

Estimação de Recurso Solar e *software* de Sistemas Solares



INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA e INOVAÇÃO, I.P.
Departamento de Energias Renováveis

R. Aguiar
Junho de 2005

INETI

Conceito

Dimensionar sistemas solares (hoje em dia, via software)

necessita

Dados de recurso solar

Outros dados ambientais: temperatura, obstruções, ...

na forma de

valores médios ou séries horárias

mas

os dados existentes têm baixa resolução espacial

estão potencialmente desactualizados

por vezes não existem mesmo (caso das séries)

há pouca informação sobre as componentes (logo sobre planos inclinados)

a incerteza associada é desconhecida mas suspeita-se que é grande

logo

os erros de estimação de desempenho são potencialmente grandes

a qualidade do dimensionamento é limitada pela dos dados

software mais sofisticado não implica resultados mais precisos

logo

há necessidade de melhorar a cartografia da radiação solar

há necessidade de obter séries

INETI

Conceito

Os dados de terra existentes
são na sua maioria indirectos
correspondem a períodos já com algumas dezenas de anos
as séries são muito poucas e irregulares
pouca informação há sobre componentes

Os dados de satélite não resolvem a situação
têm uma incerteza elevada
necessitam ser calibrados com dados de terra
não fornecem séries
não fornecem componentes da radiação

logo

é necessário medir !

INETI

Aplicações

Sistemas solares

- Dimensionamento de sistemas térmicos
- Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos

N.B. dimensionamento = determinar a melhor orientação dos colectores, a sua área, o volume do armazenamento, ...

Edifícios

- Análise de desempenho térmico (temperaturas interiores -> conforto -> necessidades de energia para aquecimento e arrefecimento)
- Dimensionamento de sistemas de ventilação e ar condicionado
- Uso da iluminação natural (reduz necessidades de energia para iluminação e climatização)
- Aperfeiçoamento de Normas e Regulamentos de construção (e.g. RCCTE e RSECE)

Outras aplicações

- Agricultura e Silvicultura
- Corrosão de materiais / Protecção da radiação ultravioleta (tintas, plásticos, ...)
- Turismo, vigilância de alterações climáticas, etc.

INETI

Dados de estações em terra

Rede de Estações Clássicas do Instituto de Meteorologia (IM)

Dados de radiação solar apenas para 8 locais (só até à década de 90 – dados horários indisponíveis na prática).



Dados de horas de sol descoberto - indicador indirecto da radiação solar - para alguns outros locais. Rede de medição de horas de sol obsoleta e quase desactivada.

N.B. Da climatologia do número de horas de sol é possível inferir valores climáticos de radiação solar, mas requiere-se também alguma outra informação *que em geral não está disponível*.

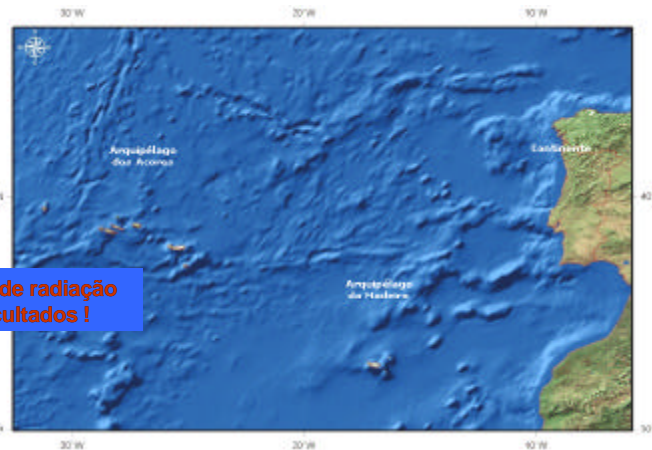
INETI

Dados de estações em terra

Rede de Estações Automáticas do IM (mais recentemente)

“Os dados (...) não foram sujeitos a processamento e validação definitiva”

INDEX
CONTINENTE
Pressão atmos. NMM
Temperatura do ar
Humidade relati. do ar
Rumo e intensi. do vento
Precipitação
AÇORES
Pressão atmos. NMM
Temperatura do ar
Humidade relati. do ar
Rumo e intensi. do vento
Precipitação
MADEIRA
Pressão atmos. N
Temperatura do ar
Humidade relati. do ar
Rumo e intensi. do vento
Precipitação



Dados de radiação não facultados !

