

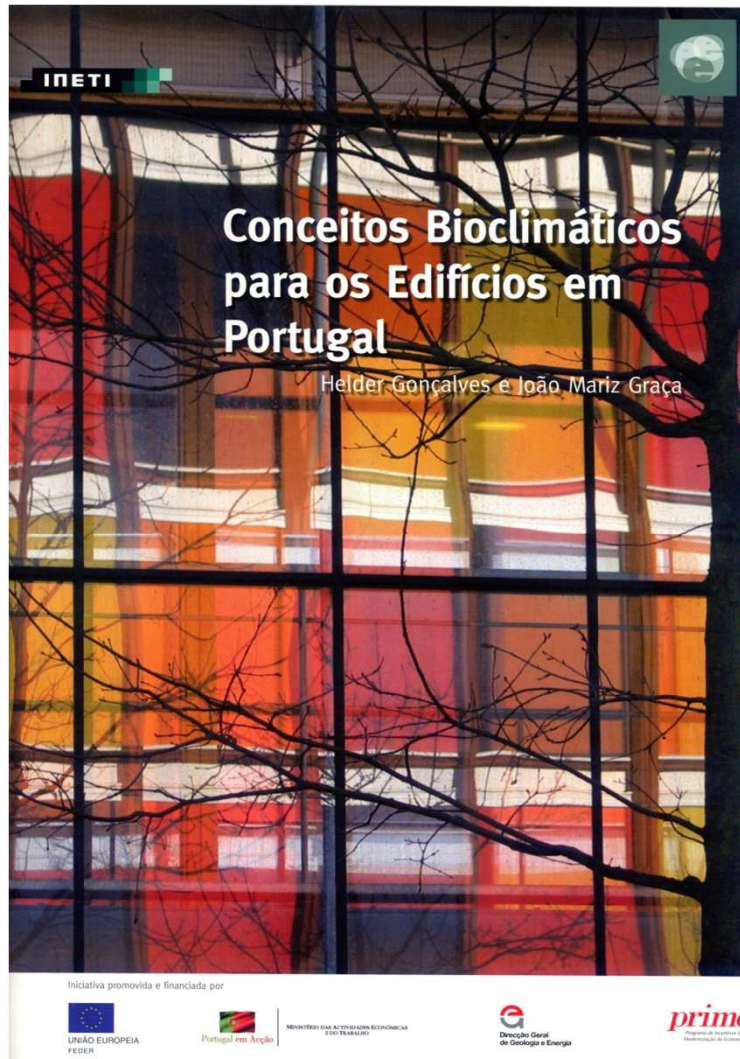


Edifícios Solares Passivos

João Mariz Graça

joao.mariz@lneg.pt

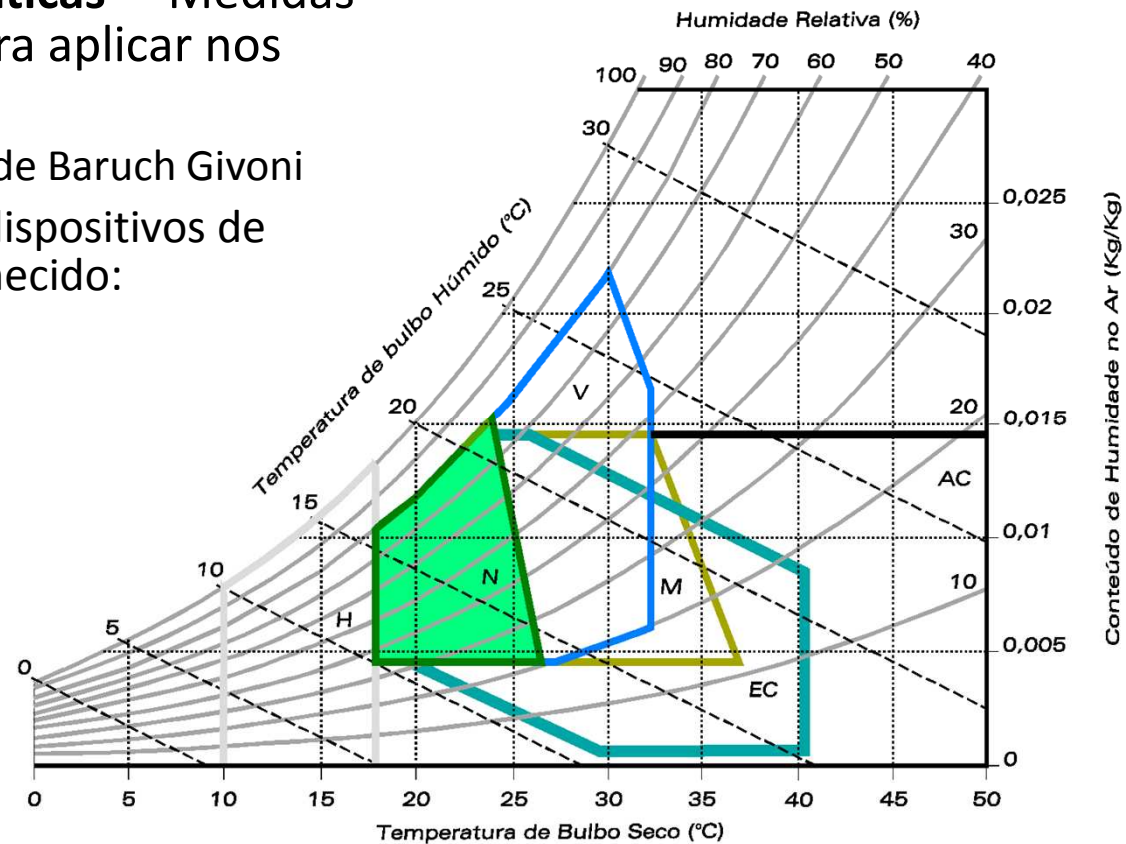
Estratégias Bioclimáticas



- Carta Bioclimática
- Estação de Aquecimento:
 - Restringir Perdas
 - Condução e convecção
 - Promover Ganhos Solares
 - Radiação
- Estação de Arrefecimento:
 - Restringir Perdas e ganhos
 - Climas Quentes:
 - e húmidos
 - e secos

Estratégias Bioclimáticas

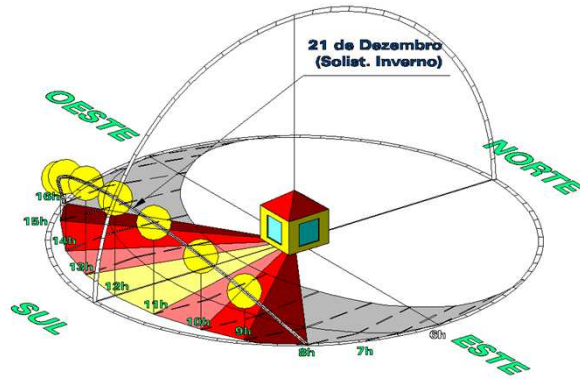
- **Estratégias bioclimáticas** – Medidas de carácter geral para aplicar nos edifícios;
 - Carta Bioclimática de Baruch Givoni
- **Sistemas Solares** – dispositivos de funcionamento é conhecido:
 - De arrefecimento;
 - De Aquecimento.
- **Exemplos de Edifícios**



