



*“O Edifício Solar XXI e a sustentabilidade dos seus sistemas construtivos”.*

João Mariz Graça, Arq.

joao.mariz@lneg.pt



# Introdução – 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.



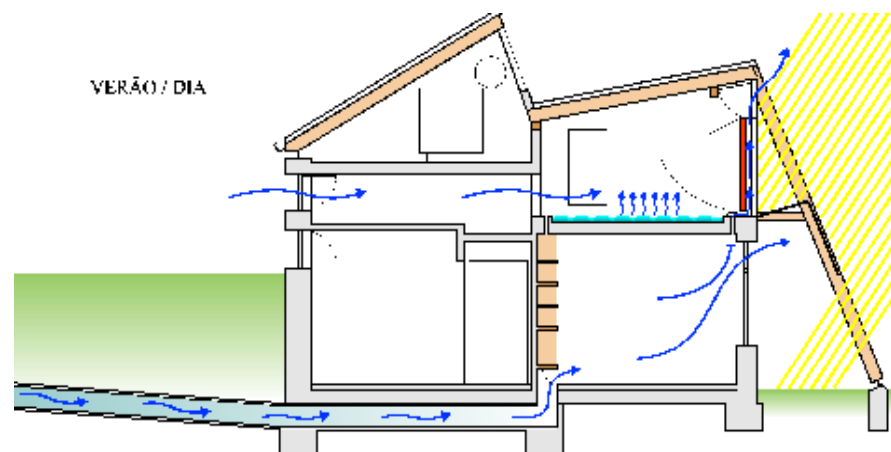
Escola do Crato



Arquitectura:  
Luís Virgílio Cunha, Rosa Bela Costa  
Estudos energéticos: Prof. Canha da Piedade

Casa Passiva na Ilha de Porto Santo

Arquitectura: Gunther Ludewig





# Casa Termicamente Optimizada, 1983

Arquitectura: Carlos Araújo e Santiago Boissel



# EDIFÍCIO SOLAR XXI

## Projecto de Demonstração na Área das Energias Renováveis e da Eficiência Energética nos Edifícios

Equipa:

**Helder Gonçalves** - *Coordenador do Projecto*

**Pedro Cabrito e Isabel Diniz** – *Projecto Geral de Arquitectura*

**Alves Pereira, M. Nogueira, António Joyce, C. Rodrigues, Susana Camelo, Cristina Horta, J. M. Graça, A. R. Silva, A. Ramalho**

Construção OBRECOL SA

**Projecto com Apoio do Programa**

***prime***  
Programa de Incentivos à  
Modernização da Economia



# EDÍFICIO SOLAR XXI

e a sustentabilidade dos seus sistemas construtivos

---

- Exemplo para promotores, construtores e projectistas dos edifícios, que é possível construir **edifícios menos consumidores de energia sem sobrecustos** significativos
- Realçar o papel da **Energia Solar** nos edifícios (Térmica, Fotovoltaica)
- Diminuir **custos** de exploração energética para o cidadão e para as empresas
- Diminuir as **emissões de CO<sub>2</sub>** no sector dos edifícios

# Estratégias utilizadas

---

- Optimização térmica de forma a **reduzir as necessidades energéticas** para aquecimento, arrefecimento e iluminação
- Integração na fachada de **painéis fotovoltaicos** para produção de energia eléctrica
- Integração de **colectores solares térmicos** para aquecimento do edifício
- Inclusão de **sistema de arrefecimento** de ar pelo solo, para a situação do verão
- Ventilação Natural
- Iluminação Natural



