



UM EDIFÍCIO SOLAR PASSIVO COM INTEGRAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO NA FACHADA

Helder Gonçalves

INETI, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

Estrada do Paço do Lumiar 1600-438 Lisboa, Portugal

Tel.+351 217514181, fax.+351 21 7514181

e-mail:helder.goncalves@ineti.pt

RESUMO

Nesta comunicação apresenta-se um edifício solar construído em Lisboa (2005), no Campus do INETI, que pretende ser um “*ex-libris*” na integração de sistemas passivos e activos num edifício de serviços. Apresentam-se as principais características do edifício, os sistemas passivos e activos integrados no edifício e as estratégias de utilização do mesmo. Descreve-se o edifício em termos arquitectónicos e de estratégia conceptual, dando ênfase à descrição dos sistemas, realçando a utilização de sistemas solares fotovoltaicos na fachada e o seu aproveitamento eléctrico e térmico. É descrita a utilização de um sistema de tubos enterrados, como principal sistema de arrefecimento passivo do edifício.

ABSTRACT

This paper presents a service building built in INETI Campus in Lisbon (2005). This building pretends to be an “*ex-libris*” on the integration and use of passive and active systems in a building service. In this paper, the description of the building is done in terms of and architectural concept and strategy, a description of the passive and active systems is presented emphasizing the use of PV systems for electricity production and thermal use for the heating of the building. Also a description of the in buried pipes is done, as the main cooling system in the building.

1. INTRODUÇÃO

A construção de “Edifícios Solares Passivos” ou “Edifícios Bioclimáticos” em Portugal tem incidido principalmente ao nível de edifícios de habitação (GONÇALVES, 1997), quer ao nível de habitação familiar quer ao nível de blocos de apartamentos, os exemplos existentes ao nível de edifícios de serviços são poucos e com estratégias de integração de sistemas pouco inovadoras, e tendo em atenção fundamentalmente a vertente de aquecimento. No geral, verifica-se pouca construção deste tipo de edifícios, comparativamente com a construção tradicional, o que constituiu um défice muito grande no panorama da construção em Portugal.

Ciente desta situação, as Instituições Energéticas Portuguesas (INETI, DGGE, ADENE) no âmbito do Programa 3E (Eficiência Energética nos Edifícios), desenvolveram um esforço de dinamização deste tipo de edifícios, instituindo o denominado “Prémio Nacional para os Edifícios Energeticamente Eficientes” quer para Edifícios de Serviços quer para Edifícios Residenciais, atribuído em 2004, e cujos edifícios se apresentam noutra comunicação deste Congresso (GONÇALVES, 2005).

Enquadrado nesta perspectiva, o INETI, desenvolveu autonomamente um Projecto de um Edifício de Serviços, que agora se apresenta, e denominado de “Edifício Solar XXI” (GONÇALVES, 2004). que pretende constituir-se como exemplo para o sector de serviços. Este projecto visa também, capacitar os promotores, os projectistas e os utentes finais deste tipo de edifícios, da possibilidade de diminuir as necessidades energéticas deste tipo de edifícios, quer para conforto térmico (aquecimento e

arrefecimento) quer para iluminação do edifício, diminuindo drasticamente os consumos energéticos do mesmo.

Justifica-se tanto mais esta situação, pelo facto de os edifícios de serviços, terem uma taxa de crescimento de consumo energético muito acentuado (9/10 % ao ano) e ser urgente esta contenção. Também nesta perspectiva, foi reformulado a actual “Regulamentação Térmica dos Edifícios em Portugal”, na qual, no caso dos edifícios de serviços se estabelece um limite real ao consumo dos edifícios em função da sua actividade.