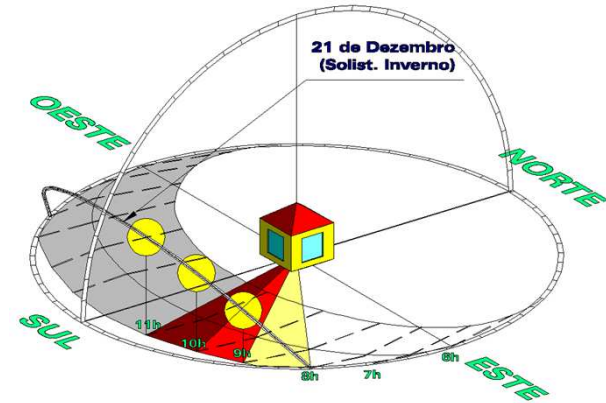


Estratégias de Inverno – Promover Ganhos Solares

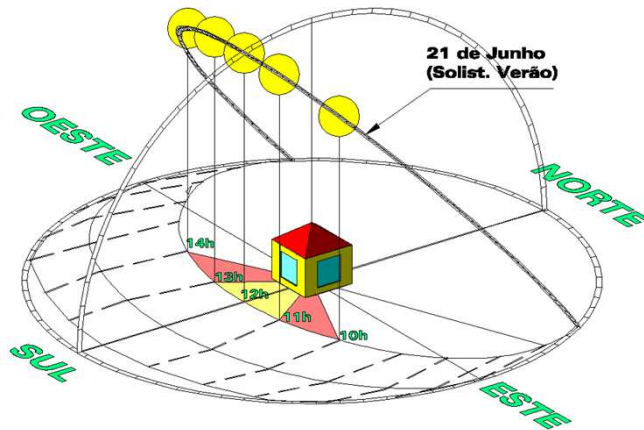
Inverno Sul



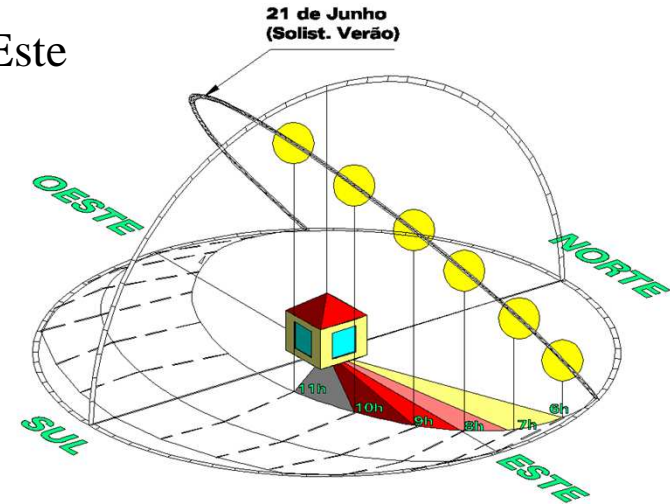
Inverno Este



Verão Sul

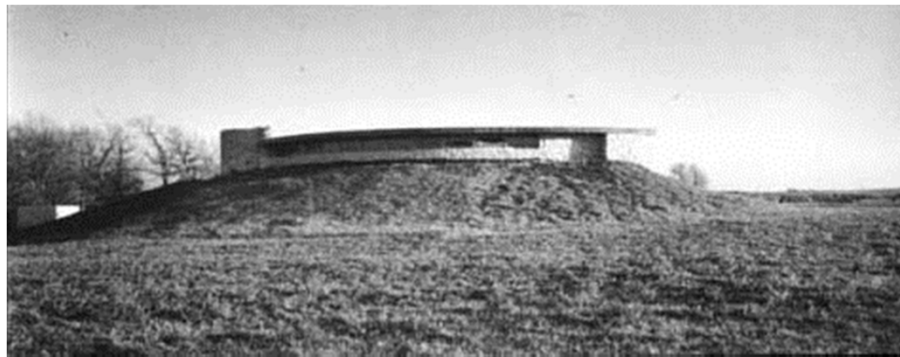
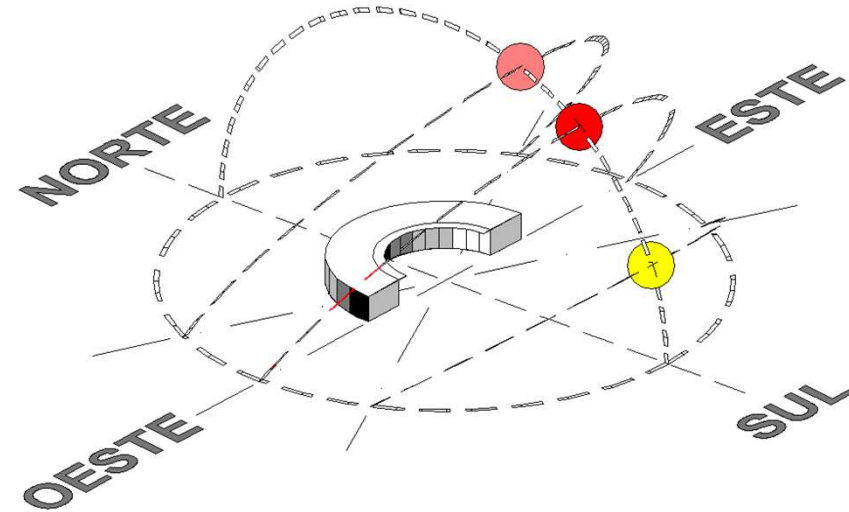


Verão Este

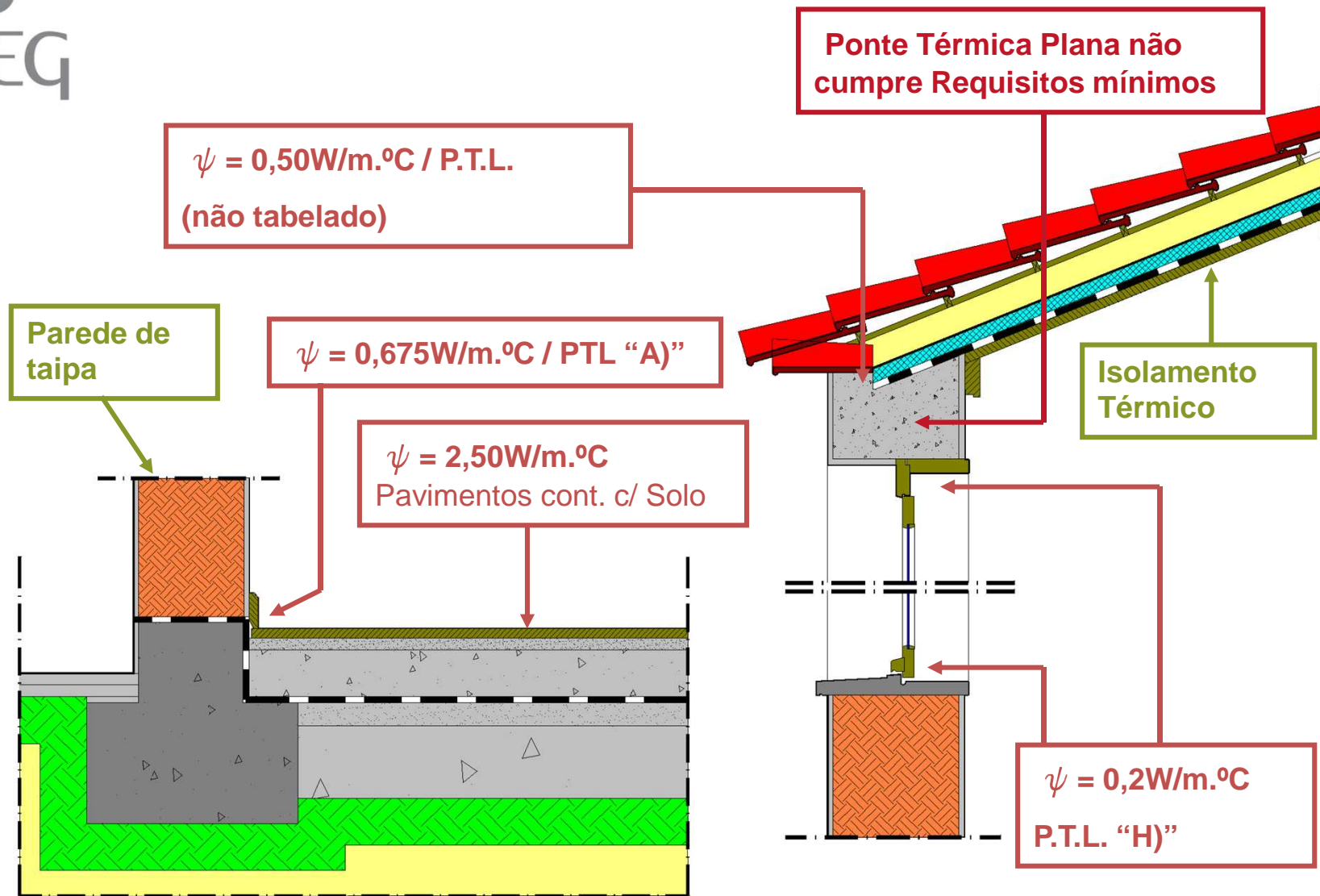




- Em 1943 o Arquitecto Frank Lloyd Wright, projectou e construiu a casa Jacobs II em Wiscosin;
- Maximizou os ganhos solares e minimizou as perdas por condução apenas com recurso à forma arquitectónica.