INETI, Lisboa,  
Lumiar, Set. 2005

Colectores solares

Painéis  
fotovoltaicos









INETI, Lisboa, Outubro 2005



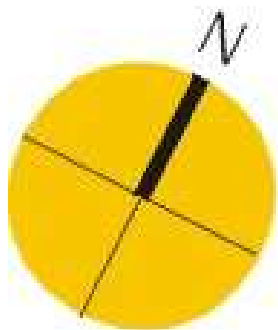
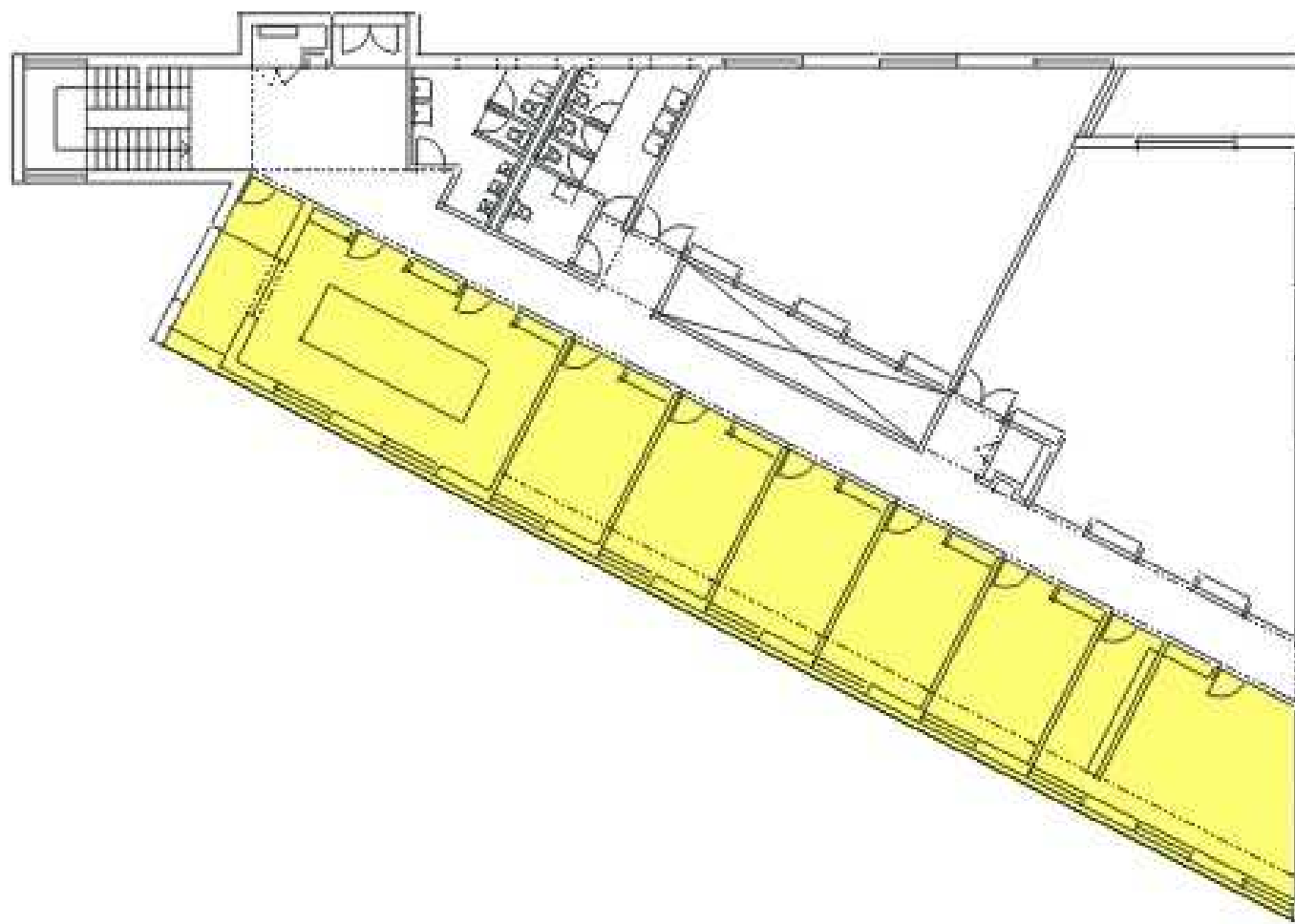
Fachada Sul