2. CONCEITO DO EDIFÍCIO

O título EDIFÍCIO SOLAR XXI, (Autor e Coordenador do Projecto Helder Gonçalves, Arquitectura Pedro Cabrito e Inês Diniz) pelo qual se identifica este projecto, corresponde a um conceito de integração de Sistemas Solares Passivos, determinante na concepção formal de todo o edifício. Procurou-se que o projecto cumprisse determinados requisitos que o identificam claramente com um “filosofia” solar passiva de desempenho térmico, procurando eliminar a necessidade de recorrer aos tradicionais sistemas mecânicos de aquecimento e arrefecimento para se atingirem níveis satisfatórios de conforto ambiental, tanto no Inverno, como no Verão. Por outro lado, tentou-se que os sistemas utilizados não se assumissem formalmente como elementos adicionados à arquitectura, mas que eles próprios fossem geradores do conceito formal do edifício, resultando numa lógica de conjunto e não como uma perturbação adicionada. Pensamos ser esta uma das dificuldades maiores da integração das Tecnologias Solares Passivas, na medida em que existe claramente o “preconceito”, entre a classe dos profissionais do projecto, de que o solar passivo interfere negativamente com a liberdade de criação formal da solução arquitectónica.

Um dos objectivos principais do projecto é tentar atingir uma síntese final que evidencie que o aproveitamento consciente da energia solar é compatível com o rigor formal de um edifício de arquitectura contemporânea.

2.1 Estratégia do Projecto

O edifício foi concebido de forma a potenciar o uso de energias renováveis e de acordo com uma lógica de aproveitamento passivo. Apresenta as seguintes estratégias;

1. Optimização da envolvente, reduzindo as cargas térmicas do edifício,
2. Fachada Solar a Sul, como um Sistema de Ganho Directo para aquecimento,
3. Fachada Fotovoltaica, para aproveitamento eléctrico (100m² e 12 kWp)
4. Aproveitamento Térmico da Fachada Fotovoltaica, por convecção natural
5. Sistema de Arrefecimento Passivo por tubos enterrados
6. Sistema de Ventilação Natural
7. Sistema Solar Activo para aquecimento
8. Sistema de Iluminação Natural

2.2 Descrição do Edifício

Este edifício (ver figuras 1 e 2), é um edifício com funções de serviços e laboratório com uma área total de 1500 m² dividida em 3 pisos, um dos quais enterrado na parte sul do edifício.

Apresenta uma distribuição dos espaços interiores, nos quais as salas de ocupação permanente se colocaram na parte orientada a sul, de forma a tirar partido dos sistemas de aquecimento e arrefecimento directo, colocados nesses espaços. As zonas norte do edifício, são ocupadas por espaços laboratoriais e salas de reunião cuja ocupação é de carácter menos permanente. Na zona central do edifício encontra-se um corredor de separação, no qual se encontra uma claraboia de iluminação comum aos três pisos.



Fig. 1. Fachada Sul do Edifício Solar com Painéis Fotovoltaicos



Fig. 2. Foto de 15 de Março de 2005



Fig. 3. Foto de 5 de Maio de 2005



Fig. 4. Alçado Poente/Sul



Fig. 5. Alçado Nascente/Norte

Em termos construtivos é um edifício constituído por paredes simples de alvenaria de tijolo de 22 cm de espessura, isoladas pelo exterior com 6 cm de esferovite, correspondendo a um valor de $U=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. A laje de cobertura é maciça isolada pelo exterior com 10 cm de esferovite $U=0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, a laje de pavimento em contacto com o solo é de betão, também isolada com 10 cm de esferovite. Os vãos são constituídos por vidros duplos incolores, protegidos por estores exteriores de lâminas reguláveis que conduzem a factores solares de verão na ordem de $F_s= 0,09$. A solução do isolamento pelo exterior conduz naturalmente a uma situação sem qualquer ponte térmica.



Fig. 6. Construção Alvenaria



Fig. 7. Isolamento exterior



Fig. 8. Isolamento Cobertura

Do ponto de vista da Regulamentação Térmica de Edifícios em Portugal, e de acordo com a nova regulamentação que vai entrar em vigor, e muito mais exigente do que actual, o edifício deverá cumprir os seguintes requisitos;

- Necessidades de aquecimento (N_{ic}) < Necessidades de aquecimento de referência (N_i)
- Necessidades de arrefecimento (N_{vc}) < Necessidades de arrefecimento de referência (N_v)

O Edifício SOLAR XXI apresenta valores muito acima dos requeridos no regulamento, constituindo pois um exemplo muito positivo;

$$N_{ic} = 7,1 < N_i = 51,5 \text{ kWh/m}^2\text{ano}$$

$$N_{vc} = 25,0 < N_v = 32,0 \text{ kWh/m}^2\text{ano}$$

3. SISTEMA FOTOVOLTAICO

Na fachada sul do edifício serão instalados cerca de 100m^2 de painéis fotovoltaicos - silício multicristalino (vêr figura 1), totalizando cerca de 12 kWp para fornecimento directo de energia eléctrica ao edifício. A cada sala na zona sul do edifício, corresponderá um conjunto de 4 painéis, instalados de acordo com o esquema da figura 9, de forma a propiciar o aproveitamento térmico das células fotovoltaicas no período de inverno.