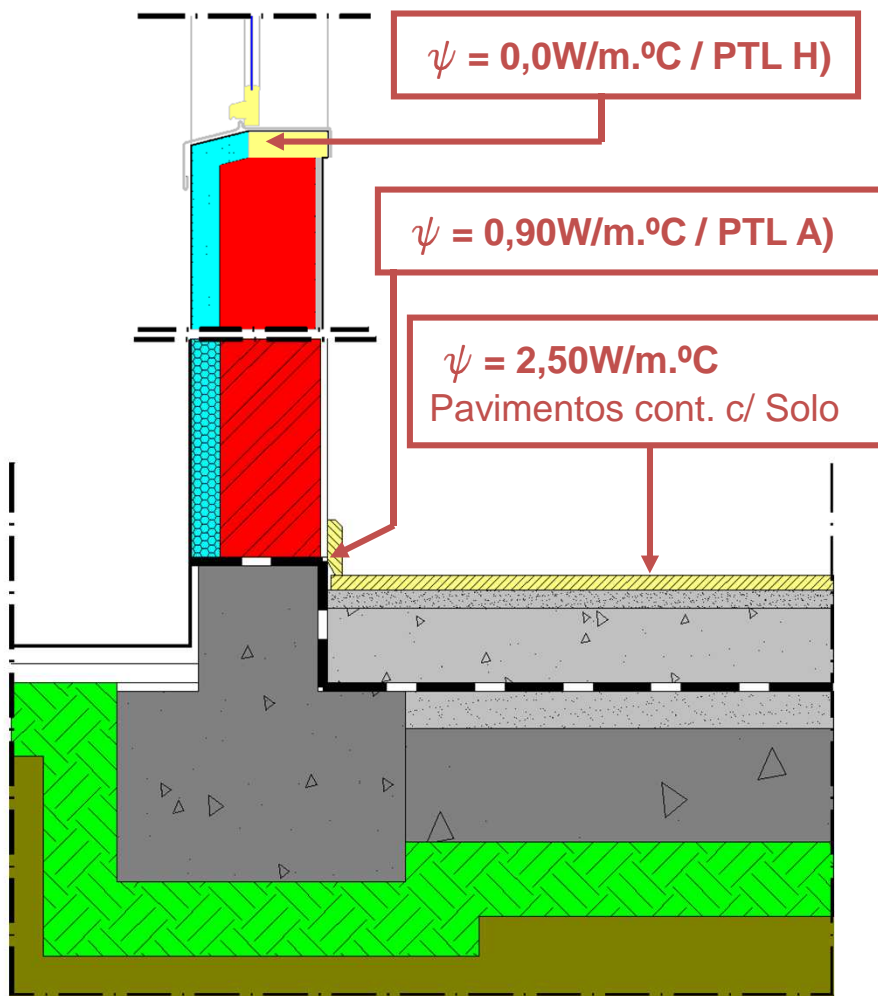


Solução tradicional

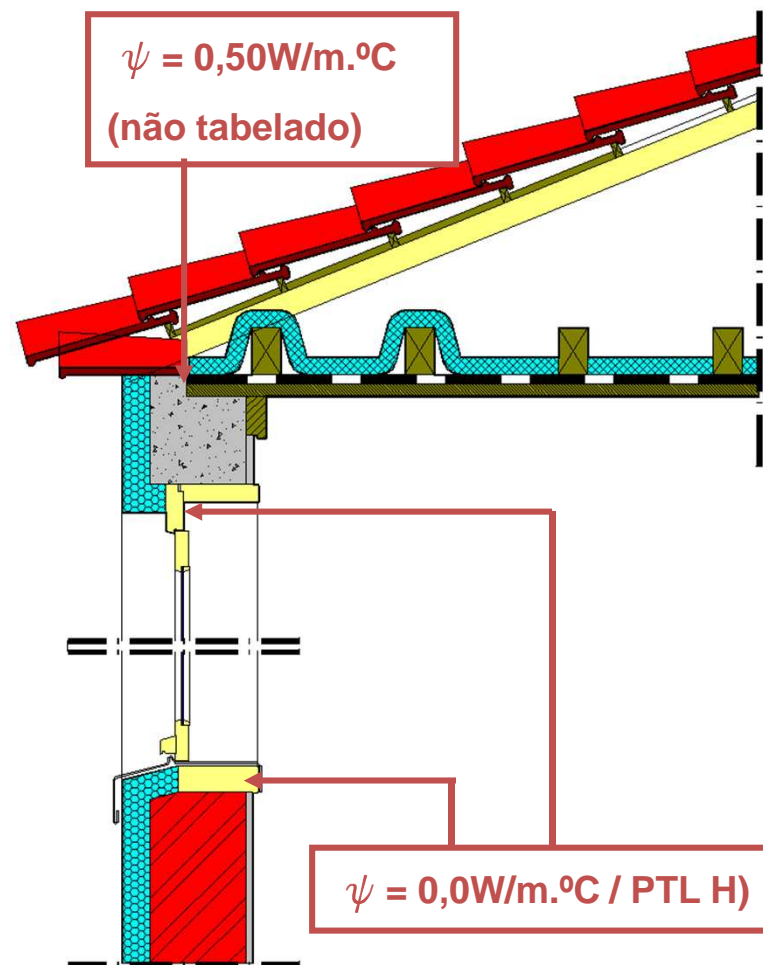


Estratégias Bioclimáticas – Restringir Perdas

Condução - “Valor U” e ψ

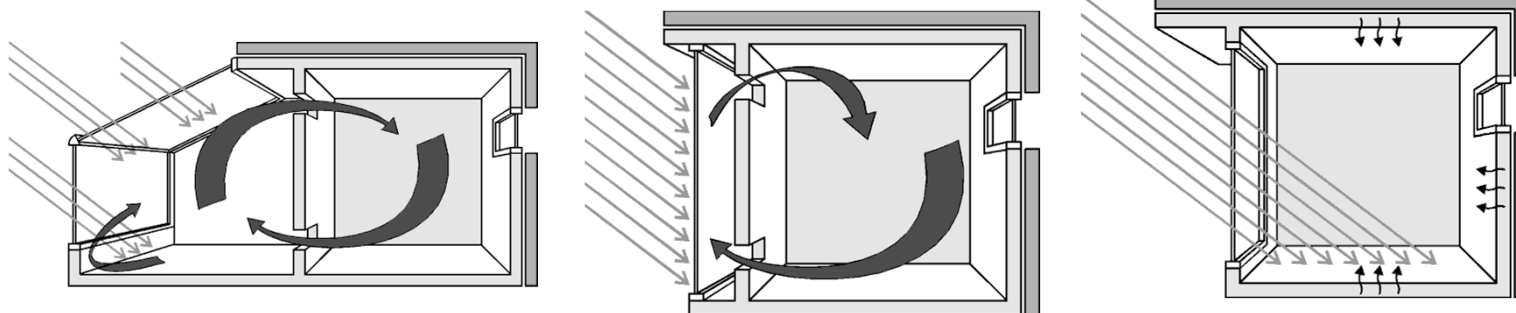
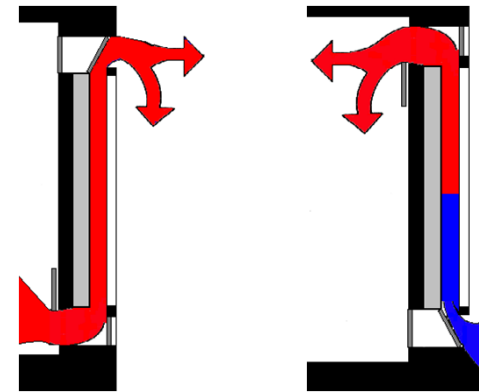


Convecção – pé direito e Rph



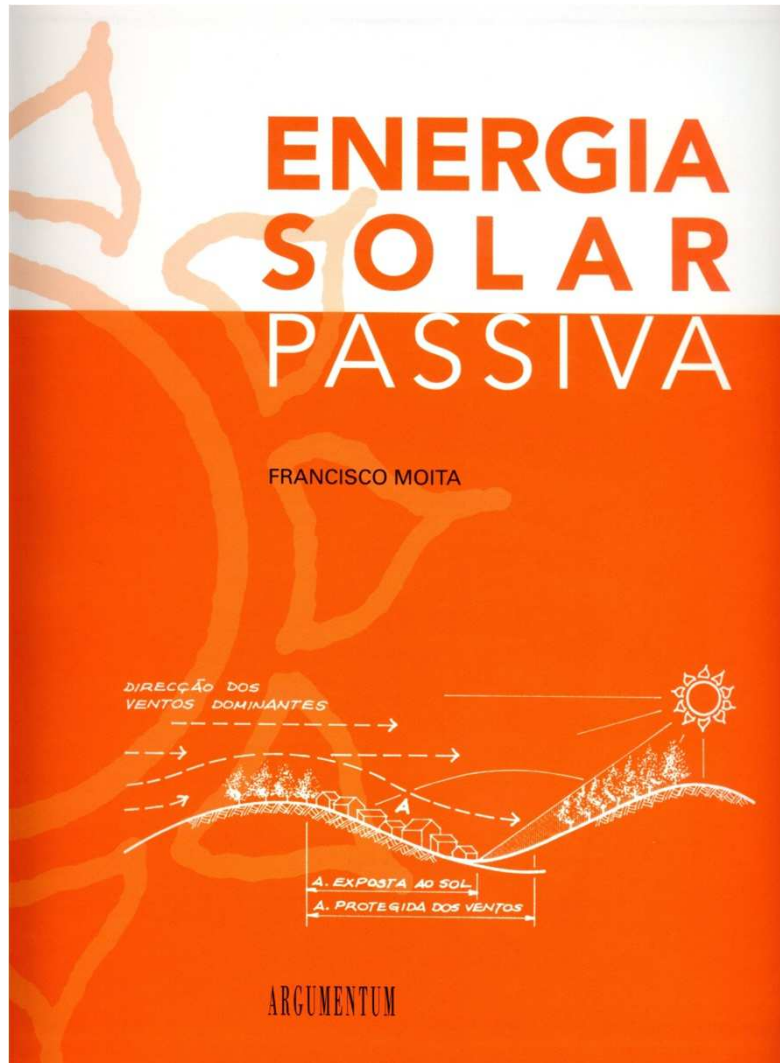
Sistemas Passivos de Inverno

- **Sistemas Passivos de Inverno:**
 - Ganho directo;
 - Parede de "Trombe"
 - Estufa;
 - Colector a ar