Nascente e Norte

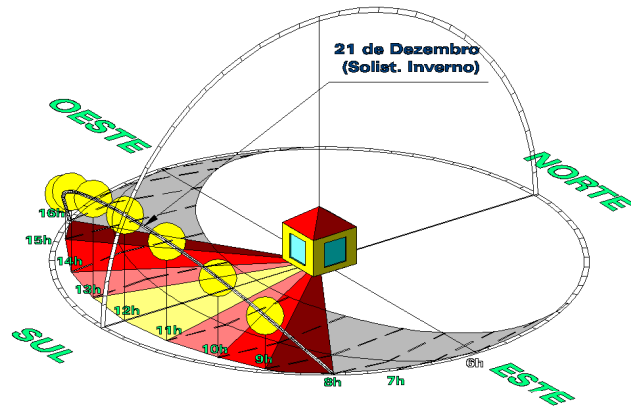


# Planta - Orientação

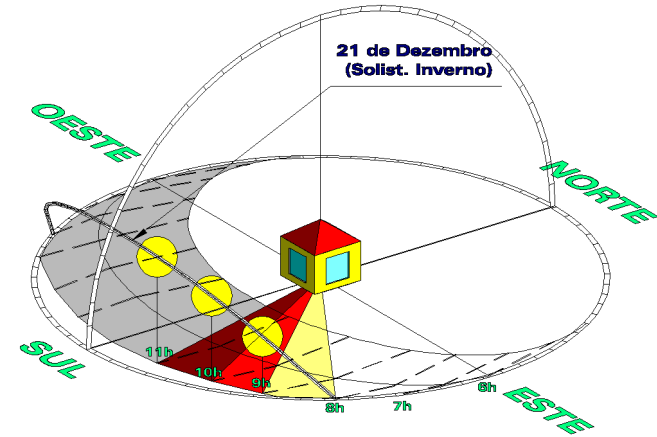




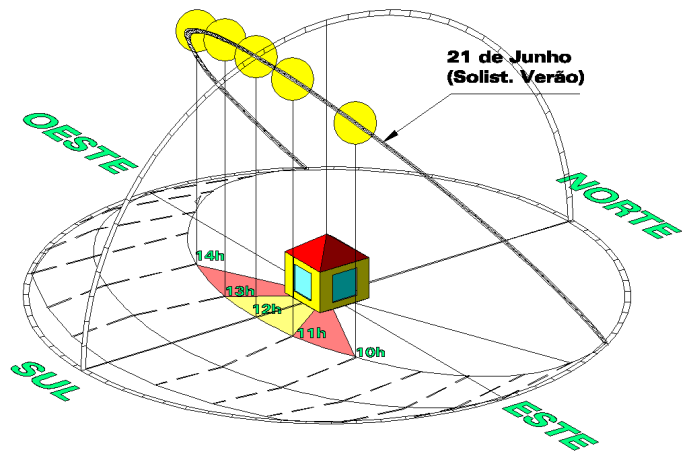
## Inverno Sul



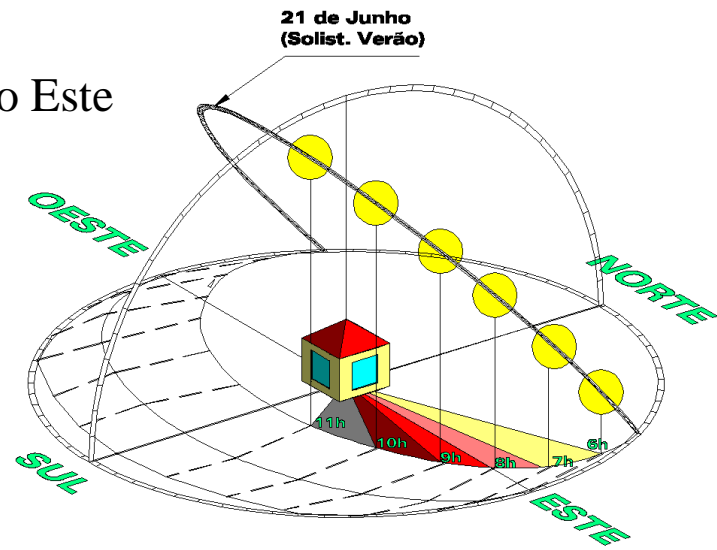
## Inverno Este



## Verão Sul



## Verão Este



**CONSTRUÇÃO:** Estrutura em betão em alvenaria de tijolo com isolamento pelo exterior (6 cm , paredes e 10 cm na cobertura)





**ISOLAMENTO: Cobertura invertida, com 5 cm polistireno expandido + placas de betão com 5 cm de poliestireno extrudido)**







**ISOLAMENTO: paredes exteriores com 5 cm polistireno expandido SISTEMA DRYVIT**








### Edifício Solar XXI – Características Principais

	Paredes	Coberturas	Pavimentos
Áreas (m <sup>2</sup> )	886	567	500
<b>Coeficientes de Transmissão Térmica “K” (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>	<b>0,50</b> c/6 cm de isolamento	<b>0,30</b> c/10 cm de isolamento	<b>0,35</b> c/10 cm de isolamento
<b>Vidro duplo</b> (6+6), cx. de ar 10 mm, com caixilho metálico e persianas exteriores	Área = 75 m <sup>2</sup> K=2,6W/m <sup>2</sup> .°C	Factores Solares	Inverno = 0,75
			Verão = 0,04

A photograph showing a modern, multi-story building with a white facade and large windows. In the foreground, there is a large, rectangular solar panel array supported by several vertical metal poles. The array is tilted towards the sun. The building is situated on a green lawn, and there are trees in the background. The sky is clear and blue.

**Sistema de módulos Fotovoltáicos:  
Edifício e parque de estacionamento**



# Sistema Fotovoltaico

## Integrado na fachada Sul do Edifício;

1. Um conjunto de 76 módulos fotovoltaicos de silício multicristalino (totalizando 96 m<sup>2</sup> de área), com uma potência pico de 12kW.
2. Este sistema nas condições do clima de Lisboa, produz cerca de 30kWh/diários de energia eléctrica em média (40%) da energia eléctrica total consumida pelo edifício (75kWh/diários).
3. Adaptando o conceito do “colector a ar” pretende-se recuperar o calor produzido nos painéis fotovoltaicos e utilizar o mesmo, para aquecimento ambiente.