Assim, cada sala comunica directamente com o espaço posterior das células, onde recupera o calor produzido pelas mesmas no inverno através de dois orifícios, um inferior e outro superior, controlados pelo utilizador da sala. Durante um dia de inverno o utilizador pode abrir os dois orifícios e permitir a circulação do ar entre a sala e o espaço contíguo á sala e desta forma aquecer a mesma.

No período de verão, poderão ocorrer duas situações funcionais, o calor produzido nas células é evacuado para o exterior por dois orifícios que comunicam directamente entre os células fotovoltaicas e o exterior. A outra situação corresponde ao aproveitamento do efeito de chaminé, e consequente evacuação do calor interno da sala para o exterior.

Finalmente o sistema poderá funcionar na meia estação como um sistema de pré-aquecimento do ar novo, no qual se admite o ar do exterior por intermédio do orifício de comunicação entre as células e o exterior e esse ar é injectado directamente no interior da sala por convecção natural através do orifício superior de comunicação entre as células e a sala.

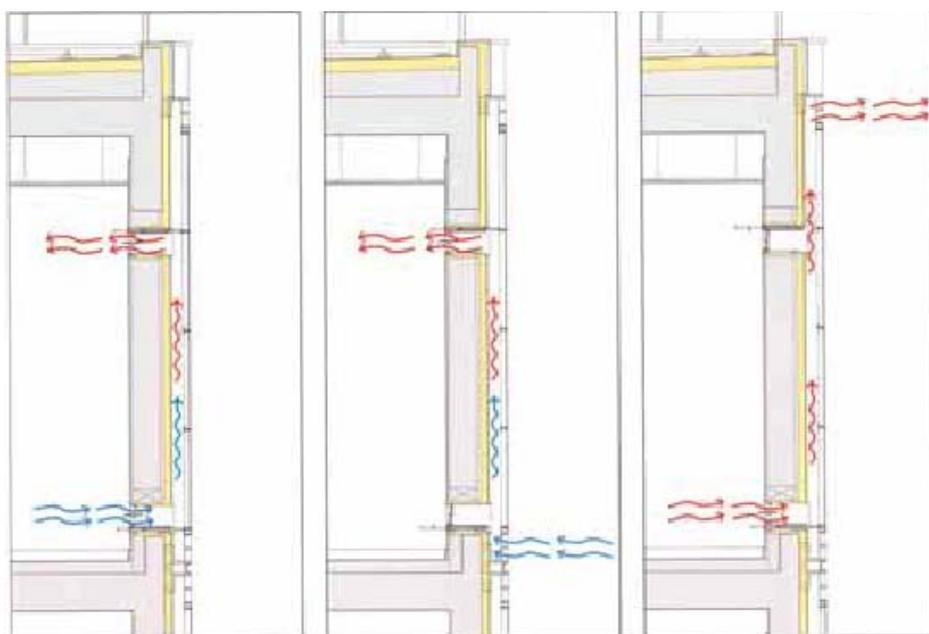


Fig. 9. Esquema funcional do aproveitamento térmico do Fotovoltaico



Fig. 10. Interior do Sistema



Fig. 11. Exterior



Fig.12. Montagem PV

4. SISTEMA DE ARREFECIMENTO PASSIVO

No período de Verão, o edifício vai utilizar fundamentalmente um conjunto de estratégias que permitirão o arrefecimento natural do edifício. Estas estratégias conjugam o efeito da obstrução aos

ganhos solares quer na envolvente opaca quer nos vãos envidraçados, a ventilação natural no edifício e o arrefecimento do ar através de tubos enterrados que permitirão a entrada de ar arrefecido no interior.