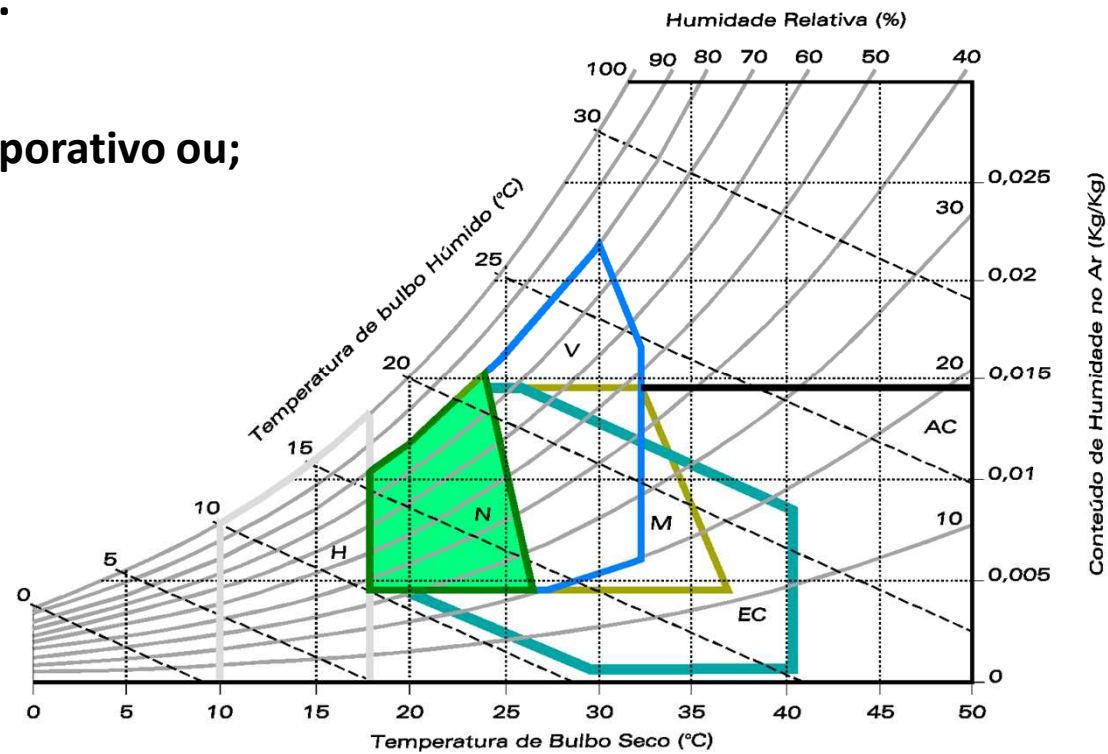
Rendimento dos Ganhos Solares





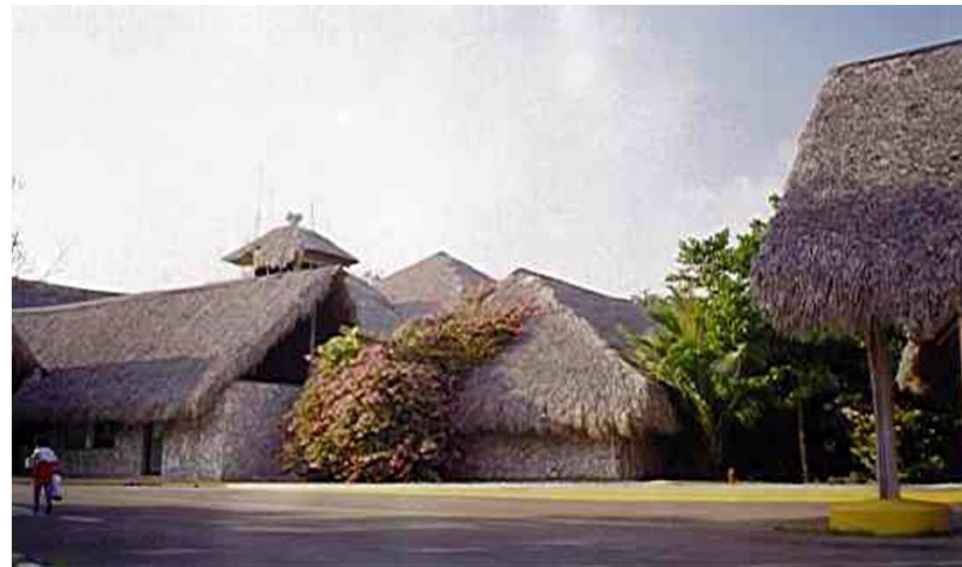
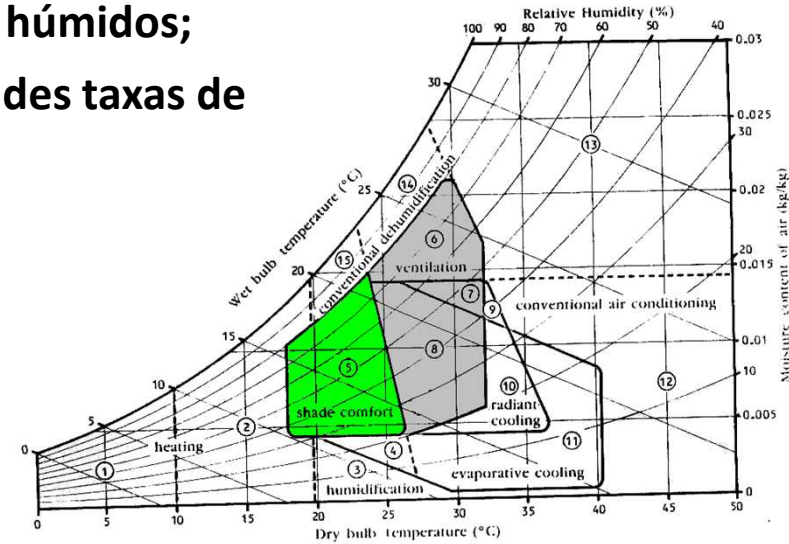
A Carta Bioclimática (Baruc Givoni)

- Estratégias de Verão:
 - Ventilação ou;
 - Arrefecimento Evaporativo ou;
 - Massa Térmica.



Estratégias Bioclimáticas de Verão

- Ventilação – Climas Quentes e húmidos;
- Associado a inércia leve e grandes taxas de renovação de ar



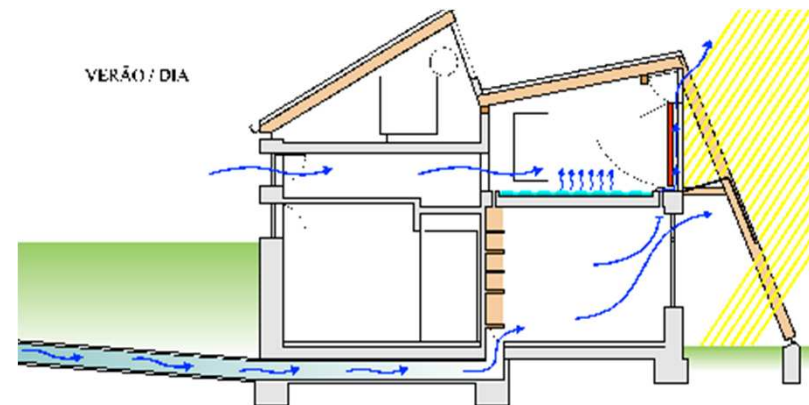


Estratégias Bioclimáticas de Verão

- Estratégias de Ventilação
- No território continental português podem aplicar-se preferencialmente em zonas de influência marítima com menores amplitudes térmicas diárias;
- Ventilação nocturna



Palheiros da Tocha



Casa em Porto Santo

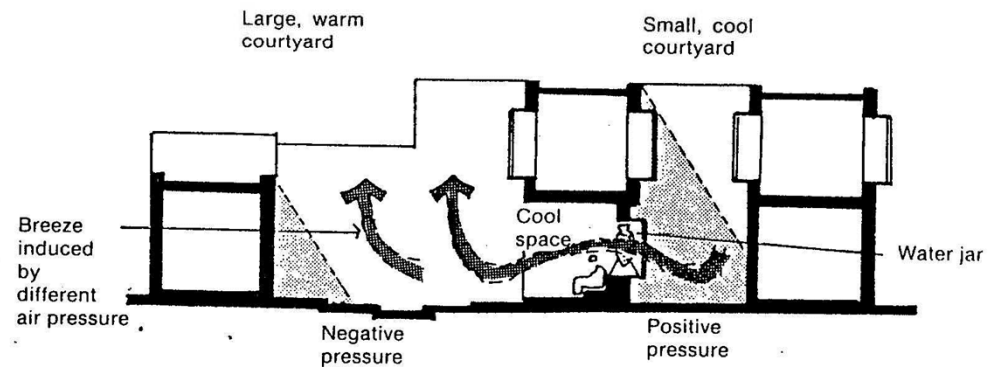
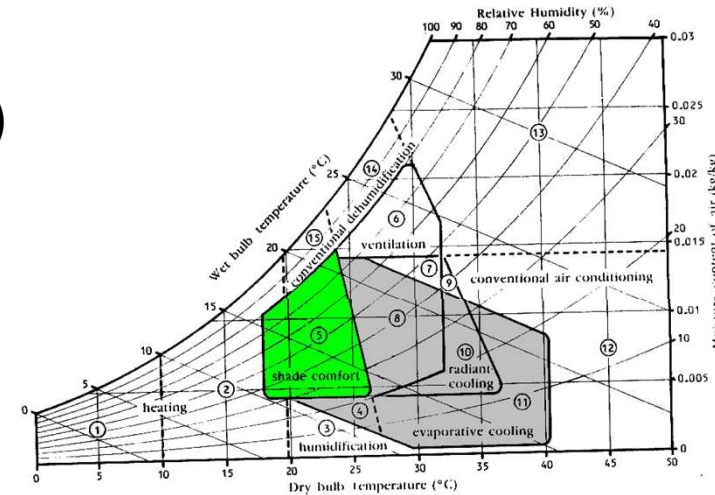
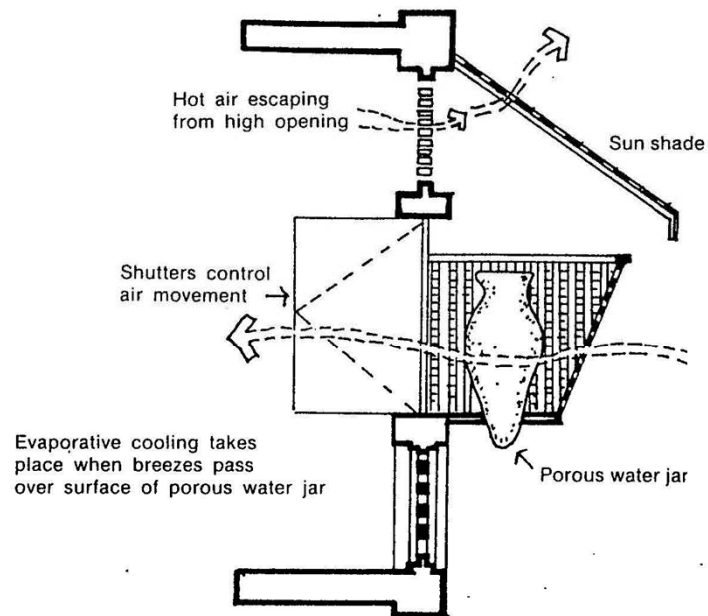


Casa em Santana / Madeira



Estratégias Bioclimáticas de Verão

- Arrefecimento Evaporativo (mancha cinza)
- Muitas vezes associado a inércia elevada



Estratégias de Verão – Climas Quentes e Secos

A grande diferença entre a ventilação nos climas quentes é a seguinte:

- Climas húmidos – grandes velocidades de circulação de ar;
- Climas secos – pequenas velocidades de circulação de ar;
- Arrefecimento Evaporativo – estratificação do ar c/ pequenas velocidades