## Integrado no parque de estacionamento do Edifício;

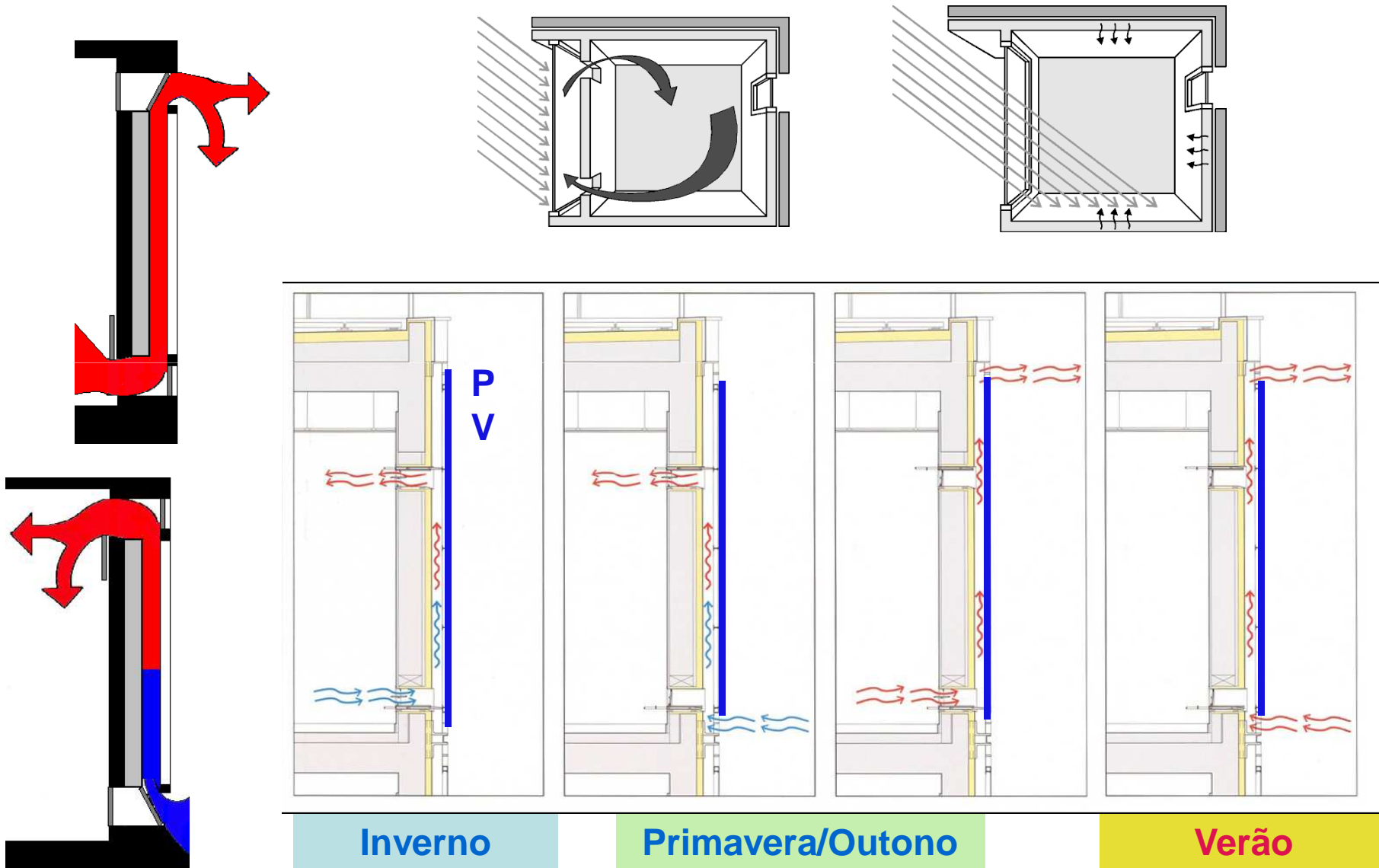
1. Um conjunto de 100 módulos fotovoltaicos de silício amorfo (totalizando 95 m<sup>2</sup> de área) com uma potência pico de 6kW e produzindo cerca de 9MWh/ano. Este sistema nas condições do clima de Lisboa, produz cerca de 25kWh/diários de energia eléctrica em média (33%) da energia eléctrica total consumida pelo edifício (75kWh/diários).
2. Recentemente construiu-se uma nova área de estacionamento utilizando-se sistemas de tecnologia CIS com 12kWp numa área total 120m<sup>2</sup> produzindo cerca de 17MWh/ano. Com esta área espera-se que o edifício produza 100% de toda a energia eléctrica total consumida no edifício, podendo dser assim classificado como um edifício de “Zero consumo energético” (NEAR ZERO ENERGY BUILDING)


The image shows a light-colored building facade. On the left, there is a window with two panes. To the right of the window, there is a rectangular area outlined in orange, which contains two horizontal photovoltaic panels. The text '4 painéis Fotovoltaicos' is written in orange in the center of this outlined area.