A ventilação natural e sobretudo a ventilação nocturna, permitirá uma gestão da cargas internas do edifício, fundamental para a boa prestação térmica do mesmo. Foram desenhados sistemas que permitirão ao utilizador a gestão individual da sua sala em termos de ventilação transversal.

Foram colocados 32 tubos de manilhas de cimento (com um diâmetro de 30 cm) enterradas a 4,6 m, a partir de um poço de alimentação colocado a cerca de 15 metros do edifício (vêr figura 14). Estes tubos vão entrar no edifício pela cave, subindo pelas coretes centrais do edifício, efectuando-se a distribuição do ar directamente nas salas no R/C e no 1º piso, (vêr Figura 13) sendo que cada sala recebe dois tubos, que o utilizador, individualmente poderá controlar.



Fig. 13. Localização dos tubos enterrados.

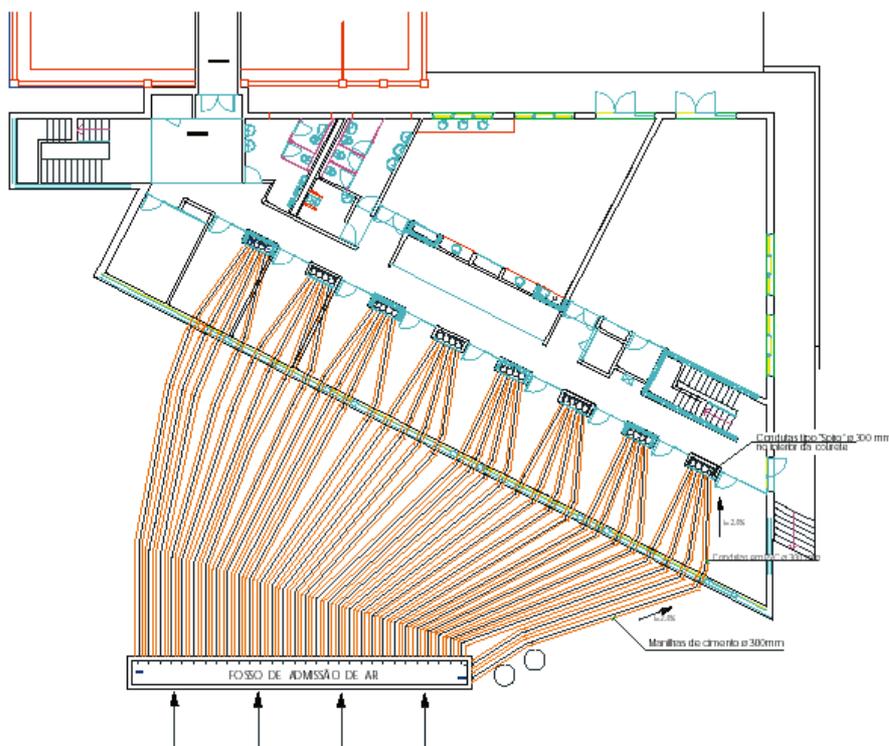


Fig. 14. Esquema dos tubos enterrados para arrefecimento do edifício.

