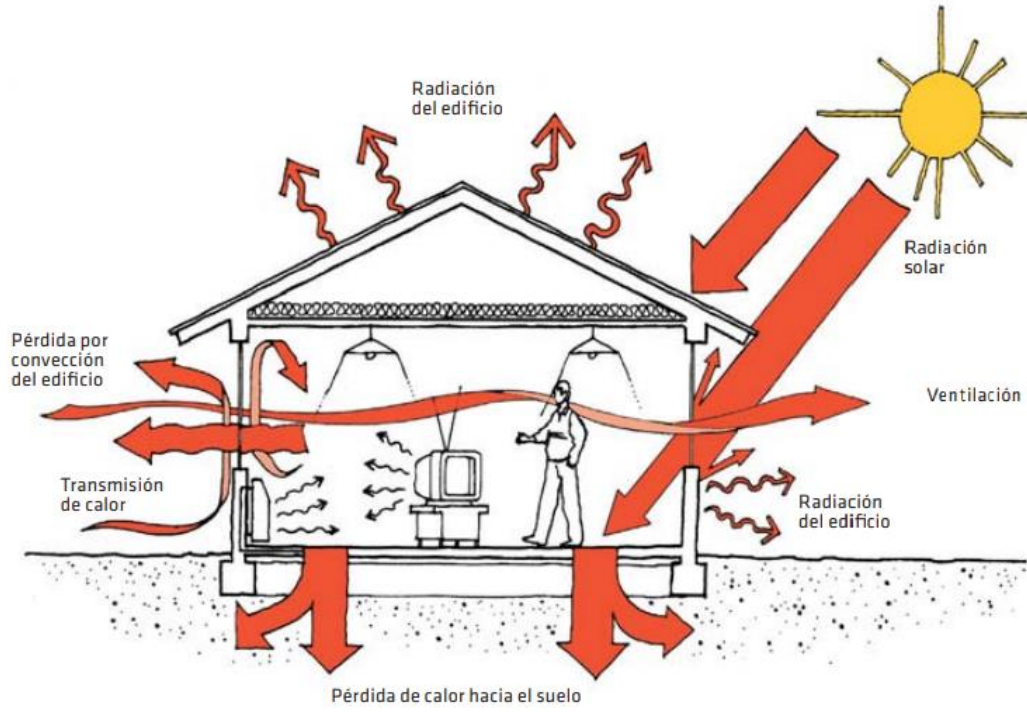
*A evolução dos edifícios (© A.R.T. Architects)*

Fonte : Albert, Righter and Tittmann Architects

09/11/2023

Paula Serra Rocha

- O que são as necessidades térmicas de um edifício?



Quantidade de energia útil necessária para conseguir um ambiente interior termicamente confortável.

Fonte : Mecanismos de transferência de calor num espaço.  
Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social

09/11/2023

Paula Serra Rocha

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- O que são as necessidades térmicas de um edifício?

Tabla a-Anejo D. Condiciones operacionales de espacios acondicionados en uso residencial privado

		Horario (semana tipo)			
		0:00-6:59	7:00-14:59	15:00-22:59	23:00-23:59
<b>Temperatura de Consigna Alta (°C)</b>	Enero a Mayo	-	-	-	-
	Junio a Septiembre	27	-	25	27
	Octubre a Diciembre	-	-	-	-
<b>Temperatura de Consigna Baja (°C)</b>	Enero a Mayo	17	20	20	17
	Junio a Septiembre	-	-	-	-
	Octubre a Diciembre	17	20	20	17

Definição de conforto a partir de critérios regulamentares

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Fonte: CTE DBHE e RITE

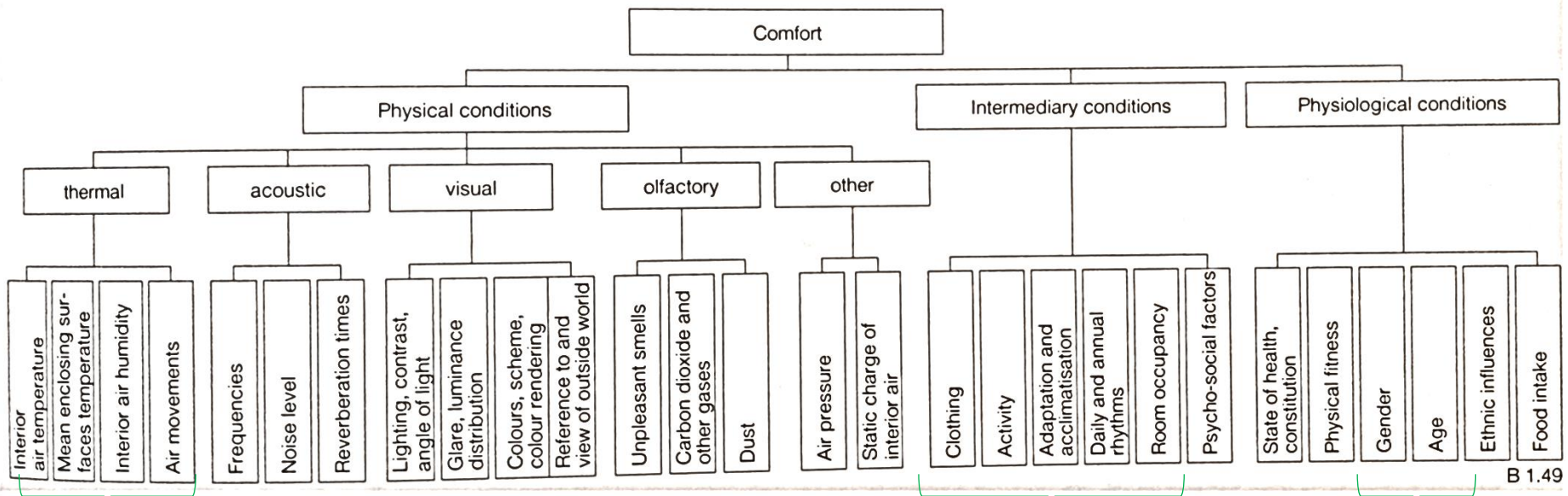
Forma muito simplificada de quantificar o conforto térmico