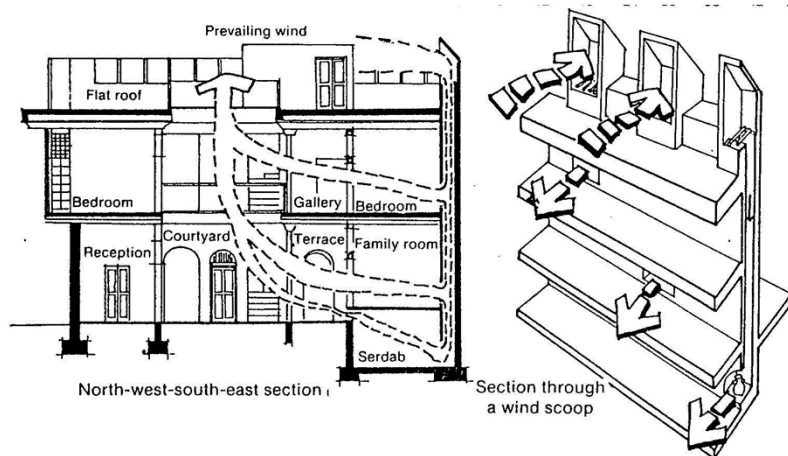
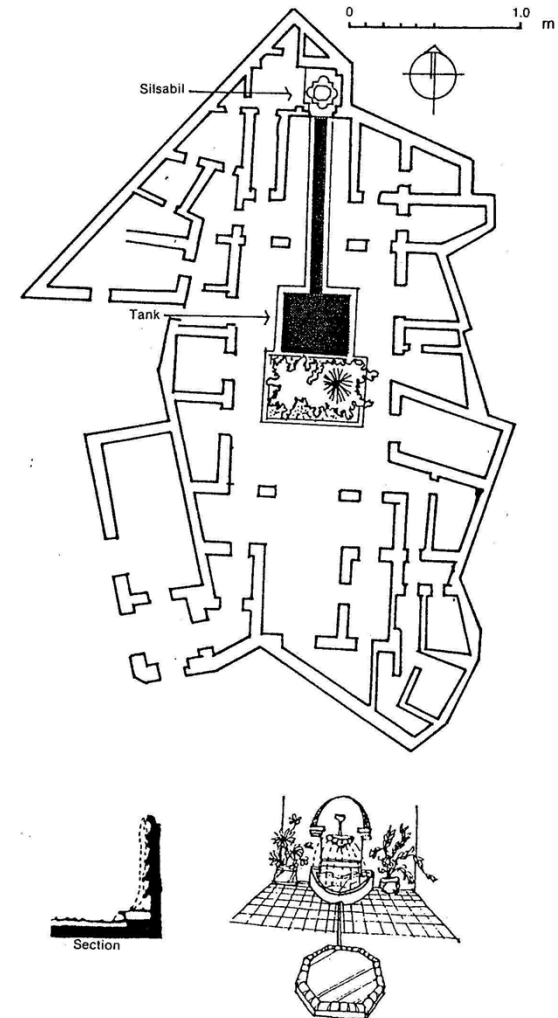
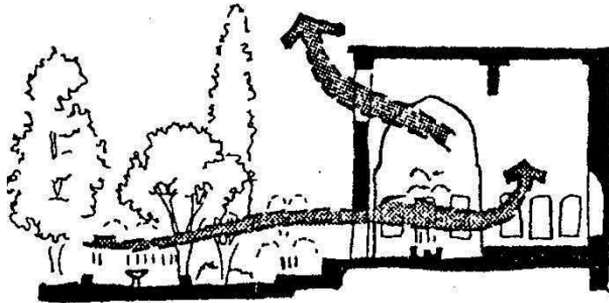


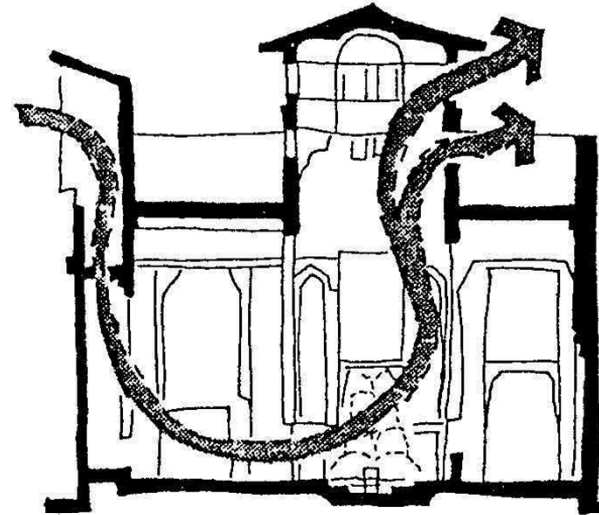
Figure 7. Ventilation flows through a typical Iraqi house (Al-Azzawi, 1969)



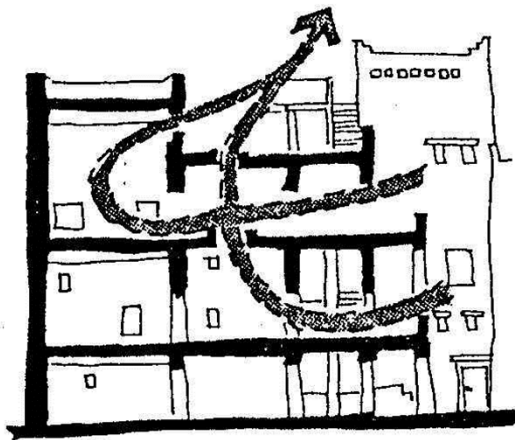
Arrefecimento Evaporativo – sempre associado a pequenas velocidades de ar



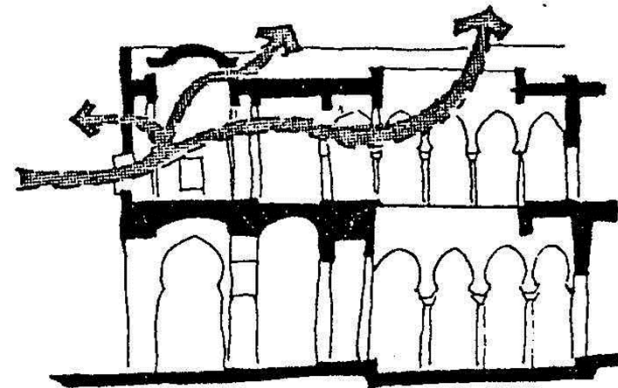
Damascus



Cairo



Southern Morocco

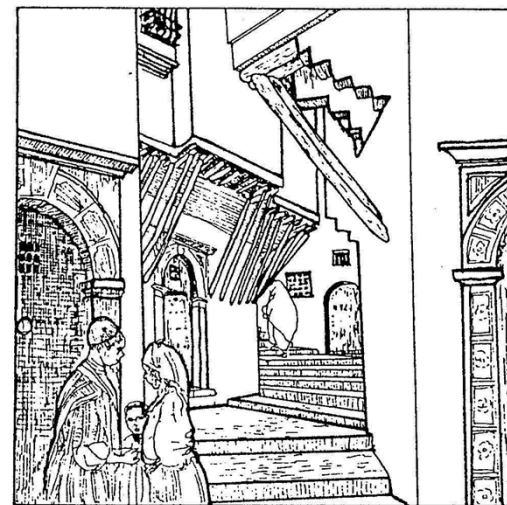
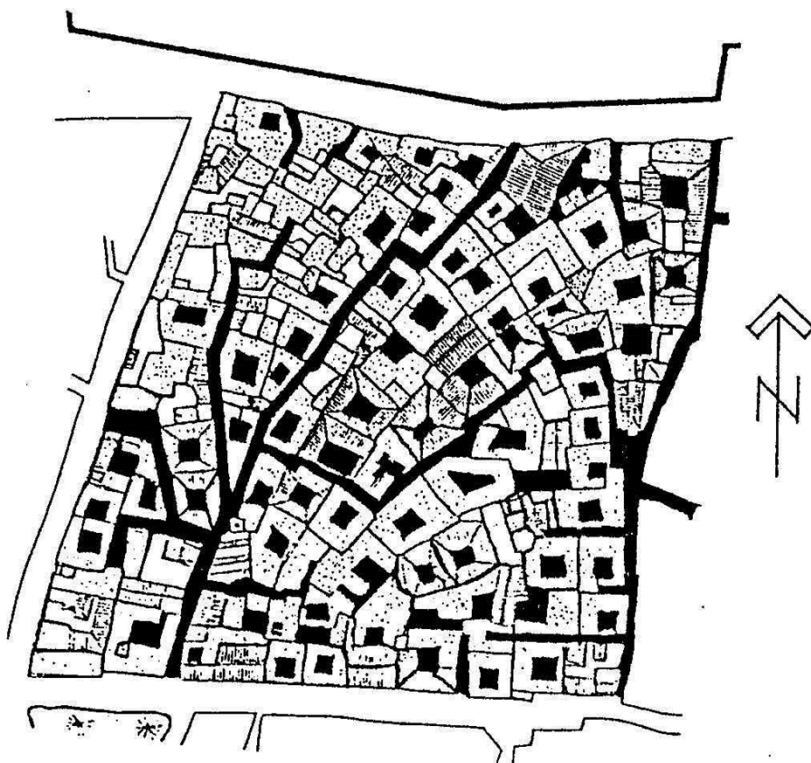