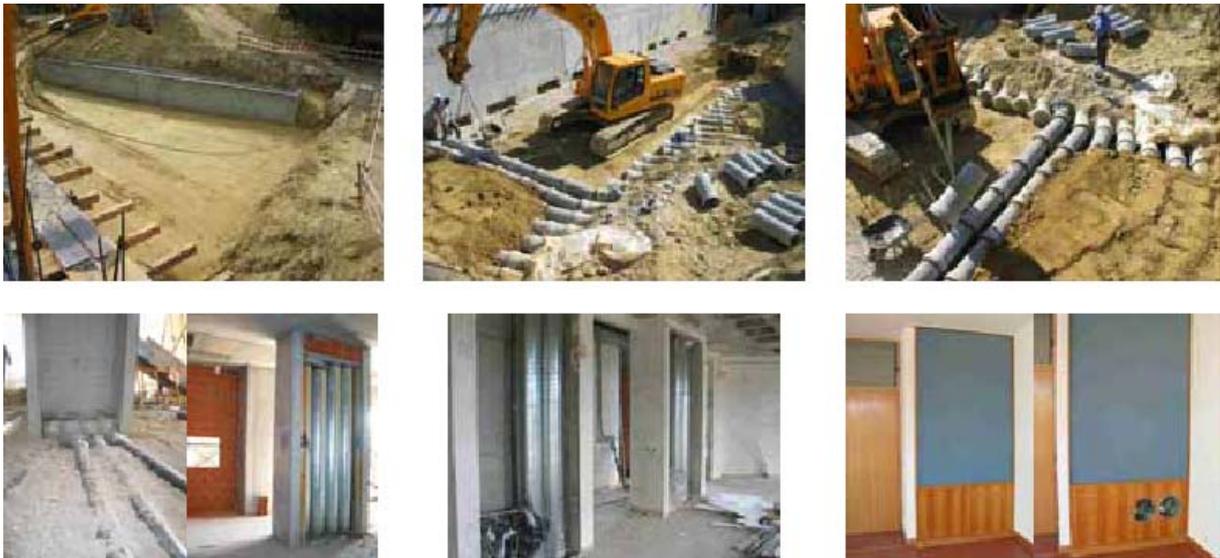


Fig.15. Fotos da construção e montagem dos tubos de arrefecimento

Pretende-se fundamentalmente que este tipo de sistema funcione na situação de verão, aproveitando o diferencial de temperatura entre a temperatura do ar exterior (diurna, que pode chegar aos 30-35°C) e a temperatura da terra (14-18°C). Desta forma pretende-se utilizar esta fonte fria para arrefecer o ar a injectar nas salas. A gestão funcional do sistema dependerá muito do comportamento global do edifício em termos térmicos, prevendo-se que o sistema possa funcionar com maior eficiência, se se promover a entrada de ar dos tubos a partir do meio da tarde, altura em que se requer ar frio para compensar o aumento de temperatura interior.

De referir um aspecto muito cuidado neste edifício que corresponde á iluminação natural do mesmo. No centro do edifício verifica-se a existência de uma claraboia central aberta nos três níveis que alimenta não só os corredores mas também as salas a norte e a sul. O edifício iniciou a sua construção em Fevereiro de 2004 e será finalizado durante o presente ano, constituindo-se como edifício de estudo e de demonstração dos sistemas solares activos e passivos nos edifícios.

O edifício vai ser objecto de estudo detalhado, recorrendo á sua monitorização, de forma a determinar as condições de conforto do edifício e da prestação térmica e energética dos diferentes sistemas integrados no edifício. Particular importância será dado ao sistema fotovoltaico e a prestação térmica, uma vez que se trata do primeiro estudo de caso em Portugal. Outro dos sistemas mais interessantes é o sistema de arrefecimento pelo solo, pela relevância que pode ter para o clima Português.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (GONÇALVES, H. 1997) *Edifício Solares Passivos em Portugal*, 1ª Edição 1997 (ISBN 9726761638)
- (GONÇALVES, H. NASCIMENTO, C., MALDONADO, E. 2005) *Edifícios Energeticamente Eficientes em Portugal*, ENCAC 2005.
- (GONÇALVES, H. CABRITO, P. 2004) *Edifício Solar XXI, Um Edifício Energeticamente Eficiente em Portugal*, XII Congresso Ibérico de Energia Solar – Setembro de 2004, Vigo, Espanha.

AGRADECIMENTOS

O autor desta comunicação, agradece a todos os colaboradores deste projecto, que possibilitaram a realização do mesmo; aos Arquitectos Pedro Cabrito e Inês Diniz, ao Doutor Antonio Joyce e Dr Carlos Rodrigues no sistema fotovoltaico ao Eng. Luís Alves Pereira pela coordenação da obra ao Eng. Manuel Nogueira nos sistemas térmicos, à Dr. Ana Paula Coelho no processo de candidatura, e aos meus colegas, Cristina Horta, Antonio Rocha e Silva, e à Susana Camelo no apoio continuado ao longo de todo o projecto. Agradece-se o apoio financeiro do Programa PRIME e do INETI, sem o qual não teria sido possível a concretização do mesmo.