09/11/2023

Paula Serra Rocha

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



B 1.49

Fonte: Energy Manual

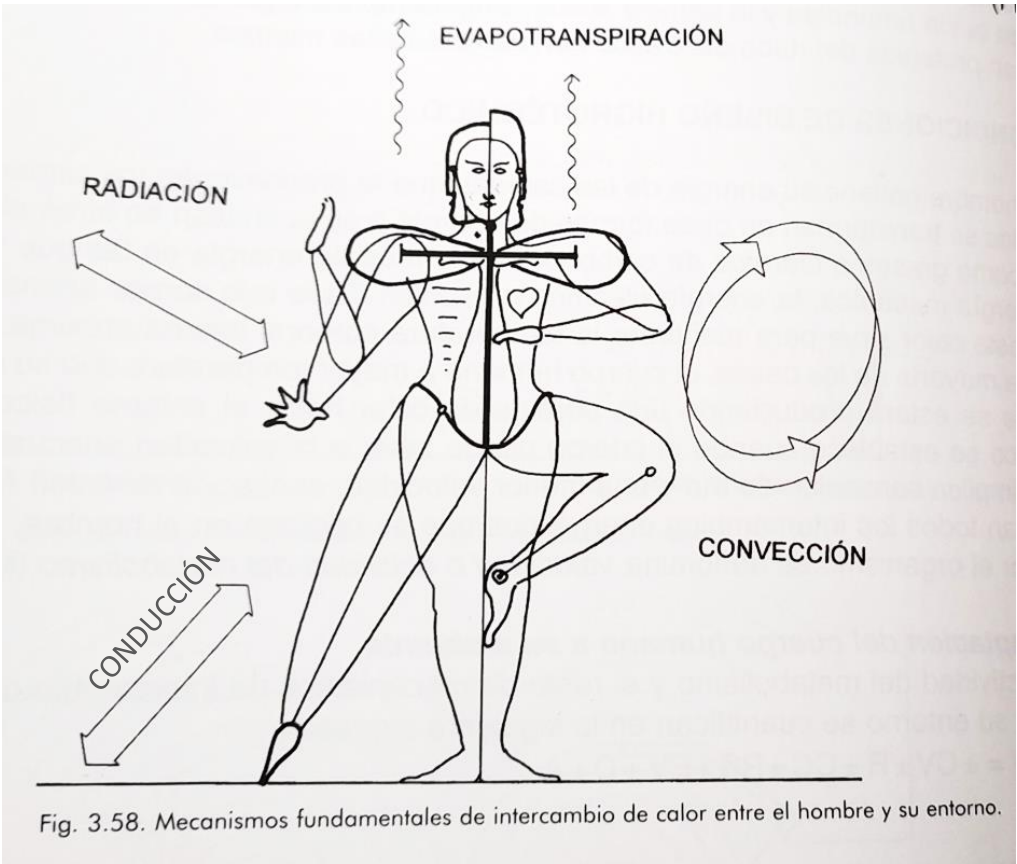
Conforto térmico

09/11/2023

Paula Serra Rocha



# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



Font: Arquitectura Bioclimatica en un entorno sostenible. Neila

09/11/2023

Paula Serra Rocha

## Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto

09/11/2023

Paula Serra Rocha

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Clima

**Factores climáticos:**

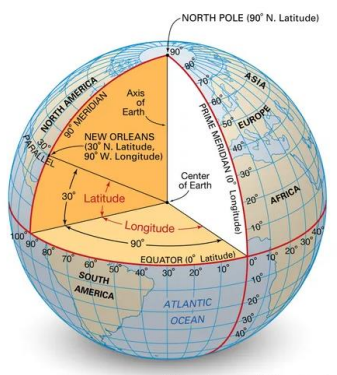
- Latitude (radiação, massas de ar)
- Continentalidade
- Orografia
- Temperatura superficial do mar
- Altitude sobre o nível do mar
- Natureza da superfície da terra



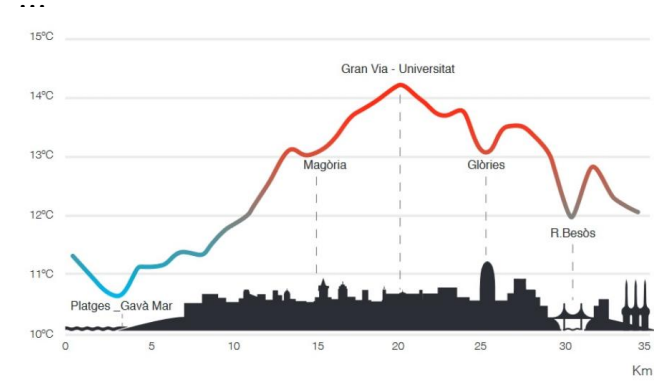
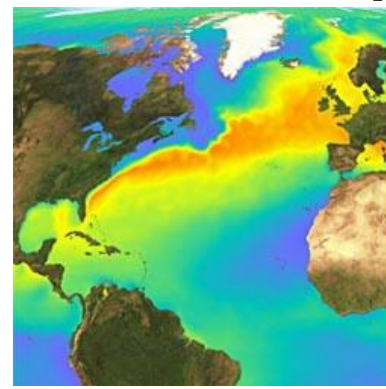
**Elementos climáticos:**

- Temperaturas medias
- Temperaturas máximas
- Temperaturas mínima
- Humidade relativa
- Pluviometria
- Velocidade do vento
- Direcção do vento
- Radiação directa
- Radiação difusa

ALTERAÇÕES CLIMATICAS



© Encyclopædia Britannica, Inc.



Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas





# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Características contexto envolvente

- Ruído
- Odores
- Qualidade do ar
- Pó
- Etc.

[la piazza è mia!](#)

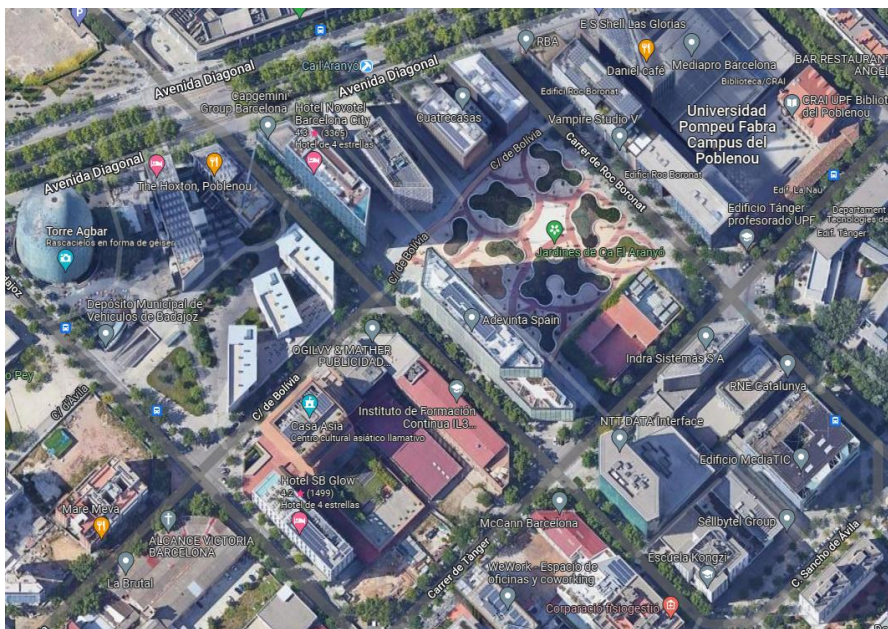


- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Harvest map

Que podemos partilhar?

Que excedentes existem nas imediações que se posam aproveitar?

Que nos sobra e que poderia ser um recurso para outros?



Quanto espaços de uso descontinuado existem em determinada zona?

- Salas de reunião
- Salas de conferencias
- Auditórios
- Pavilhões desportivos
- Etc.

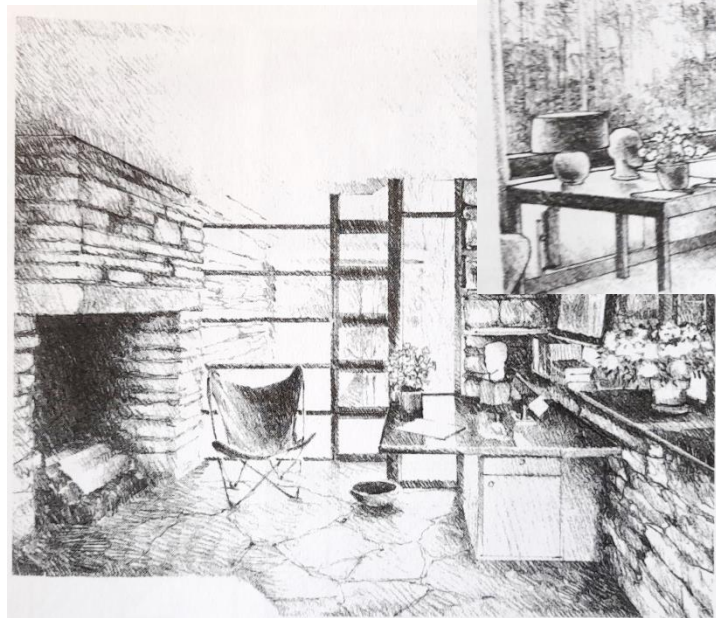
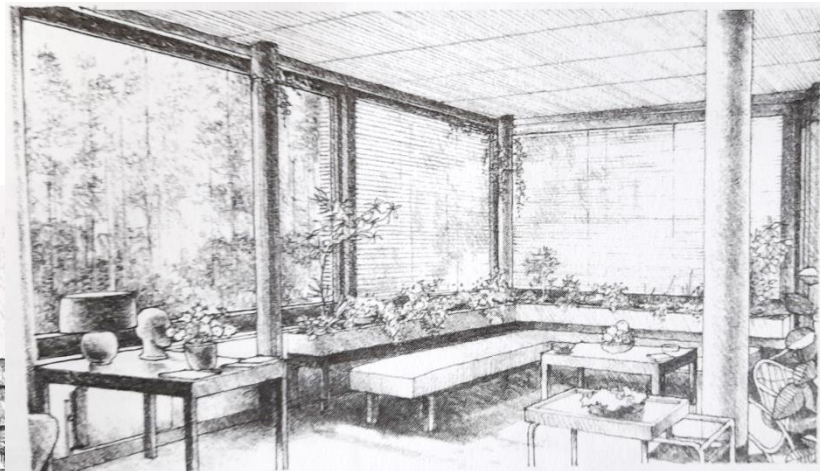
Quanto sistemas estão desactivados uma parte importante do dia ou da noite?

