

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade

António Joyce

Departamento de Energias Renováveis
INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação
Estrada do Paço do Lumiar, 1649 - 038 Lisboa, PORTUGAL
Antonio.Joyce@ineti.pt



1

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Portugal tem uma forte dependência externa em termos energéticos.

•As Energias Renováveis:

- São recursos endógenos que contribuem para a segurança do abastecimento.
- Têm um carácter eminentemente distribuído.
- Têm reduzido impacto ambiental.
- Podem contribuir para o aumento do emprego a nível local.
- São em muitas situações a opção economicamente mais interessante (Solar Térmico, ...).

Energias Renováveis promovem o desenvolvimento de uma forma sustentável

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

2

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Compromissos de Portugal :

- Directiva Europeia de produção de electricidade de origem renovável (39 %)
- Protocolo de Quioto (entre 2008 e 2012 não ultrapassar +27 % de emissões de GEE relativo a 1990)

Que fazer?

- Actuar do lado da Procura (maior eficiência energética)
- Utilização de recursos **Renováveis**

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

3

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Situação energética em Portugal

- Mais de 85 % de dependência em relação aos combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural).
- Combustíveis fósseis são 100 % importados.
- Elevada intensidade energética do PIB em Portugal (0.15 TEP/PIB em milhares USD) é a mais elevada da Europa contra 0.11 da média Europeia. E está a crescer a 0.9 % ao ano.
- Cerca de 12 % de renováveis que são a principal fonte energética endógena.

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

4

INETI

“Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade”

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV)

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

IEA Energy Statistics

Statistics on the Web: <http://www.iea.org/statist/index.htm>

Share of Total Primary Energy Supply* in 2002

Portugal

Source	Share (%)
Oil	62.4%
Gas	10.4%
Coal	13.3%
Comb. renew. & waste	10.8%
Hydro	2.6%
Geothermal/solar/wind	0.5%

26 Mtoe

* Share of TPES excludes electricity trade.
Note: For presentational purposes, shares of under 0.1% are not included and consequently the total may not add up to 100%.

INETI

“Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade”

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV)

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

IEA Energy Statistics

Statistics on the Web: <http://www.iea.org/statist/index.htm>

Breakdown of Sectorial Final Consumption by Source in 1973 and 2002

Portugal

Sector	1973 (Mtoe)	2002 (Mtoe)
Industry	~2.5	~7.5
Transport	~2.0	~7.0
Other Sectors	~1.5	~5.5

* Includes residential, commercial and public services, agriculture and non-specified.

INETI

“Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade”

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV)

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

A ideia da Cidade do Futuro tem evoluído ao longo do tempo mas nem sempre a Energia tem sido considerada.

INETI

“Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade”

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV)

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

Mais recentemente têm-se multiplicado exemplos de planeamento urbano onde a Energia é já um dos tópicos a considerar.

Ex: Parque das Nações, Malmo, ...

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

A Energia está presente em quase tudo o que se relaciona com o meio urbano nomeadamente:

- Na construção (que energia utilizamos para construir as nossas cidades?
- No usufruir do espaço urbano (energia nos edifícios, nos transportes, até por vezes na climatização do espaço exterior).
- No aproveitamento energético dos resíduos produzidos (por exemplo biogás a partir de estações de tratamentos de resíduos).
- Na demolição.

As energias renováveis estão já a desempenhar um papel importante neste âmbito, nomeadamente nos Edifícios e nos Transportes.

9

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

Nos Edifícios

Na Europa 80 % das pessoas habitam nas cidades e o consumo energético atinge os 40 %.

Actuar neste sector significa:

- Promover a Eficiência Energética
- Utilizar Energias Renováveis

Algumas acções têm vindo a ser tomadas:

- Directiva Europeia 2002/91/EC.
- Programa Eficiência Energética nos Edifícios.
- Certificação Energética dos Edifícios

10

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

Nos Transportes

O sector dos transportes numa cidade é um dos sectores mais consumidores de energia e fonte de importantes emissões de gases de efeito de estufa.

Também aqui as Renováveis poderão ter um papel relevante nomeadamente com a utilização de veículos eléctricos (baterias, fotovoltaico, H2), híbridos, a biocombustíveis (Bioetanol, biodiesel).

11

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

Os Transportes

Biocombustíveis - Lisboa



Veículos c/ PV



Veículos a H2



12

INETI

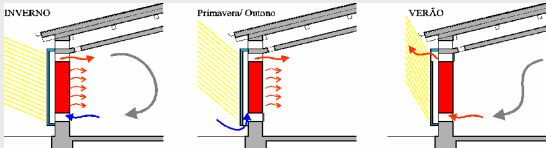
"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Solar Térmico Passivo



•Grandes fachadas a Sul.
•Fachadas a Norte reduzidas.
•Pais de sombreamento
•Isolamento da envolvente.
•Elementos inerciais.
•Paredes de Trombe.



Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

13

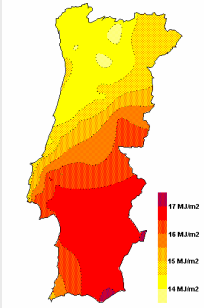
INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Solar Térmico - Aquecimento de águas

~ 250 000 m² - 175 MW



~700 W/m²
~630 €/m²

Em 2010 - 1 000 000 m² - 700 MW

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

14

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Solar Térmico - Aquecimento de águas

Esquema básico



Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

15

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Solar Térmico - Aquecimento de águas

Novas soluções arquitectónicas e construtivas



Novas cores nos absorsores

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

16

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Térmico - Aquecimento



Integração em larga escala de sistemas de aquecimento

- Introdução
- Situação actual
- Energia na Cidade
- O Solar Térmico**
- O Fotovoltaico (BIPV)
- O Eólico Urbano
- O Edifício Solar XXI

17

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Térmico - Aquecimento e arrefecimento de ambiente



Instalação no INETI-Lumiar



Arrefecimento exsiccante-evaporativo DEC

- Introdução
- Situação actual
- Energia na Cidade
- O Solar Térmico**
- O Fotovoltaico (BIPV)
- O Eólico Urbano
- O Edifício Solar XXI

18

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Térmico - Aquecimento e arrefecimento de ambiente



Instalação no INETI-Lumiar



Máquina de frio (ciclo de absorção) $\text{NH}_3 / \text{H}_2\text{O}$

- Introdução
- Situação actual
- Energia na Cidade
- O Solar Térmico**
- O Fotovoltaico (BIPV)
- O Eólico Urbano
- O Edifício Solar XXI

19

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Térmico



- Introdução
- Situação actual
- Energia na Cidade
- O Solar Térmico**
- O Fotovoltaico (BIPV)
- O Eólico Urbano
- O Edifício Solar XXI

20

INETI

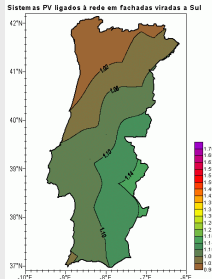
"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Fotovoltaico

Em 2010 - 150 MW

2.5 MW

Sistemas ligados à rede

~1400 kWh/kWp
~ 5000 €/kW

Boa tarifa para injeção na rede eléctrica

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

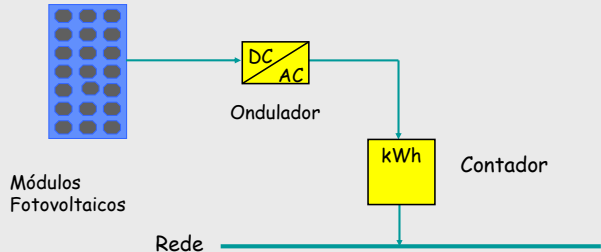
21

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Fotovoltaico

Esquema básico



Módulos Fotovoltaicos

Ondulador

Contador

Rede

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

22

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Fotovoltaico - Integração nos edifícios

BIPV - Building Integration of PhotoVoltaics




Telhados PV
Fachadas PV
Palas PV

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

23

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Fotovoltaico - Integração nos edifícios

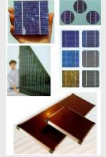


Tecnologia da primeira geração - Silício cristalino- representa hoje 85 % do mercado.

Tecnologia da segunda geração - Películas finas, Silício amorfo e outras.

Possibilidade de ter novas cores e texturas.

Revestimento e produção de electricidade

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

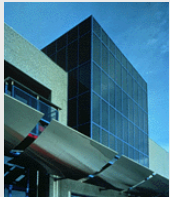
24

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Fotovoltaico - Integração nos edifícios





Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

Integração com novas soluções arquitectónicas

25

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Fotovoltaico - utilização em meio urbano




Parques de estacionamento

Barreiras sonoras em auto estradas.

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

26

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Integração no mobiliário urbano





Parquímetros PV - Lisboa

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

27

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Solar Fotovoltaico

Tarifas de injeção na rede do Fotovoltaico
DL 33A/2005
c/ rectificação de Abril de 2005

~0.32 €/kWh para > 5 kWp

~0.44 €/kWh para < 5 kWp

Garantida por 15 anos ou quando se atingir a produção de 21 GWh/MW (o que ocorrer primeiro)

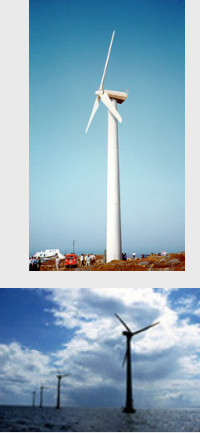
Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

28

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício solar XXI



Existe a ideia de que a energia eólica é produzida em locais afastados do meio urbano.