Algiers

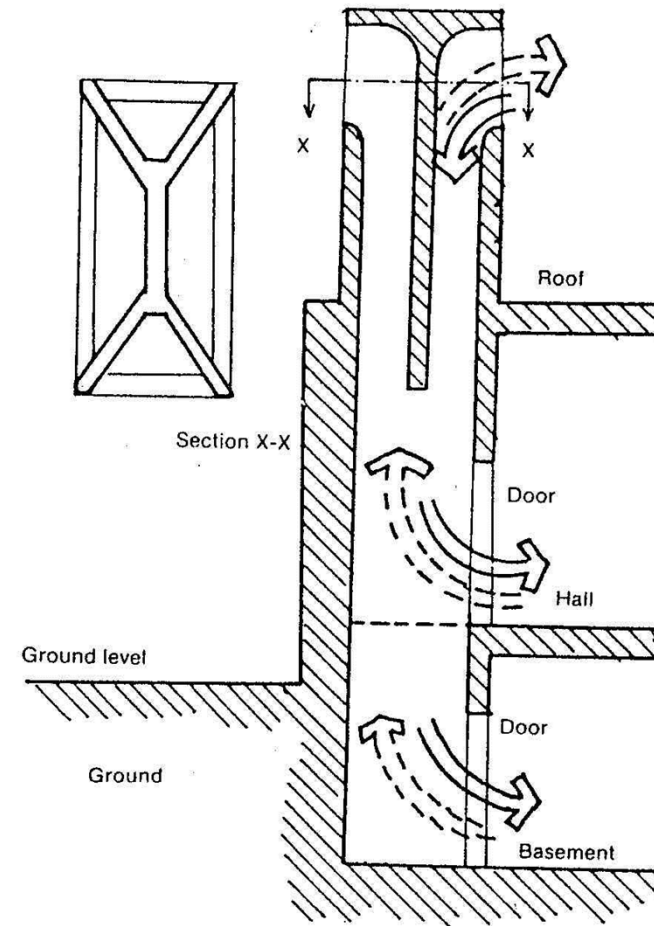
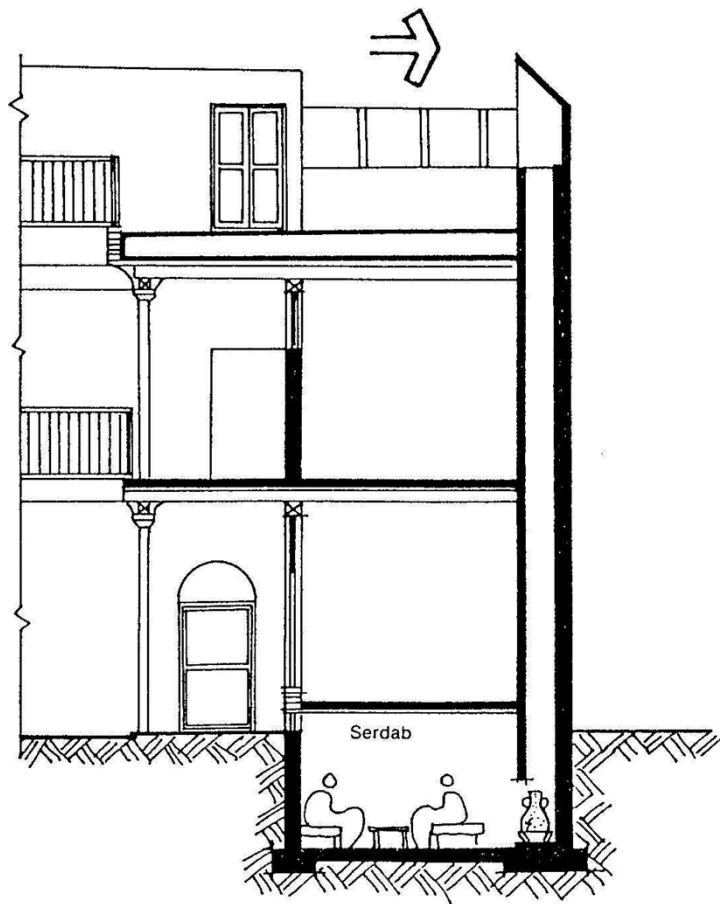
Restrição dos Ganhos de Radiação

Ruas protegem da Radiação:

- Desenho urbano
- Ruas por vezes são mesmo totalmente cobertas



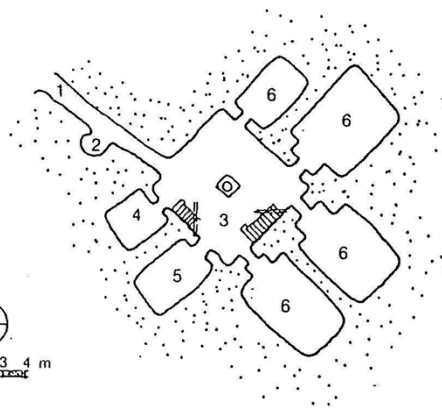
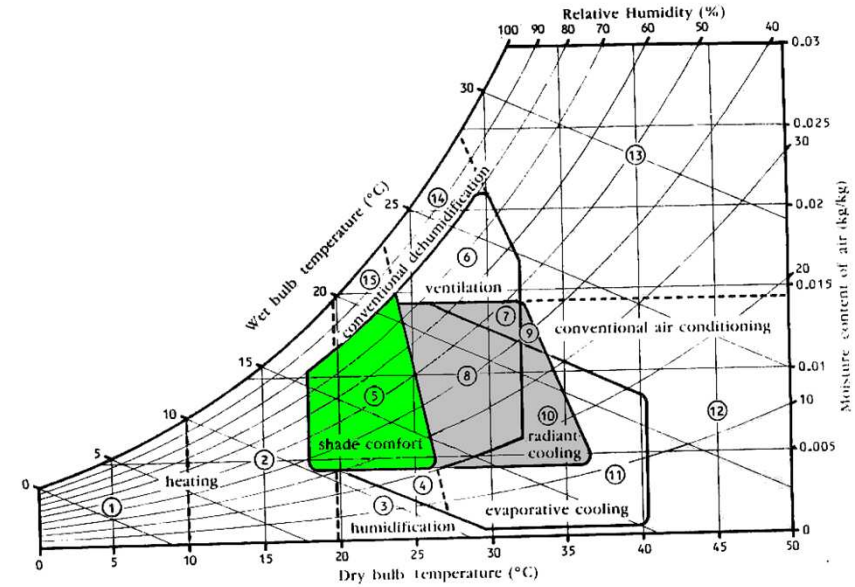
Torres de ventilação (Wind Towers)



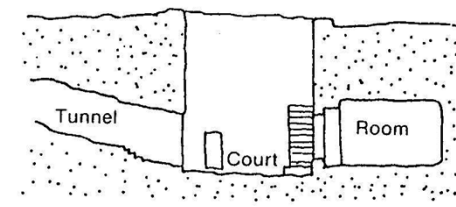
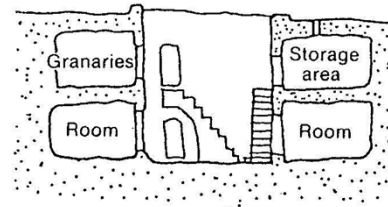
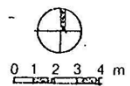


Estratégias Bioclimáticas de Verão

- Massa Térmica

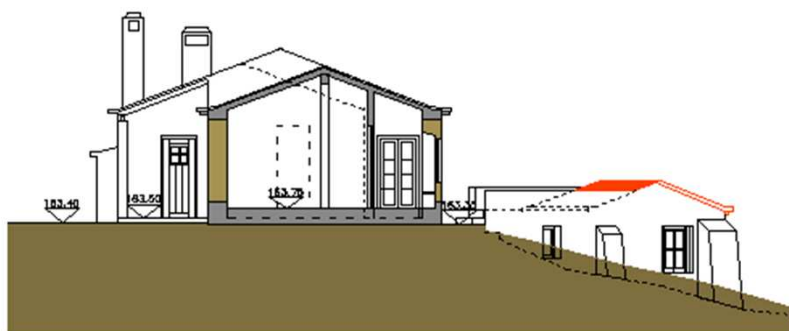


- 1 Tunnel
- 2 Stable
- 3 Courtyard
- 4 Cooking
- 5 Granaries
- 6 Rooms





Casa construída em Terra crua no Distrito de Beja



Corta EF



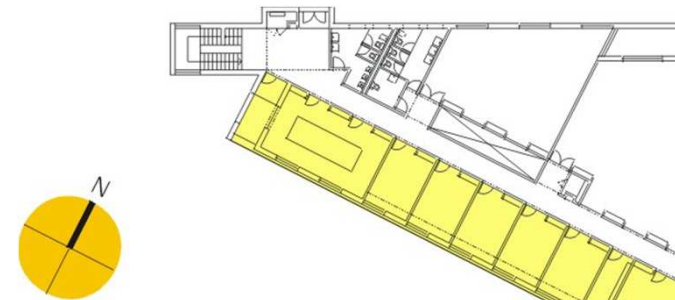
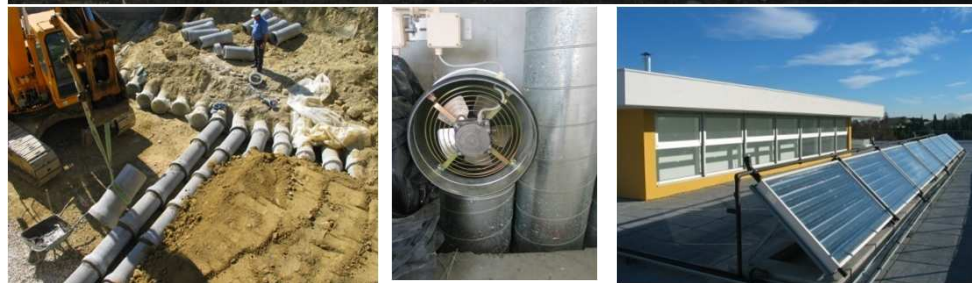
Corte IJ e Corte LM



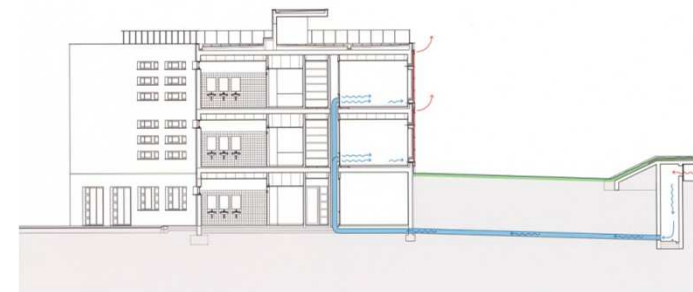




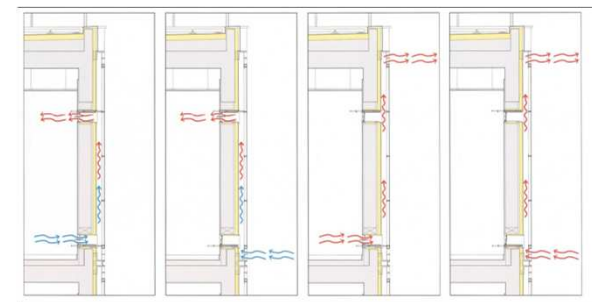
Edifício solar XXI



Promover dos Ganhos Solares de Inverno;
Reduzir perdas – Planta compacta, factor de forma