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico



Casa Kaufmann (Falling Water), dormitório do segundo andar, Connellsville, Pensilvânia, 1936-37, Frank Lloyd Wright

- Distribuição
- Hierarquização
- Orientação
- Exposição solar
- Protecção solar
- Factor de forma
- Proporção cheio-vazio
- Resistência térmica da envolvente térmica
- Inércia térmica
- Ventilação natural

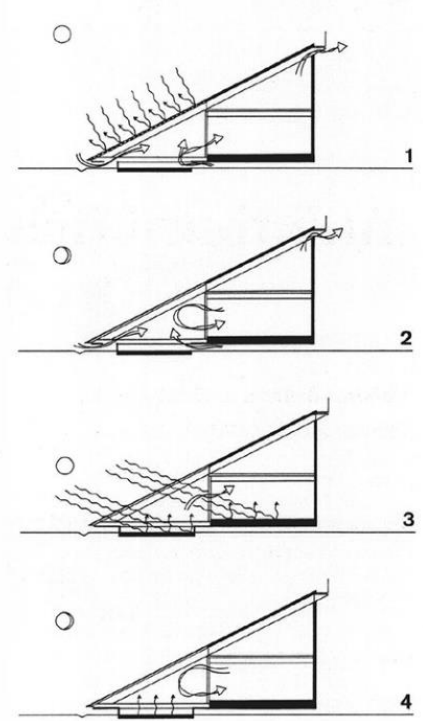
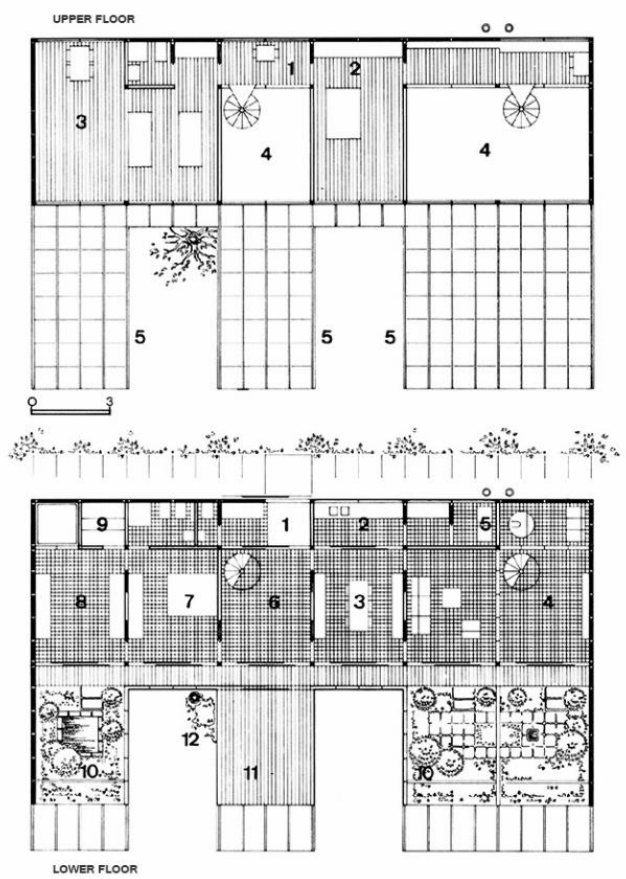


# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico - Distribuição e hierarquia

- Todos os espaços necessitam o mesmo nível de conforto?
- É correcto trabalhar com as mesmos valores de temperatura e humidade em todo o edifício?
- Há espaços que necessitem mais de radiação solar que outros



- |                |                  |                 |
|----------------|------------------|-----------------|
| 1. Entrance    | 7. Sleeping area | 1. Summer day   |
| 2. Kitchen     | 8. Dressing room | 2. Summer night |
| 3. Dining area | 9. Sauna         | 3. Winter day   |
| 4. Living room | 10. Greenhouse   | 4. Winter night |
| 5. Heating     | 11. Balcony      |                 |
| 6. Lobby       | 12. Beech        |                 |





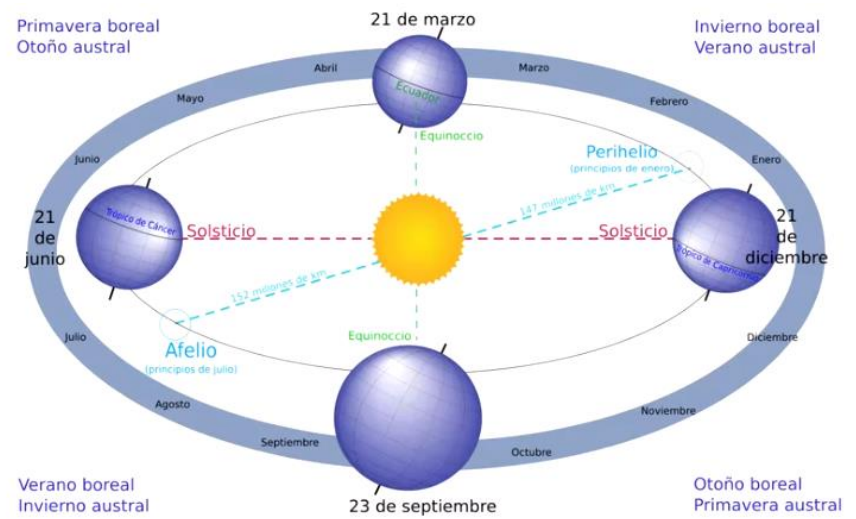
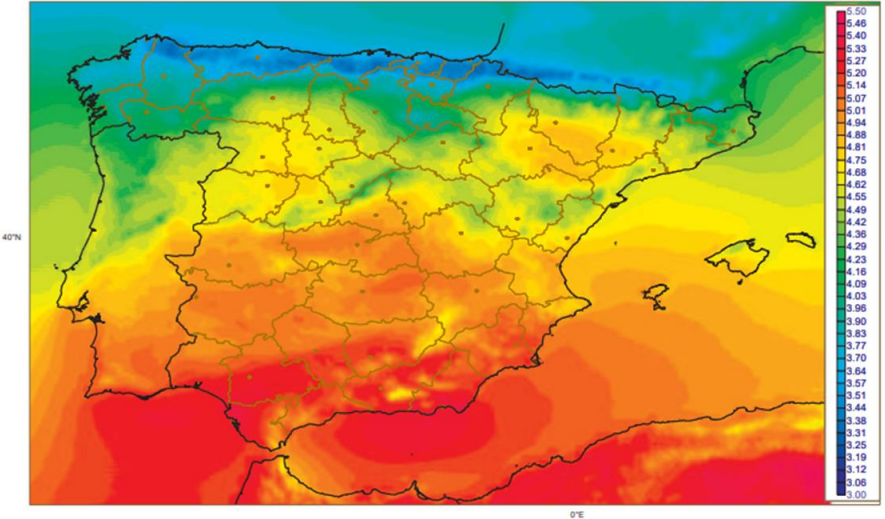
# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
 Desenho arquitectónico – Orientação e Exposição solar

Irradiância Global media [1983-2005] (Kwh m-2 dia-1)  
 SIS (CM-SAF)