Nem sempre é o caso e existem situações em que parques eólicos de alguma dimensão se encontram nos subúrbios de grandes cidades, o que pode trazer vantagens em termos de diminuição das perdas associadas à distribuição de energia.

Também o eólico offshore pode ter o seu papel no contexto da energia nas cidades.

29

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Eólico em meio urbano

Pequenas turbinas, em geral de eixo vertical, para aplicações em meio urbano



Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício solar XXI

~2300 kWh/kWp
~ 4000 €/kW

30

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Eólico em meio urbano



Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício solar XXI

750 W
160 kg

31

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Edifício Solar XXI
Departamento de Energias Renováveis do INETI



Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV)
O Eólico Urbano
O Edifício solar XXI

prime
Programa de Incentivos à Modernização da Economia

Projecto com apoio do Programa PRIME

32

INETI

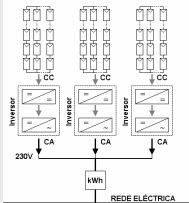
"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Fachada fotovoltaica



Módulos de Silício policristalino



Módulos :	76	BP
Potência Pico:	12.96	kWp
Voc Max:	448	V
Inclinação:	90	°
Área:	95.6	m2

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV).

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

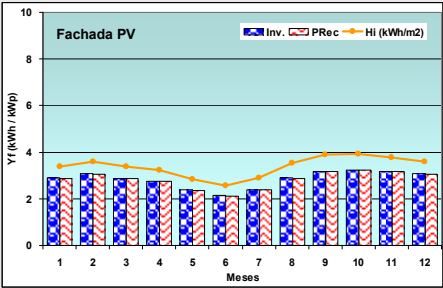
33

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006

Previsão do desempenho



1 031 kWh/kWp/ano

Fornece (conceptualmente) todo o equipamento informático do edifício.

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV).

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

34

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006



Zona com cobertura PV formando uma caixa de ar.



Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV).

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

35

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março2006



Registos de entrada e saída do colector Solar a ar (costas dos módulos PV).

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV).

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

36



“Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade”

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV)

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

Cobertura do parque de estacionamento



Módulos : 100 Kaneka GEA60

Potência Pico: 6.00 kWp

Voc Max: 503 V

Inclinação: 15 °

Área: 95,0 m2

Módulos de Silício Amorfo

38

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"

Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

40

Introdução

Situação actual

Energia na Cidade

O Solar Térmico

O Fotovoltaico (BIPV).

O Eólico Urbano

O Edifício Solar XXI

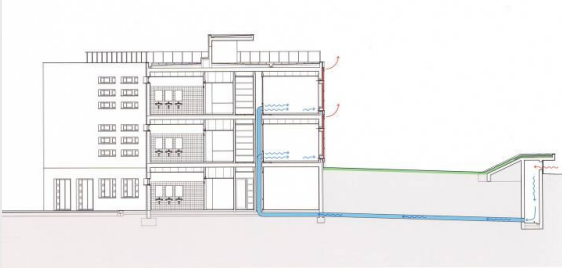


Utilização de Solar térmico para aquecimento de ambiente

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Arrefecimento por ventilação cruzada do lado norte e por tubos enterrados no solo.



Introdução
Situação actual
Energia na Cidade
O Solar Térmico
O Fotovoltaico (BIPV).
O Eólico Urbano
O Edifício Solar XXI

41

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Agência Internacional de Energia

Energy Conservation in Buildings and Community Systems
(ECBS) - www.ecbcs.org

Photovoltaic Power Systems
(PVPS) - www.iea-pvps.org concurso "Lisbon Ideas Challenge" aberto até 15 de Maio de 2006.

Solar Heating and Cooling
(SHS) www.iea-shc.org

Seminário em Paris sobre Renováveis para aplicações térmicas em Edifícios - REWP - 5 de Abril 2006.

Comentários
Finais

42

INETI

"Integração de Sistemas de Energias Renováveis na Cidade"
Ponto de Encontro - Lisboa E-Nova, 9 de Março 2006

Pensar o futuro da Energia num contexto de aproveitamento dos recursos endógenos, de preocupação com as questões ambientais e de desenvolvimento económico.

- Produção distribuída de Energia (produção de electricidade e calor, previsão para despacho, mini redes híbridas, novo paradigma energético...)
- A Energia nos Edifícios (concepção e exploração de edifícios de baixo consumo energético, integração de fotovoltaicos e eólico no meio urbano, ...)
- As Renováveis no sector dos Transportes (Biocombustíveis, carros eléctricos e híbridos...)
- As Renováveis e o Hidrogénio (Hidrogénio a partir de Renováveis, Electrólise, Microalgas, Termodissociação...)

Comentários
Finais

Debate

43