Tubos enterrados para ventilação
previamente arrefecida pelo solo



Sistema solar tipo Colector a Ar

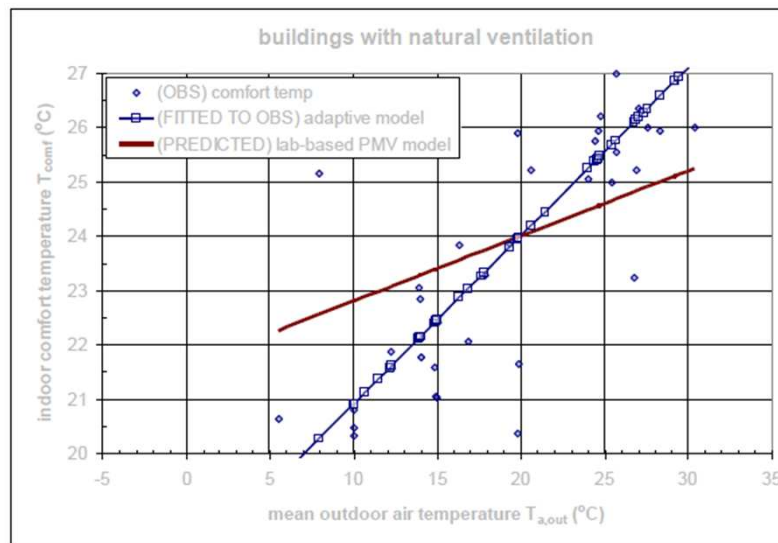


Conceito de sustentabilidade

- Bom desempenho Ambiental – ciclo de vida do edifício;
 - Fase do produto – Impactes resultantes da extracção das matérias primas, fabrico dos Materiais e elementos da construção;
 - Fase da construção – **processo de construção**;
 - Fase de utilização – impactes resultantes da **utilização de energia** e água na utilização do edifício;
 - Fase de fim de vida – impactes resultantes de transporte demolição e tratamento final;
- Bom desempenho Social – conforto e saúde dos utilizadores
 - **Eficiência na ventilação natural**, toxicidade de materiais de acabamento, **conforto térmico, visual (iluminação natural)** e acústico;
 - Acessibilidades e amenidades;
- Bom desempenho económico –
 - **Custos do investimento inicial**;
 - **Custos de utilização**.

Conforto térmico

Error in PMV



From deDear & Brager, *Energy & Buildings* 34 (6)

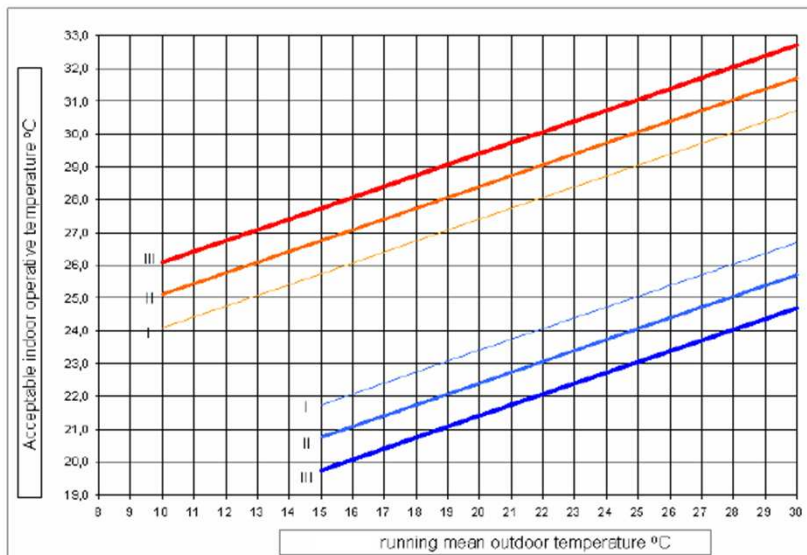
- ISO 7730 vs EN 15251:
 - percentagem de pessoas insatisfeitas (PPD), que depende do;
 - voto previsível médio (PMV) e este depende de 4 variáveis relativas ao ambiente térmico (T_a , T_r , H_r , V) e de 2 variáveis dependentes do individuo (Met e Clo);
- Met e Clo = difíceis medir (Fergus Nicol);
- Em edifícios ventilados naturalmente as taxas de desconforto previstas pelo modelo de “Fanger/ISO-7730” são superiores às verificadas na realidade (Fergus Nicol).



Avaliação de conforto térmico

- O energy plus (e+) permite fazer a avaliação da EN 15251:

FR comfort limits EN15251



- Permite Avaliar
 - PMV e PPD;
 - Temperatura ambiente;
 - Temperatura radiante média;
 - **Temperatura operativa;**
 - Temperatura ambiente exterior.
- Com base nos resultados – classificação dos compartimentos de habitação segundo as categorias I, II, III e IV da EN-15251;
- Os parâmetros relativos aos indivíduos – taxa metabólica (met) e isolamento de vestuário (clo) – fixos nos termos da EN-15251.



Metodologia de avaliações de conforto térmico estação de aquecimento

- Avaliação do conforto Térmico dos espaços segundo os procedimentos da Norma EN 15251

Metodologia de avaliação da sustentabilidade dos edifícios:
SBTool_PT ; Parâmetro 18 _Conforto térmico

- Conforto Térmico na estação de aquecimento;
 - Utilizando Energy Plus simular cada espaço e calcular a temperatura operativa no interior desses espaços;
 - Identificar a temperatura operativa que é excedida em pelo menos 95% das horas da estação de aquecimento;
 - Identificar qual a categoria de conforto dos espaços em avaliação;
 - Caso seja a categoria IV, verificar quais as necessidades de consumo necessárias para subir de categoria.



Metodologia das avaliações de conforto térmico estação de arrefecimento

- Avaliação do conforto Térmico dos espaços segundo os procedimentos da Norma EN 15251:
- Determinar para cada um dos dias da estação de arrefecimento a Temperatura Média Exterior Cumulativa (Running Mean External Temperature), pela seguinte expressão :

$$\Theta_m = \frac{(\Theta_{ed-1} + 0,8 \cdot \Theta_{ed-2} + 0,6 \cdot \Theta_{ed-3} + 0,5 \cdot \Theta_{ed-4} + 0,4 \cdot \Theta_{ed-5} + 0,3 \cdot \Theta_{ed-6} + 0,2 \cdot \Theta_{ed-7})}{3,8}$$

- Determinar para cada um dos dias da estação de arrefecimento a temperatura operativa óptima:

$$\Theta_{opt} = 0,33 \cdot \Theta_m + 18,8$$

- Determinar para cada hora da estação de arrefecimento a temperatura a diferença entre a temperatura óptima e a temperatura observada:

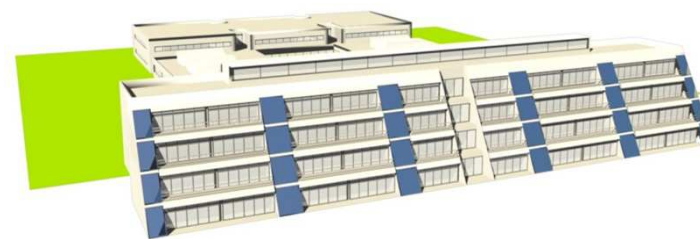
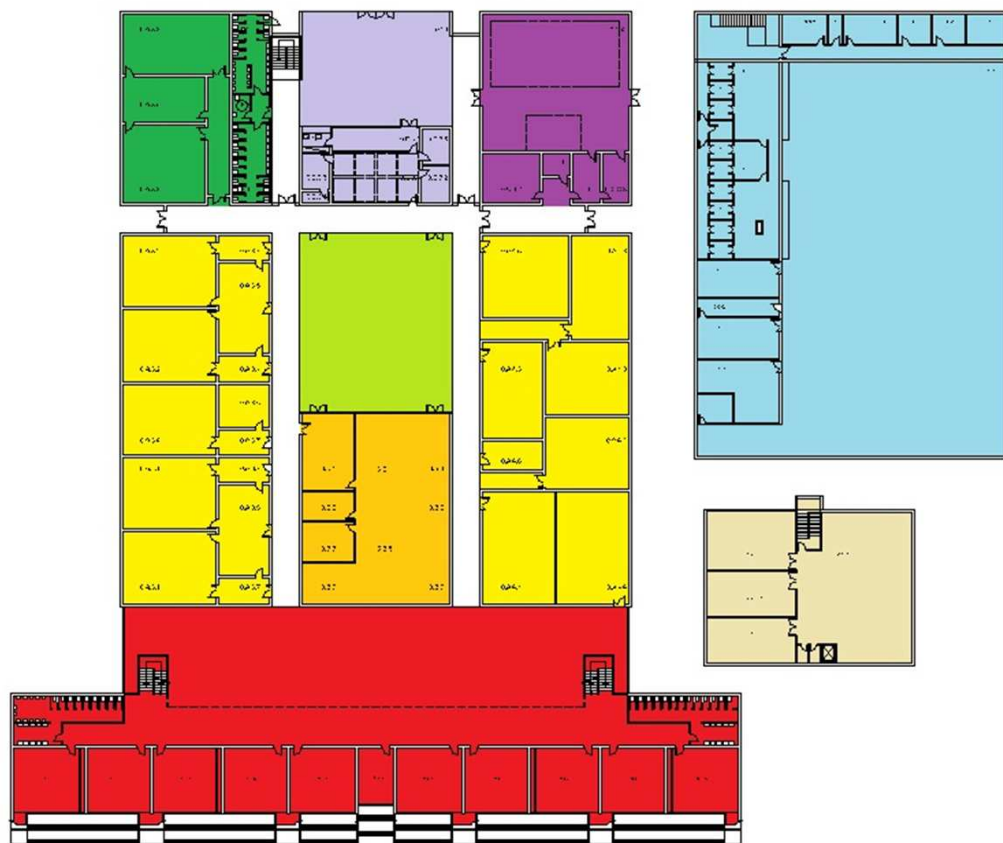
$$\Delta_0 = \left| \Theta_0 - \Theta_{opt} \right|$$

- Verificar qual a diferença de temperatura que não é excedida em 95% do tempo.