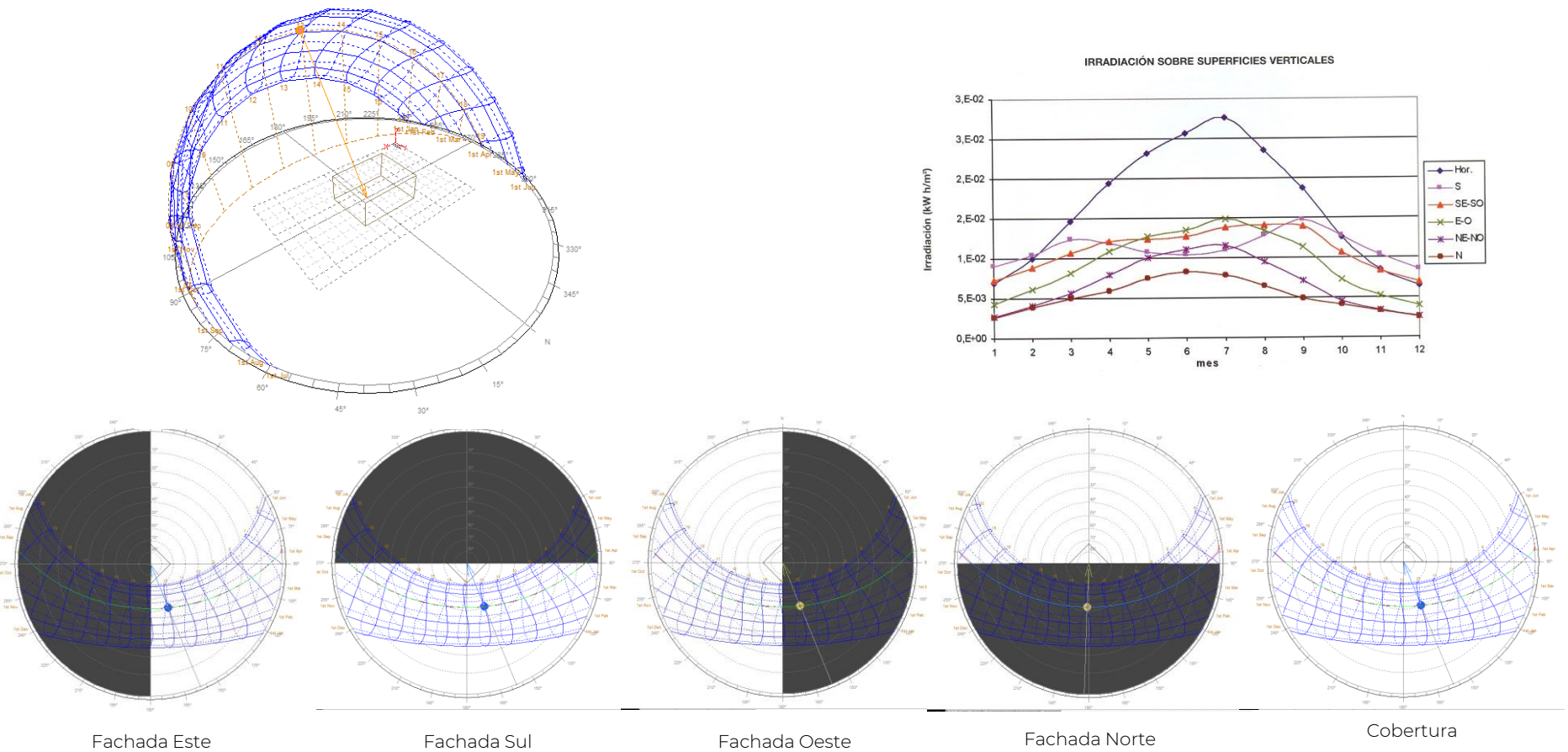
A orientação solar do edifício determinará a sua capacidade de captar a radiação solar. A radiação solar permite que os espaços sejam aquecidos naturalmente. A radiação também desempenha um papel importante no bem-estar mental e na salubridade dos edifícios.

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
 Desenho arquitectónico – Orientação e Exposição solar



# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Orientação e Exposição solar



## FACTOR SOLAR



Tabla 11 Transmittancia total de energía solar para diferentes tipos de vidrio

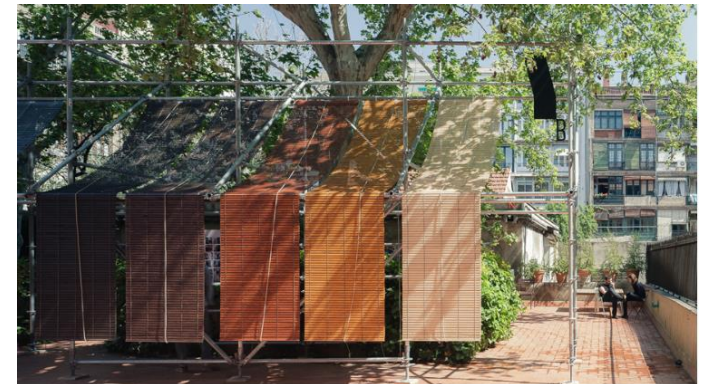
Tipo	$g_{gl;n}$	$g_{gl;wi}$
Vidrio sencillo	0,85	0,77
Vidrio doble	0,75	0,68
Vidrio doble bajo emisivo	0,67	0,60
Vidrio triple bajo emisivo	0,50	0,45
Doble ventana	0,75	0,68

NOTA: Los valores de la transmittancia total de energía solar del acristalamiento (sin dispositivo de sombra activo),  $g_{gl;wi}$ , se han obtenido a partir del valor de la transmittancia total de energía solar a incidencia normal,  $g_{gl;n}$  y un factor de corrección por dispersión del vidrio,  $F_w = 0,90$ . ( $g_{gl;wi} = F_w \cdot g_{gl;n}$ ). (Tabla B.22 del Anexo B de la UNE-EN ISO 52016-1)

- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto
- ### Desenho arquitectónico – Protecção solar

O desenho da correcta protecção solar é um tema complexo. O seu papel não se limita à protecção solar, tem implicações noutros aspectos muito importantes no edifício:

- Uma protecção para quando há o perigo de sobreaquecimento – Não sempre!!
- Uma protecção que permita a entrada de luz natural
- Uma protecção que permita ventilar naturalmente
- Se é exterior terá de resistir à intempérie
- Se é praticável terá de haver alguém ou algo que a active
- Etc, etc

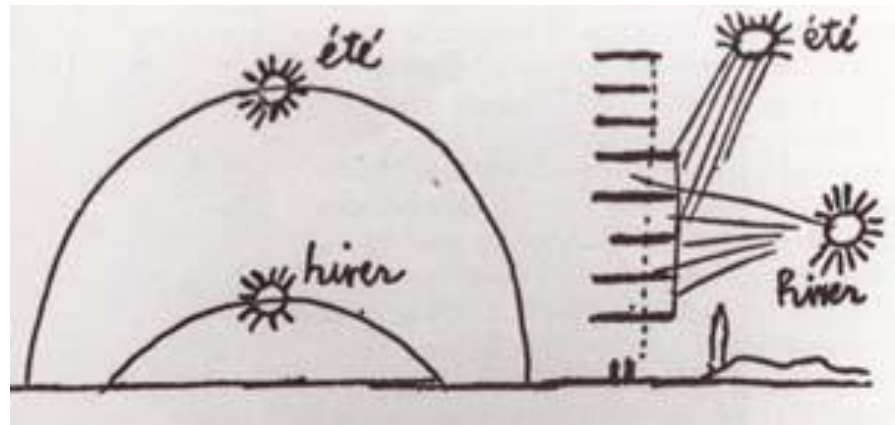


Font: <http://persiana-barcelona.com>

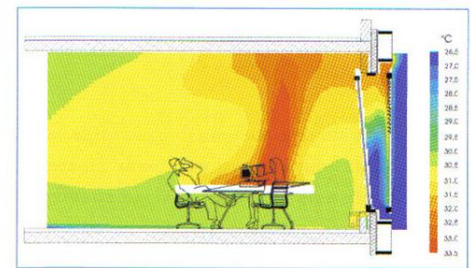
# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)

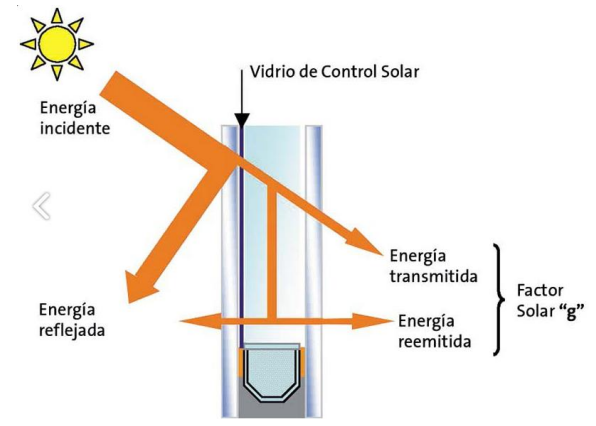
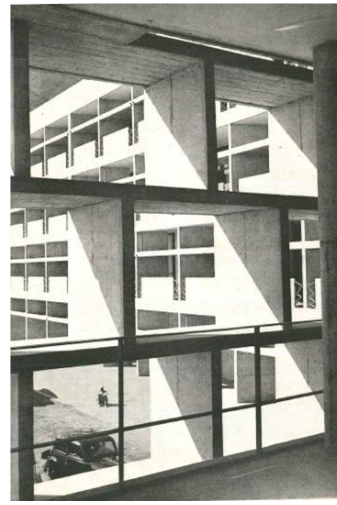
- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
 Desenho arquitectónico – Protecção solar



Protección solar interior



Protección solar exterior



Atenção! Esta solução impede a entrada de radiação todo o ano!!

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto
- Desenho arquitectónico – Protecção solar



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
 Desenho arquitectónico – Inercia térmica

**Inércia térmica** - capacidade do edifício para amortecer e retardar o efeito das flutuações da temperatura exterior no interior do edifício como resultado da capacidade do edifício de conduzir e armazenar calor.

A quantidade de calor armazenado depende da massa térmica dos materiais, enquanto que velocidade de transmissão de calor com o meio ambiente depende de sua condutividade térmica.

Tabla 2: Materiales de construcción y sus valores de masa térmica.