INETI

Dados de satélite

Dados de satélites METEOSAT

- apenas três anos
- baixa resolução espacial (quase não “vêem” as Ilhas)
- sem calibração adequada sobre o Oceano

Futuramente:

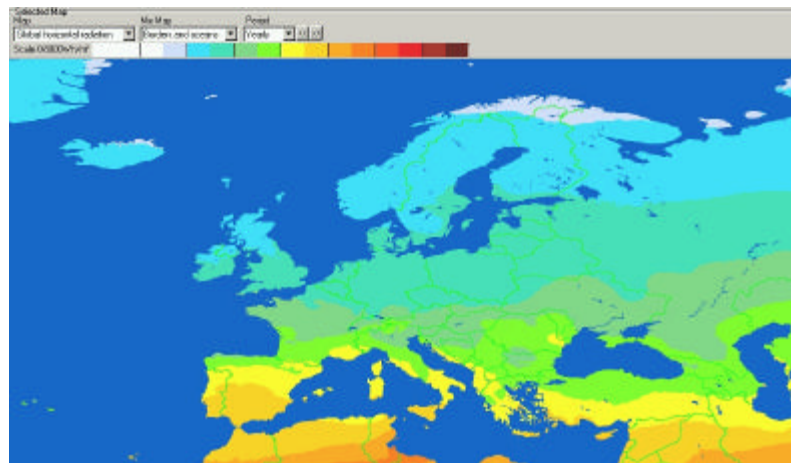
Existe uma “Satellite Application Facility for Land” (Land SAF) no IM que tratará dados do novo METEOSAT

- dados de 3 em 3 horas
- resolução espacial mais adequada...
- algoritmos de mapeamento ainda em construção
- necessitará sempre de dados de calibração de terra !
- demorará alguns anos a acumular dados suficientes
- política comercial impeditiva da utilização dos dados por pequenos utilizadores?



INETI

Exemplos do que sabemos actualmente

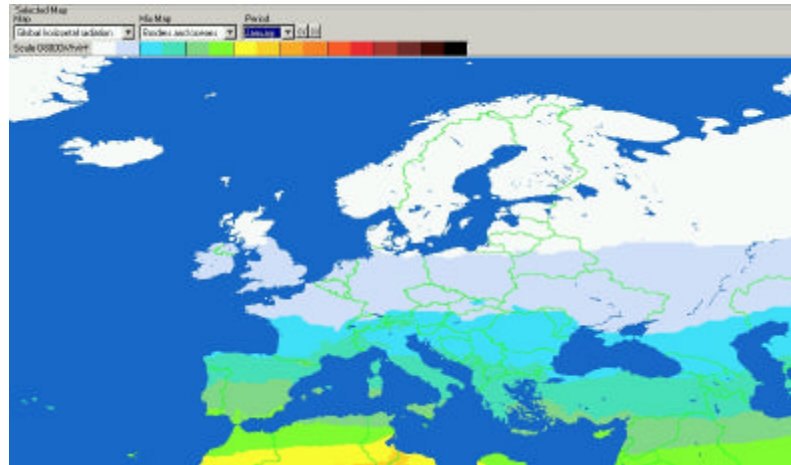


Irradiação global na horizontal: média anual

Fonte: Atlas da Radiação Solar na Europa

INETI

Exemplos do que sabemos actualmente



Irradiação global na horizontal: média para Janeiro
 Fonte: Atlas da Radiação Solar na Europa

Exemplos do pouco que sabemos actualmente

Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Helsínquia	0.86	3.20	7.07	13.26	18.97	20.18	19.55	13.47	7.79	3.59	1.13	0.42	9.12
Londres	2.46	4.40	7.63	12.82	15.46	16.13	16.46	14.48	9.79	5.82	3.07	1.75	9.19
Dublin	2.33	4.09	8.02	12.95	16.69	17.12	17.04	13.16	9.95	5.66	2.83	1.67	9.29
Hamburgo	1.89	4.33	7.25	13.19	18.32	17.19	17.85	15.20	9.82	5.30	2.55	1.36	9.54
Praga	2.69	4.66	8.44	13.21	16.99	16.94	18.00	15.24	9.70	6.43	2.61	1.75	9.72
Paris	2.93	5.85	10.24	14.22	17.29	18.70	19.99	16.62	11.79	7.62	4.23	2.36	10.99
Munique	3.47	6.45	9.83	14.20	18.11	18.55	19.84	16.78	12.13	7.59	4.11	2.68	11.15
Kiev	3.15	5.93	10.17	14.53	21.47	21.01	20.37	18.12	12.09	7.69	3.47	2.36	11.70
<i>Pta. Delgada</i>	<i>7.10</i>	<i>8.21</i>	<i>11.54</i>	<i>16.36</i>	<i>17.48</i>	<i>18.27</i>	<i>18.54</i>	<i>18.21</i>	<i>14.45</i>	<i>10.62</i>	<i>8.07</i>	<i>6.44</i>	<i>12.96</i>
Génova	5.00	7.43	11.49	14.95	18.01	21.38	22.38	19.47	14.27	9.19	5.60	4.10	12.79
Madrid	7.39	9.50	16.18	18.28	23.68	26.76	26.64	23.32	18.07	12.01	7.85	5.77	16.29
<i>Lisboa</i>	<i>7.20</i>	<i>10.31</i>	<i>13.84</i>	<i>19.15</i>	<i>22.96</i>	<i>24.68</i>	<i>26.54</i>	<i>24.31</i>	<i>18.07</i>	<i>12.61</i>	<i>8.73</i>	<i>6.84</i>	<i>16.27</i>
Afonso	8.03	10.37	15.17	19.48	22.99	26.69	26.50	23.65	19.28	13.33	8.58	7.05	16.76
Sevilha	9.08	11.22	17.09	19.95	25.02	27.86	27.03	24.32	18.51	13.09	11.46	7.97	17.72
Casablanca	11.17	13.73	18.44	21.74	24.93	24.80	24.35	23.04	19.46	15.85	11.76	10.45	18.31