**4 painéis  
Fotovoltaicos**



# Aproveitamento Térmico do PV





Aquecimento por convecção natural, o ar interior da sala aquece ao circular em contacto com a superfície interior dos painéis fotovoltaicos, re-entrando aquecido na sala.







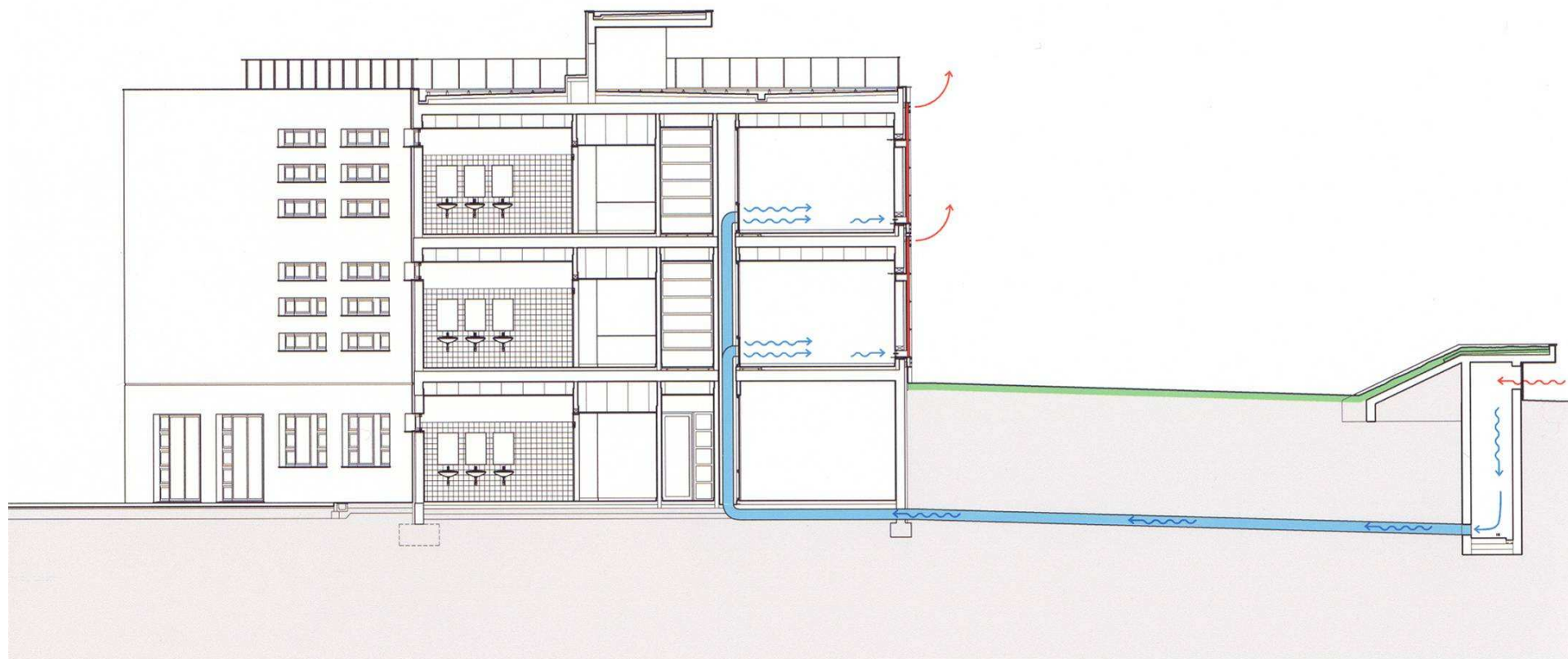






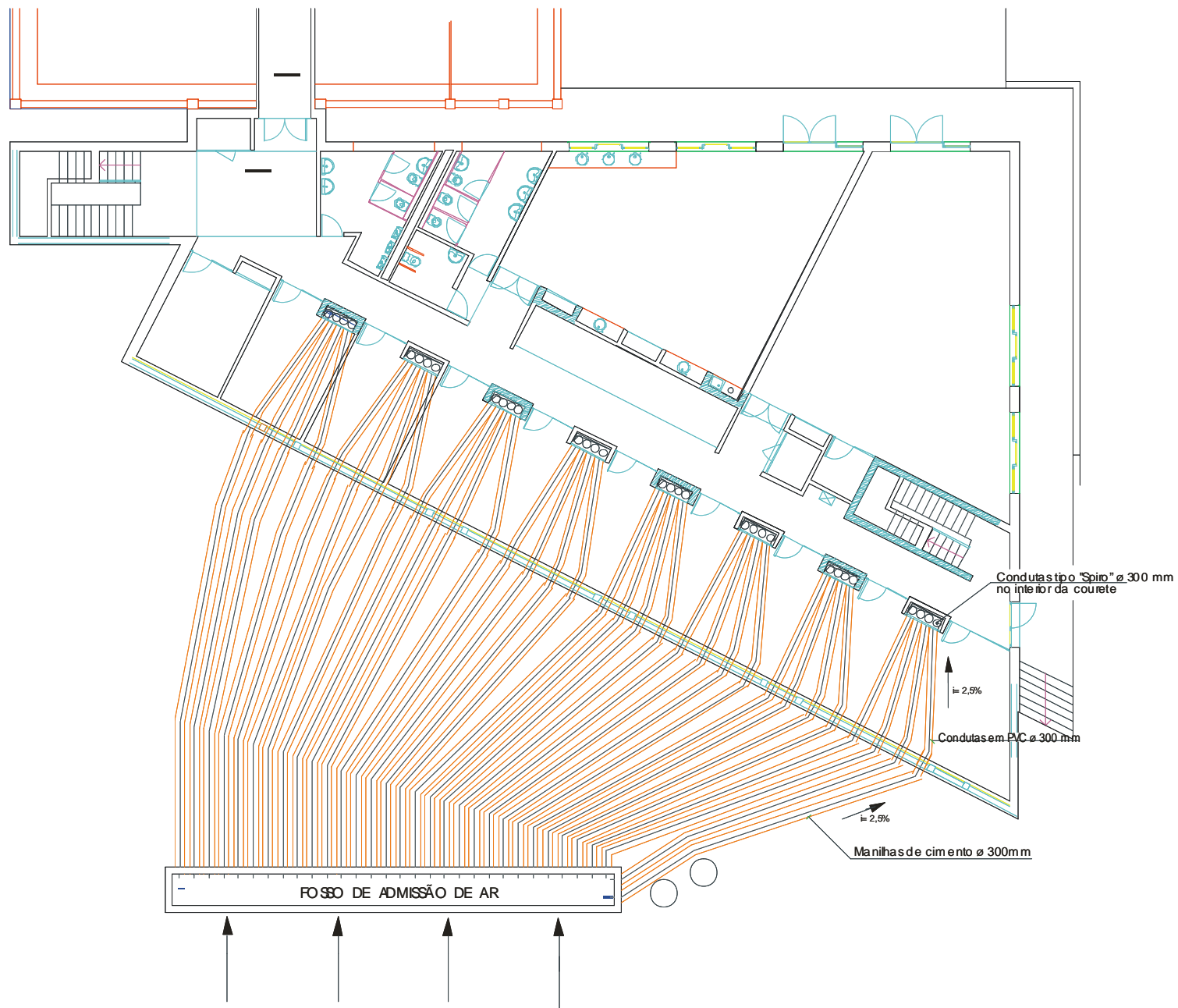
# Arrefecimento Passivo

## Tubos no solo





# Tubos no solo – Arrefecimento passivo







Instalação dos Tubos

































# Ventilação e Iluminação natural





**Ventilação e Iluminação natural**





**Aberturas para ventilação**

Clarabóia de ventilação e iluminação natural



**Colectores solares térmicos (CPC)**  
Apoio ao sistema auxiliar de aquecimento







## Projecto com Apoio do Programa



Com o Apoio:



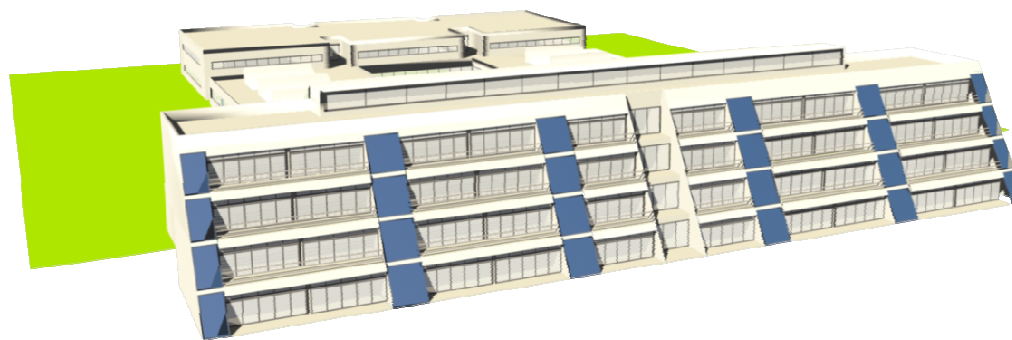
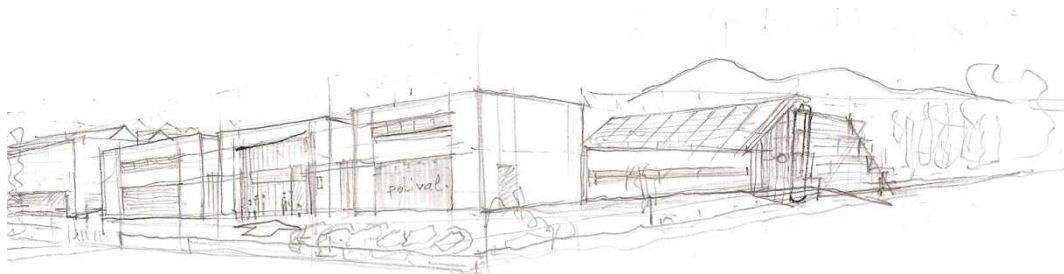
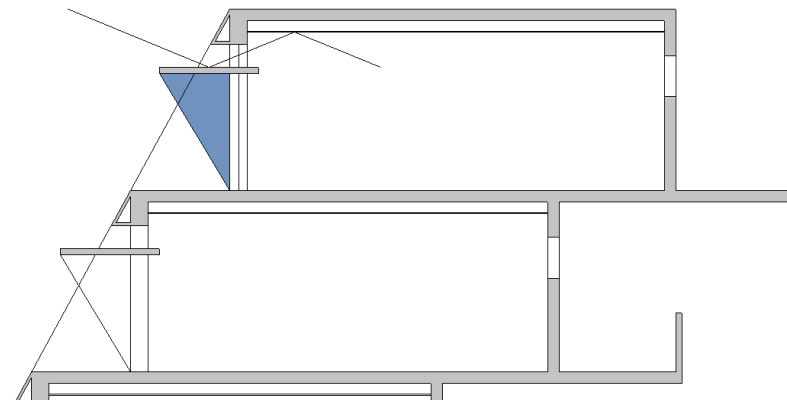
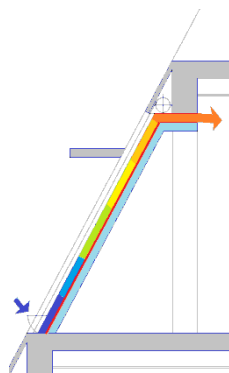
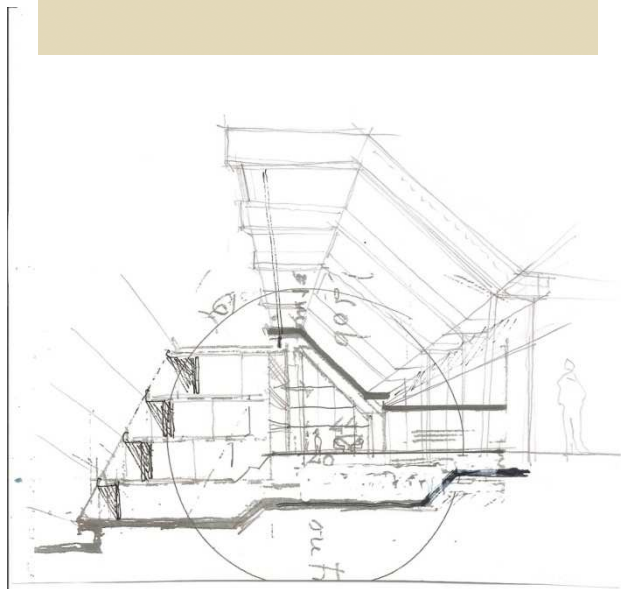
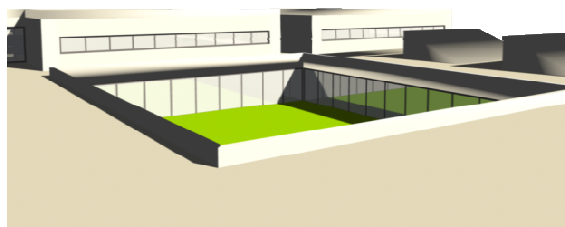
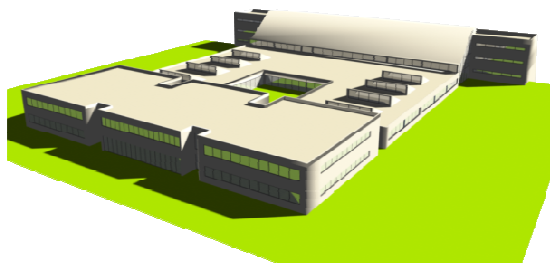
UNIÃO EUROPEIA  
FEDER

MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO

*prime*  
Programa de Incentivos à  
Modernização da Economia

Arquitectura: Henrique Chicó (coordinador).