MATERIAL	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )	CALOR ESPEC. (KJ/kg.K)	MASA TERMICA (KJ/m <sup>3</sup> K)	EFFECTIVIDAD
AGUA	1000	4186	4186	Alta
CONCRETO	2240	0.920	2061	Alta
LADRILLO	1700	0.920	1564	Alta
PIEDRA	2000	0.900	1800	Alta
PARED DE TIERRA	1550	0.837	1297	Alta
TIERRA APISONADA	2000	0.837	1674	Alta
BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA	2080	0.837	1741	Alta
BLOQUE DE CEMENTO COMPACTO	2300	1.000	2300	Alta
MADERA	650	1.200	780	Baja

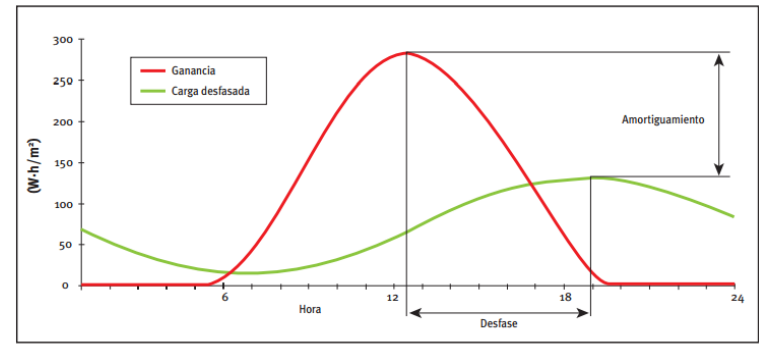


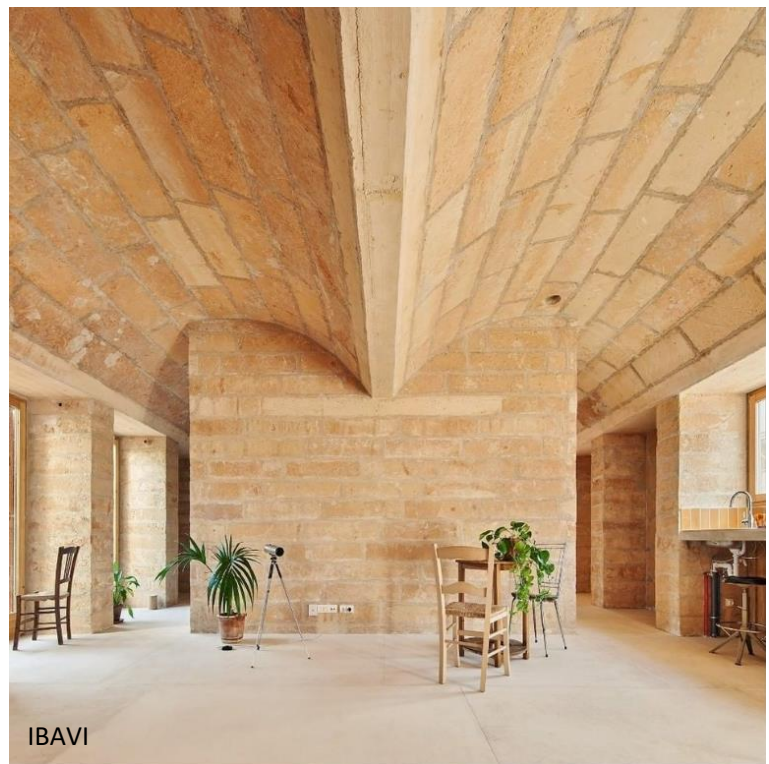
Figura 4.4 Ejemplo de curvas de ganancia y carga

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Inercia térmica

Verão – absorve o excesso de calor (!!)  
Inverno – funciona com a estabilizador (!!)



IBAVI

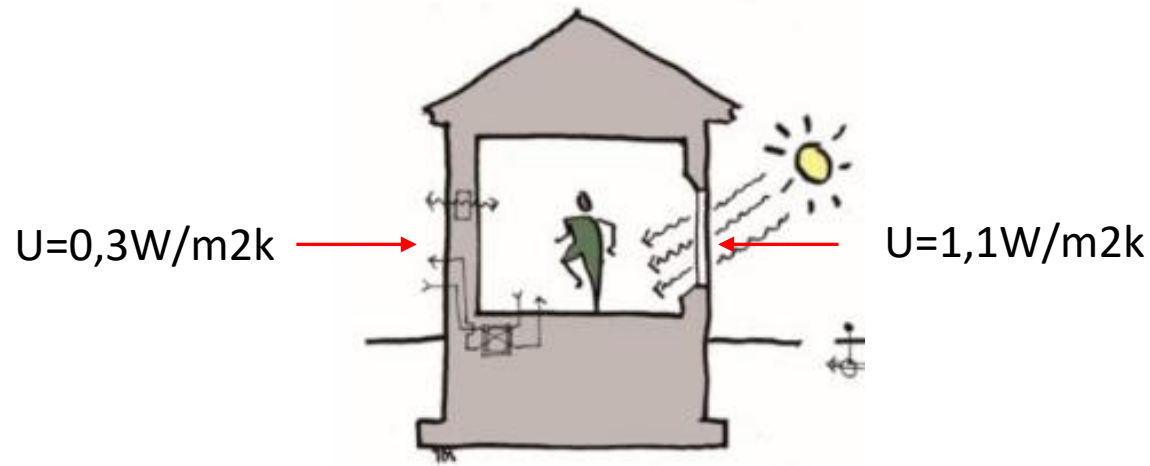


Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas





- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto
- Desenho arquitectónico – Proporção cheio-vazio



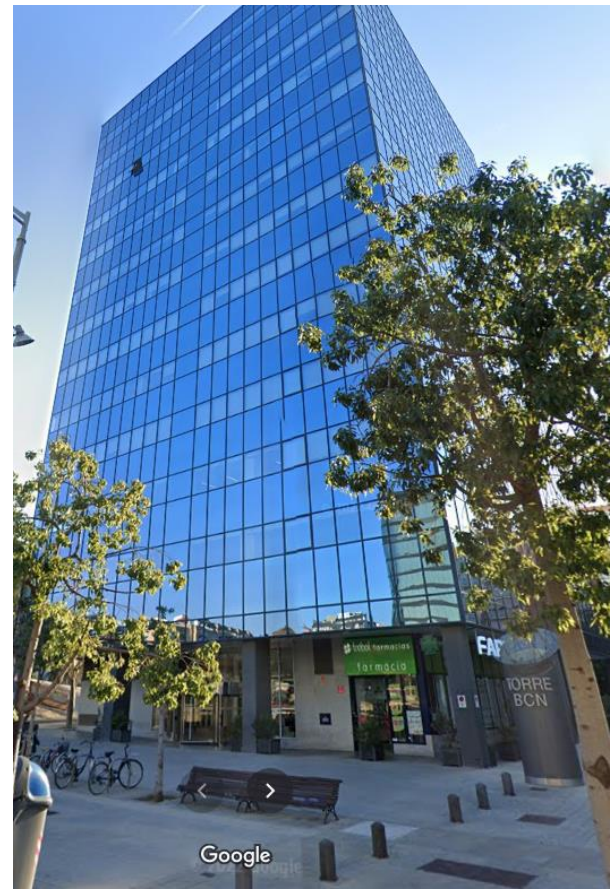
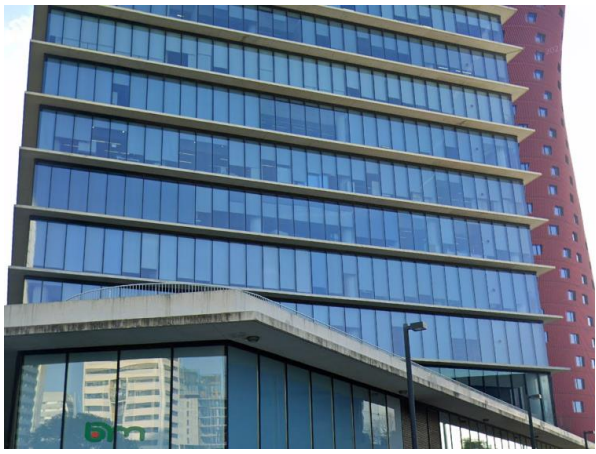
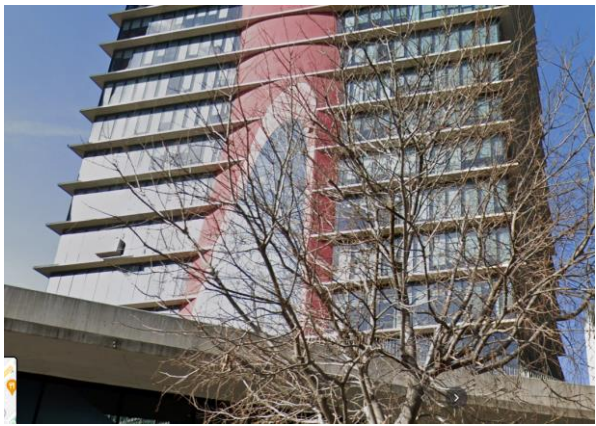
Qual é o propósito de uma janela num edifício?