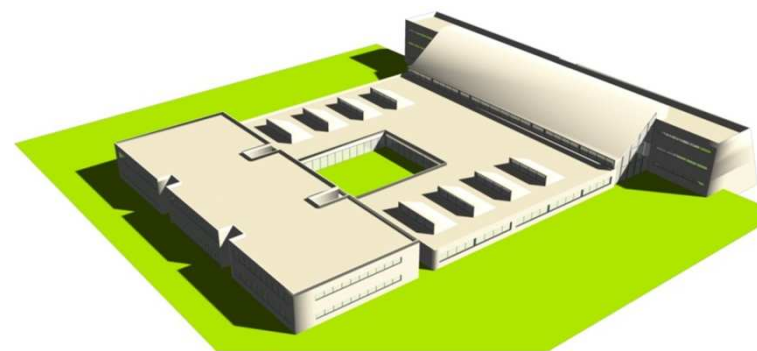


Concurso de Projecto Escola Secundária da Quinta do Peru

Planta do piso Zero



Prespectivas



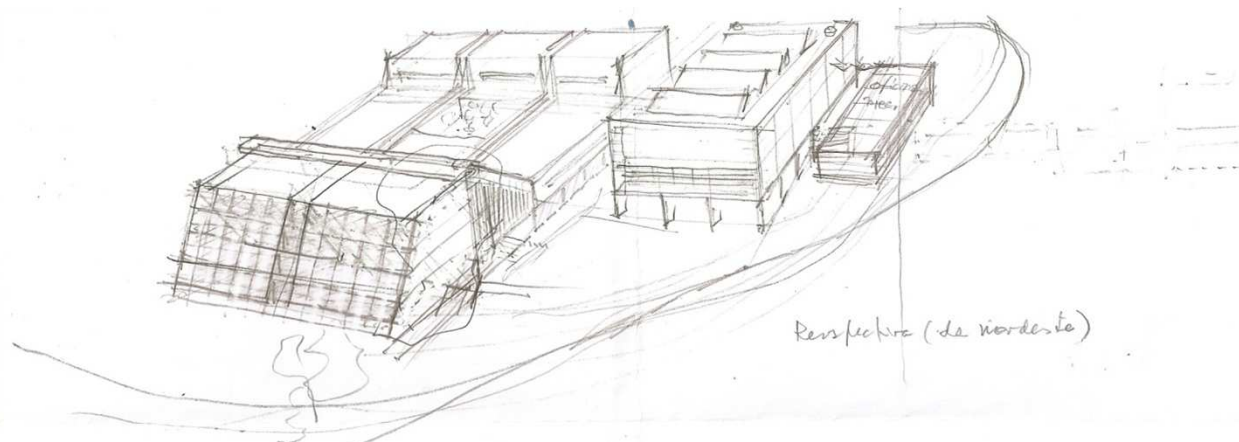
- Henrique Tavares Chicó
- João Mariz Graça



Concurso de Projecto

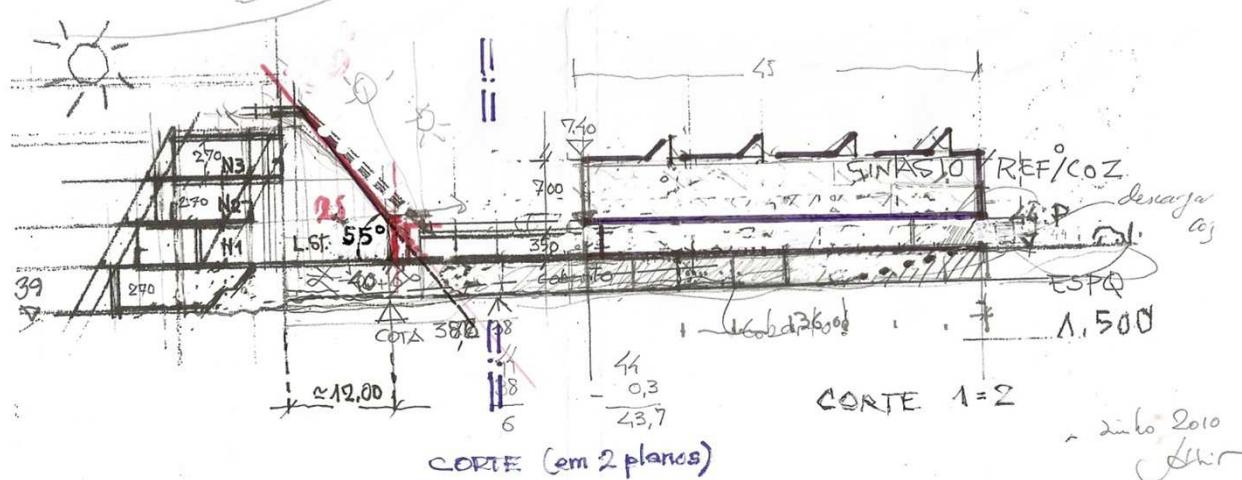
Escola Secundária da Quinta do Peru

Perspectiva



Perspectiva (de nordeste)

Corte



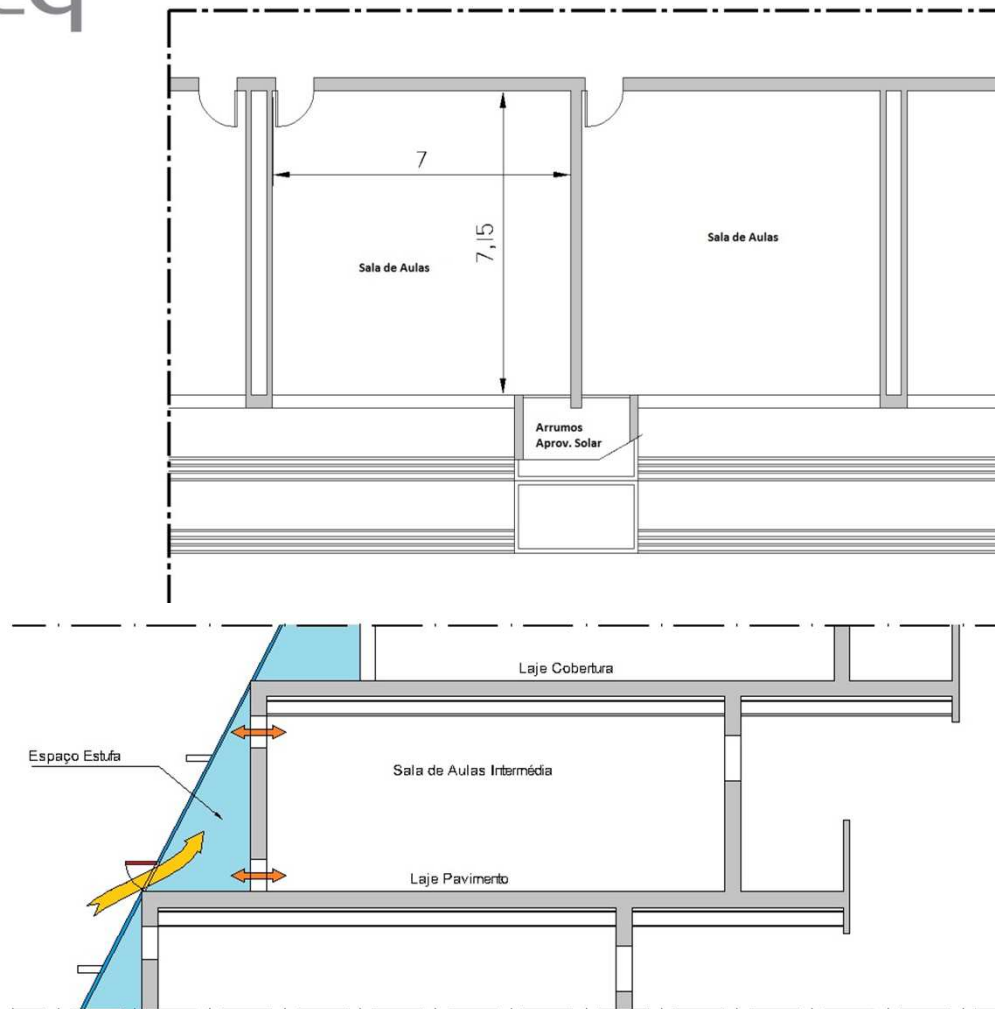
CORTE (em 2 planos)

CORTE 1=2

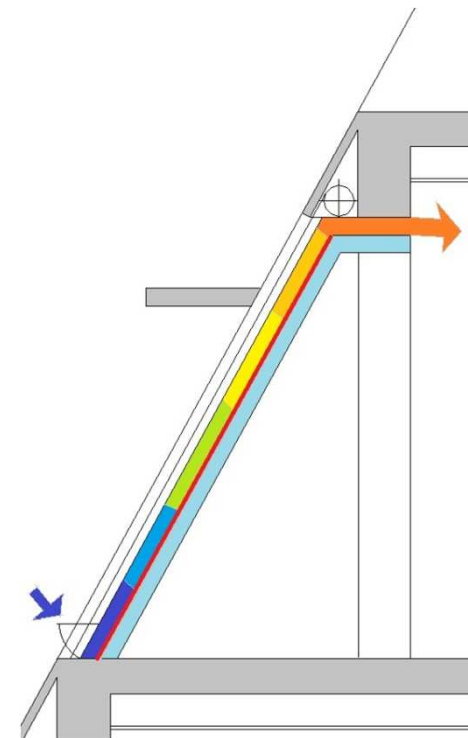
2 de Maio 2010
[Signature]



Sistemas em Avaliação



- Ganho directo – Solução Base Inverno
- Espaço estufa
- Colector a ar
- Solução base Verão
- Sistema de tubos enterrados





Inverno

Resultados

Solução Construtiva	Temperatura Operativa Mínima em 95% do Tempo (°C)	Categoria de Conforto – EN 15251
Solução Base	14,93	IV
Solução Espaço Estufa	21,33	I
Solução Colector	19,63	Não cumpre Taxa Renovação

Verão

Solução Construtiva	Diferença de Temperatura Operativa Máxima em 95% do Tempo (°C)	Categoria de Conforto – EN 15251
Solução Base	3,70	II
Solução Tubos enterrados	2,68	I



Conclusões

- As estratégias bioclimáticas constituem uma primeira abordagem do projecto de edifícios solares passivos que podem ajudar a traçar linhas mestras desde o início da fase de concepção;
- A utilização de sistemas solares passivos adequados às situações climáticas e de uso concretas pode também melhorara significativamente o desempenho energético e de sustentabilidade dos edifícios;
- A simulação energética poderá também contribuir para – numa fase mais adiantada da concepção de edifícios bioclimáticos – otimizar o desempenho energético e de sustentabilidade dos edifícios.