## Exemplo Posterior







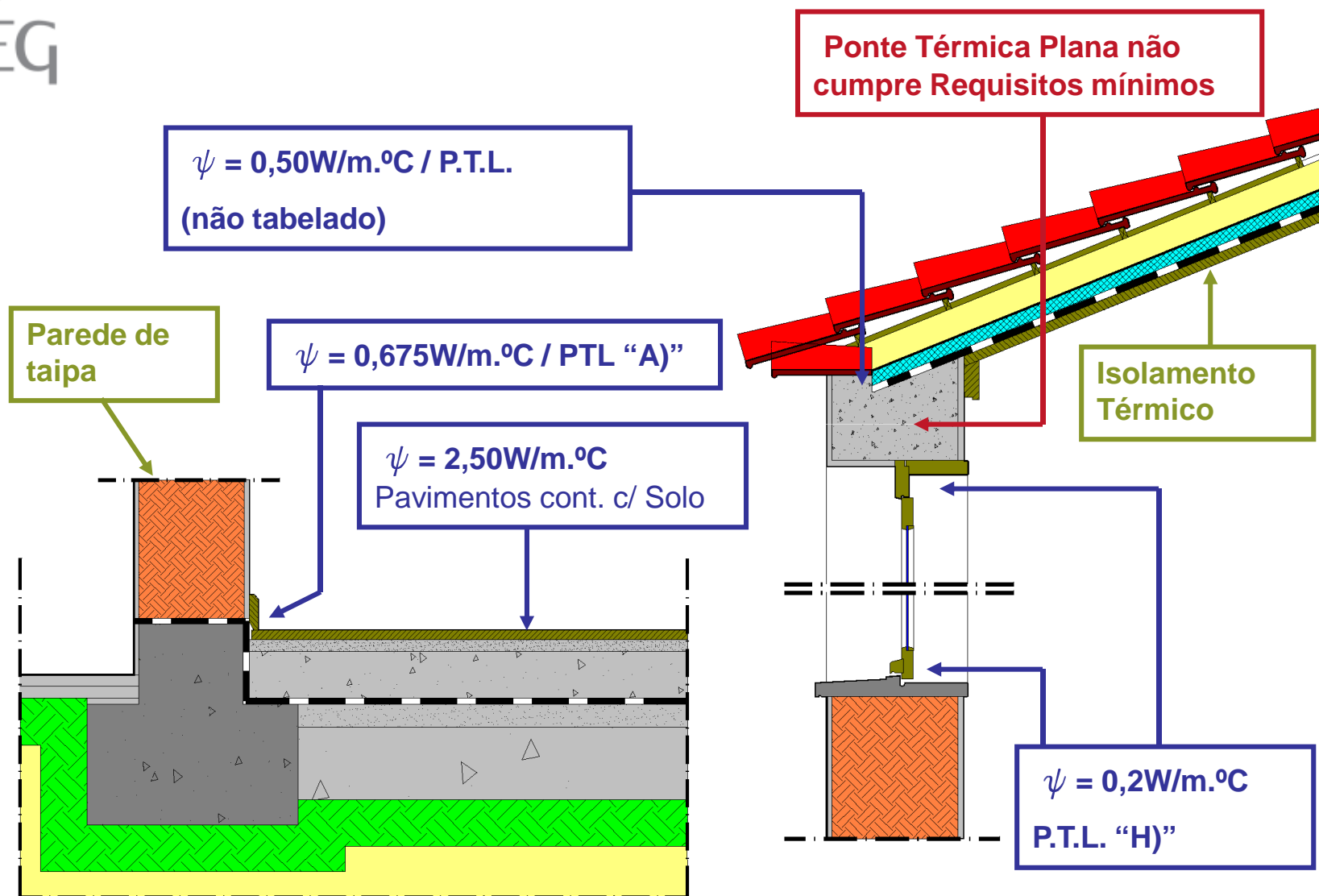
# Outros desenvolvimentos possíveis

## Arquitectura de Terra



Arquitectura: Teresa Beirão.

# Taipa – solução construtiva tradicional





## Solução Construtiva alternativa