- Luz natural?
- Ventilação natural?
- Radiação solar?
- Vistas?
- ...

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Proporção cheio-vazio

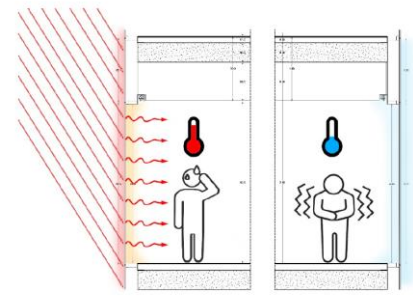
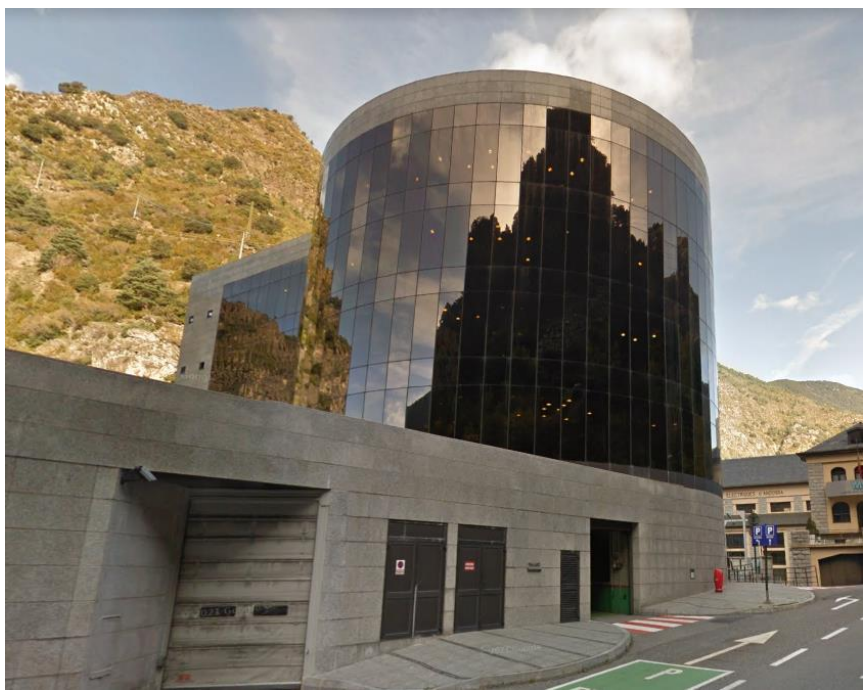


Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas



# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)

- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Proporção cheio-vazio



### Prestaciones Luz Visible

Transmisión Luminosa ( $\tau_v$ ):	16%
Reflexión Luminosa al exterior ( $\rho_{ve}$ ):	24%
Reflexión Luminosa al interior ( $\rho_{vi}$ ):	30%
Índice de Rendimiento de Color ( $R_a$ ):	96%

### Prestaciones Térmicas

Valor-U ( $W/m^2K$ ):	2,6
-----------------------	-----

### Prestaciones Energía Solar

Transmisión Energética Directa ( $\tau_e$ ):	10%
Reflexión Energética ( $\rho_e$ ):	31%
Absorción Energética ( $\alpha_e$ ):	59%
Coefficiente de Sombra (SC):	0,19
Factor Solar (g):	17%

### Prestaciones Acústicas

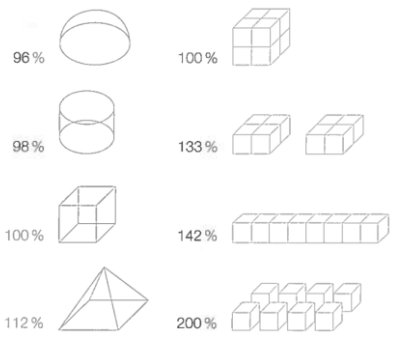
Aislamiento al ruido aéreo directo estimado, $R_w$ (C;Ctr) (dB):	32(-2,-5)
--	-----------

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
 Desenho arquitectónico – Factor de forma



Perdas por transmissão de diferentes modelos 3D com o mesmo volume

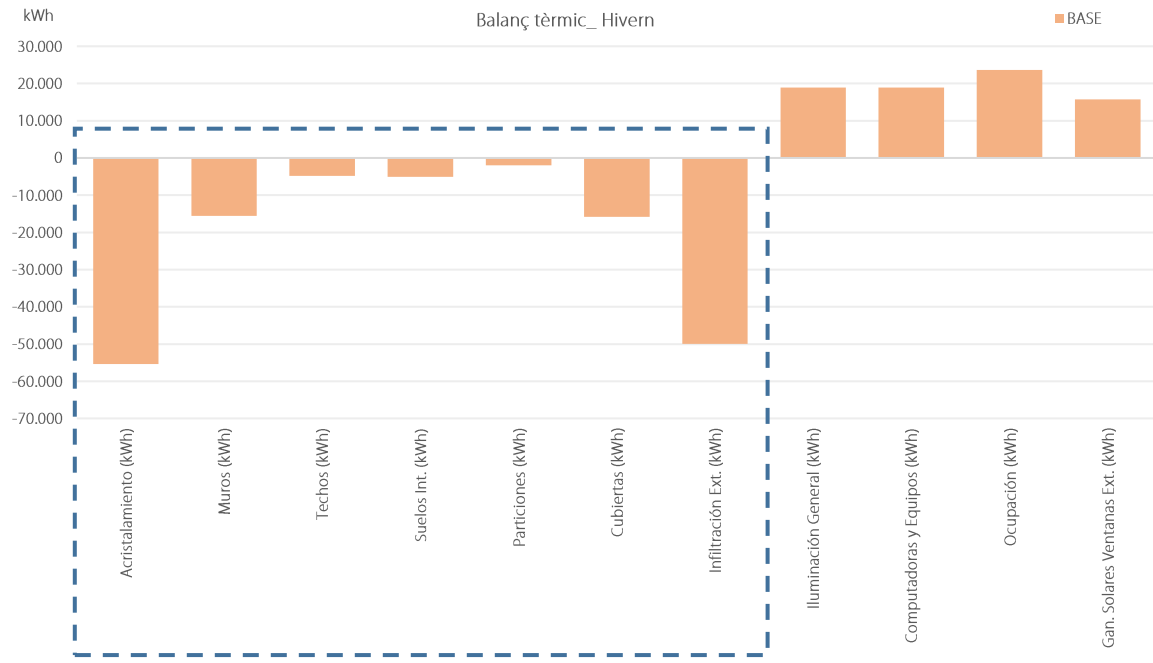
Segons el clima local pot ser recomanable incrementar o reduir el factor de forma.



Casa Marika Alderton, Glenn Murcutt



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Resistência térmica da envolvente



As perdas térmicas são causadas pela transmissão dos elementos construtivos a partir da envolvente térmica e pela ventilação/infiltração. Em edifícios convencionais a proporção pode ultrapassar 50%.

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto
- Desenho arquitectónico – Resistência térmica da envolvente



Perdas por transmissão térmica

- Elementos opacos
- Elementos envidraçados
- Pontes térmicas

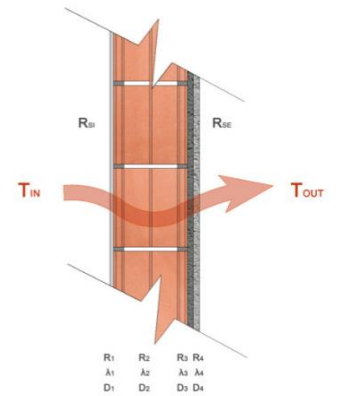


# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)

- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Resistência térmica da envolvente



Poliuretano (PUR)
Poliestireno extruído (XPS)
Poliestireno expandido (EPS)
Algodón (CO)
Lana de roca (SW)
Lana de vidro (GW)
Celulosa (CL)
Corcho (ICB)
Lana de oveja (SHW)
Câñamo (HM)
Lino (FLX)
Virutas de madeira (WF)
Perlita expandida (EPB)
Fibras de coco (CF)

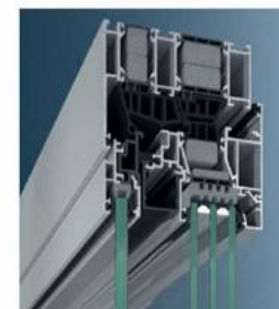
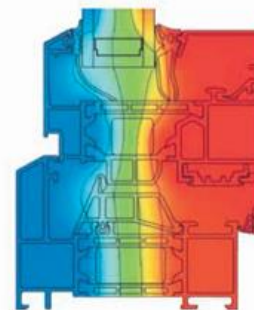
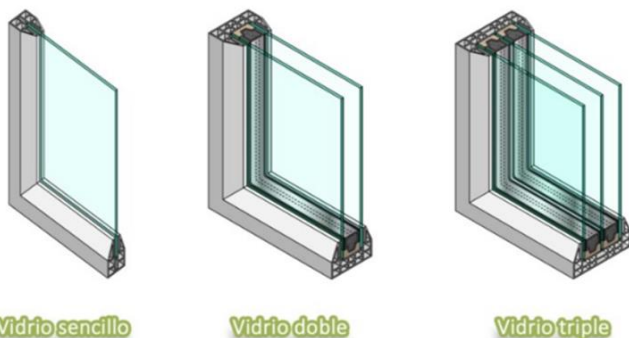


# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
 Desenho arquitectónico – Resistência térmica da envolvente



Tipo de vidro	$U_{gl}$	$g_{gl;n}$
Vidrio sencillo	5,7	0,85
Vidrio doble	3,0	0,75
Vidrio doble bajo emisor	1,6	0,67
Vidrio triple bajo emisor	1,25	0,5

Material del perfil	Transmitancia térmica	Grado de Aislamiento
Metálico	5,7	Muy Bajo
Metálico RPT ( $4\text{mm} \leq d < 12\text{mm}$ )	4	Bajo
Metálico RPT $d \geq 12\text{mm}$	3,2	Medio
Madera dura ( $\rho = 700\text{ kg/m}^3$ y 60 mm de espesor)	2,2	Alto
Madera blanda ( $\rho = 500\text{ kg/m}^3$ y 60 mm de espesor)	2	Alto
Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2	Alto
Perfiles huecos de PVC (3 cámaras)	1,8	Muy Alto



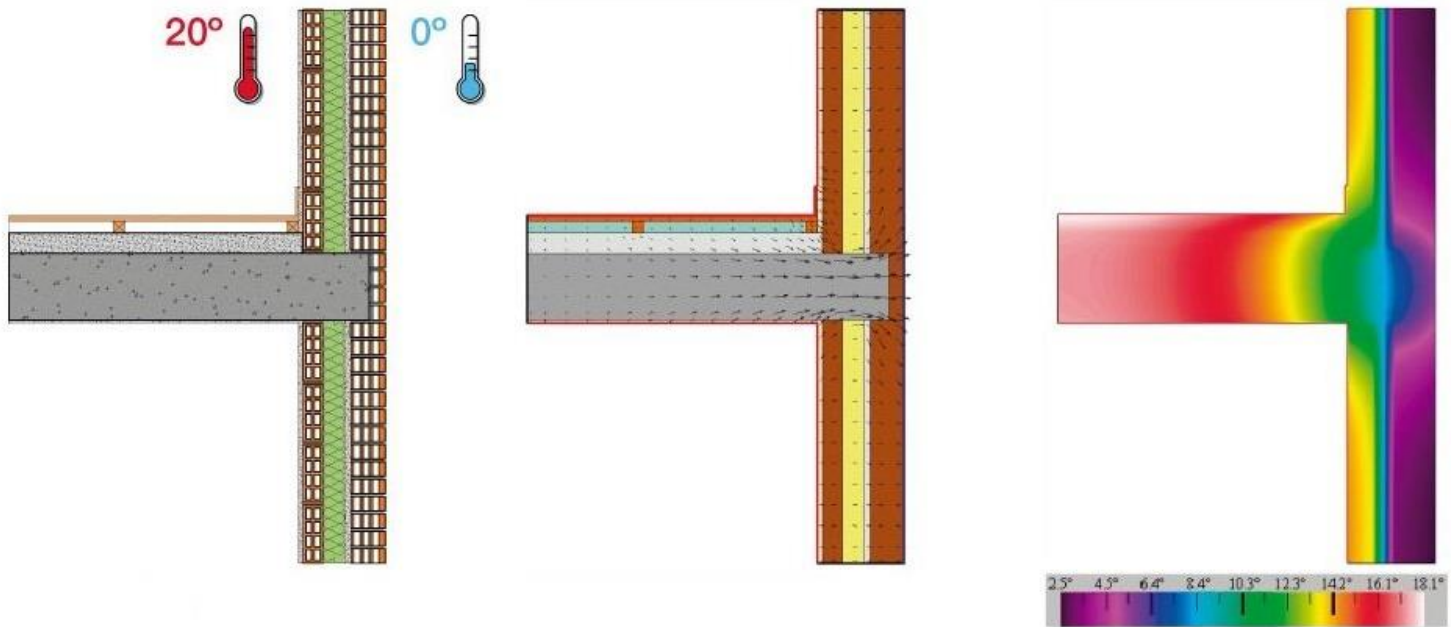


# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)

- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Resistência térmica da envolvente

Ponte térmica - zona da envolvente térmica do edifício em que ocorre uma variação da uniformidade da construção, seja devido a uma alteração na espessura do elemento ou dos materiais utilizados, devido à penetração total ou parcial de elementos construtivos com condutividade diferente, etc., que leva a uma redução na resistência térmica em relação ao resto do elemento construtivo

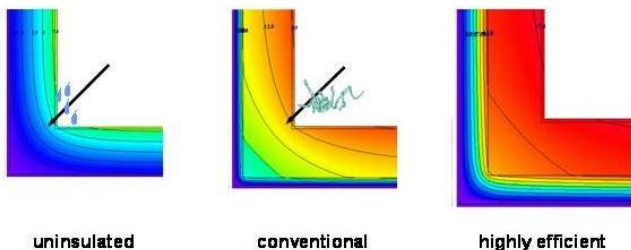


# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Resistência térmica da envolvente

As pontes térmicas são partes sensíveis dos edifícios onde aumenta a probabilidade de formação de condensações que podem gerar formação de fungos [altamente prejudiciais à saúde](#).



Heat flow simulations of a thermal bridge for outer corners of different insulation levels.

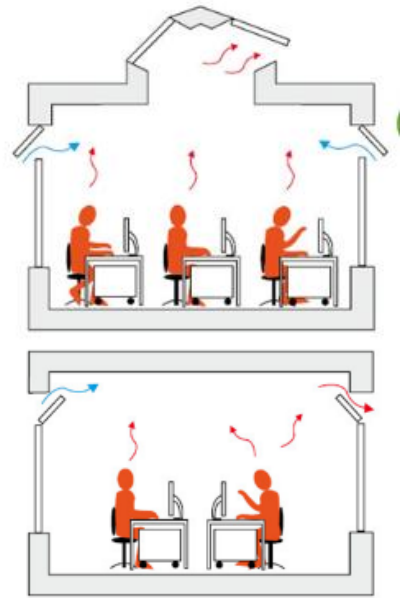


# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Ventilação e movimento do ar

A ventilação natural é um mecanismo passivo que permite ao edifício manter condições saudáveis de ar interior, permite o arrefecimento directo ou a dissipação de calor acumulado no interior.



# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Desenho arquitectónico – Ventilação e movimento do ar

Inputs

Select method: PMV method

Air temperature: 30 °C

Mean radiant temperature: 26 °C

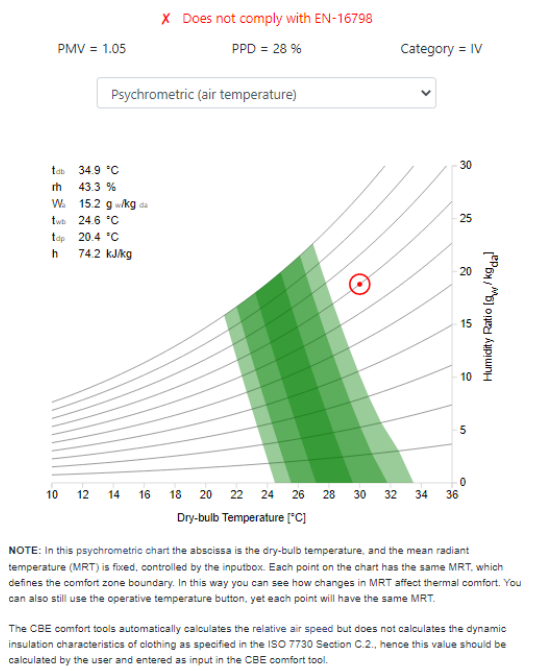
Air speed: 0 m/s

Relative humidity: 70 %

Metabolic rate: 1 met

Dynamic clothing insulation: 0.5 clo

Buttons: Create custom ensemble, Reset, Set pressure, SI/IP, Local discomfort, Globe temp, Documentation



Inputs

Select method: PMV method

Air temperature: 30 °C

Mean radiant temperature: 26 °C

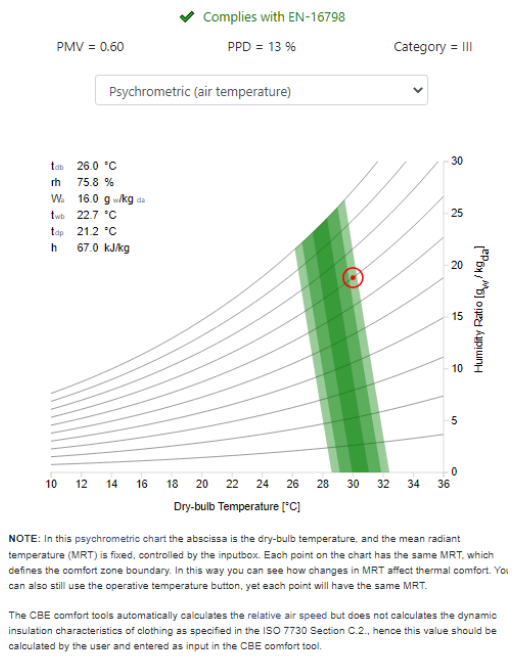
Air speed: 1 m/s

Relative humidity: 70 %

Metabolic rate: 1 met

Dynamic clothing insulation: 0.5 clo

Buttons: Create custom ensemble, Reset, Set pressure, SI/IP, Local discomfort, Globe temp, Documentation



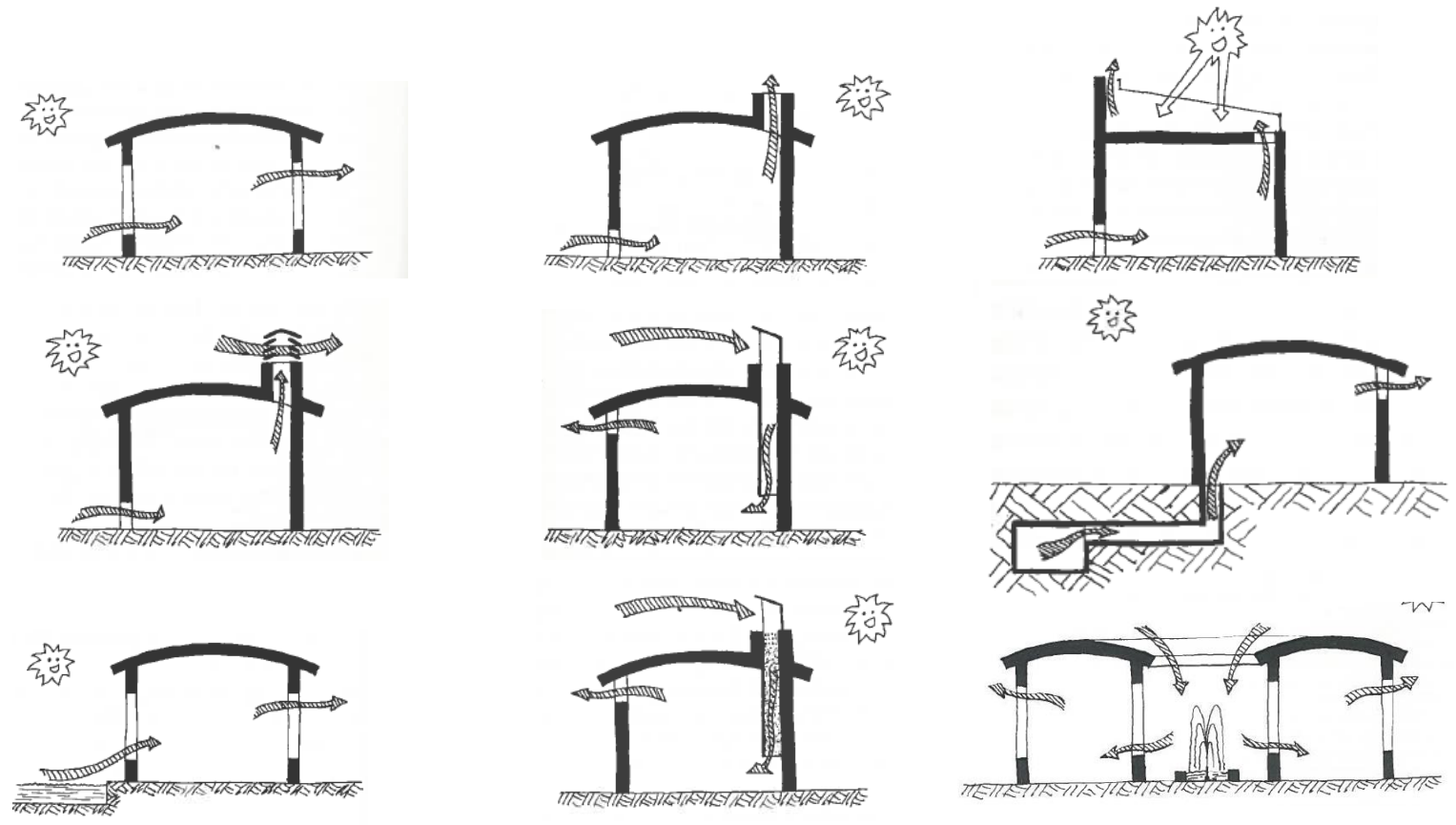
Inverno: Recomendable 0,00...0,20 m/s  
 Verano: Recomendable 0,20...0,55 m/s  
 Agradable 0,55...1,10 m/s  
 Aceptable 1,10...2,00 m/s

## CBE Thermal Comfort Tool

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES

## FORMAÇÃO (B-LEARNING)

- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
 Desenho arquitectónico – Ventilação e movimento do ar



Arrefecimento evaporativo

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)

- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Manutenção



# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)

- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Gestão do edifício

Todos os edifícios necessitam gestão por parte do usuário.

- Manual
- Automatizada



# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AÇORES FORMAÇÃO (B-LEARNING)



- Factores que incidem sobre as necessidades térmicas e o conforto  
Gestão do edifício



<https://youtu.be/65keoFw970Y>



**manual de l'edifici**

**LACOL**  
**comissió arquitectura**  
novembre2019

- 01 INTRODUCCIÓ**
- 02 ESPAIS COMUNS I COMUNITARIS**
- 03 HABITATGES I ANNEXES**
- 04 INSTAL·LACIONS**
- 05 SOSTENIBILITAT I EFICIÈNCIA ENERGÈTICA**
- 06 ACÚSTICA**

## Principales resultados obtenidos:

¡Todas las escuelas trabajaron con entusiasmo por el ahorro de energía! Los temas mensuales fueron muy útiles para recordar en los colegios que deben continuar trabajando en el proyecto 50/50.

En 2014, la escuela ganadora fue el I.E.S Gerlitz en Hartberg. Ahorraron más de 63.400 kWh (24%) en calefacción y 4.400 kWh en electricidad (3%). ¡Estos ahorros daría para cubrir las necesidades en calefacción de unos cuatro hogares y las necesidades de electricidad de un hogar medio! La escuela ahorró 6.893 € en total (16,76%) de los cuales la mitad, 3 447 €, los recibió en forma de cheque.

En 2015, la escuela ahorró aún más: ¡un increíble 20,17%, en total (9 228 €)!

Sobre tot als dormitoris, quan les persones estan dormint, si les finestres estan tancades, a cap de poques hores la qualitat de l'aire es veurà afectada per concentracions elevades de CO2. Això pot afectar la qualitat del somni i fer que al despertar les persones es notin somnolentes i amb mal de cap. Es suggereix mantenir una posició de les finestres anomenada "microventilació", per tal que entri la quantitat suficient d'aire fresc al dormitori. El mateix passa a la resta d'estances, però pel fet d'estar despertes, les persones poden obrir i tancar les finestres, ventilant com es suggereix en el punt de ventilació.