Irradiação global na horizontal: média anual em algumas cidades (MJ/m²)
 Fonte: Projecto ERAMAC

Exemplos do pouco que sabemos actualmente

Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Pta Delgada	7.10	8.21	11.54	16.56	17.48	18.27	18.54	18.21	14.45	10.62	8.07	6.44	12.96
Vila Real	5.67	8.63	12.14	16.77	20.10	22.66	24.95	22.16	15.74	11.00	7.11	5.00	14.33
Mar Grande	6.65	9.60	12.26	17.32	21.26	21.76	22.07	20.01	16.06	11.93	7.66	5.93	14.37
Viseu	6.04	8.89	12.13	16.43	20.19	22.96	25.32	22.76	16.22	11.42	7.46	5.94	14.65
Porto	6.27	9.03	12.75	18.20	21.01	22.74	23.96	21.22	15.95	11.40	7.60	5.80	14.66
Coimbra	6.65	9.44	12.74	17.56	20.87	22.28	24.10	22.16	16.47	11.64	7.93	6.29	14.85
Bragança	5.86	9.09	12.75	17.66	21.11	23.92	26.15	23.15	16.38	11.20	7.40	5.21	14.99
Santarém	6.08	10.07	13.84	19.35	22.71	25.31	27.01	24.63	17.92	12.38	8.03	6.25	16.20
Portalegre	7.33	10.31	13.79	18.52	22.42	24.62	26.97	24.59	17.43	12.47	8.82	7.15	16.20
Lisboa	7.20	10.31	13.84	19.15	22.96	24.68	26.54	24.31	18.07	12.64	8.73	6.84	16.27
Beja	8.01	10.87	14.19	19.32	23.14	25.06	26.96	24.52	18.27	12.98	9.18	7.44	16.66
Evora	7.90	10.79	14.35	19.42	23.31	25.37	27.45	25.03	18.44	13.17	9.13	7.41	16.81
Funchal	9.99	12.51	16.65	20.07	22.77	22.23	23.31	22.23	18.63	14.67	10.53	9.27	16.91
Faro	7.74	10.32	14.75	19.41	23.56	25.87	27.33	25.62	18.78	12.91	9.51	7.76	16.96

Irradiação global na horizontal: média anual em algumas cidades portuguesas (MJ/m²)

Fonte: Projecto ERAMAC

INETI

Porque é tão indispensável medir?

(radiação solar, temperatura e humidade, a nível horário, em terra)

A análise de sistemas em engenharia requer actualmente

dados horários

- dados mensais, diários ou tri-horários são insuficientes para uma adequada simulação em computador

dados de radiação solar e temperatura conjuntamente

- é importante e.g. a correlação entre radiação solar e temperatura ambiente no desempenho de sistemas solares e edifícios (e mesmo as características conjuntas com a humidade, no caso do ar condicionado)

dados de elevada resolução espacial

- não disponíveis em anteriores redes de estações de terra ou satélites

- elevada incerteza dos dados de satélites em zonas montanhosas, com gelo e nos oceanos requer calibração com dados de terra

INETI



Locais monitorizados

Critérios principais:

1. zonas de maior população
2. zonas afastadas e de características distintas
3. boa exposição solar
4. locais seguros, com rede eléctrica e telefónica



INETI

Em resumo

Os dados meteorológicos de terra e de satélite hoje existentes são insuficientes / inadequados para fins de engenharia tipo "energia".

Os dados de radiação solar e temperatura recolhidos em terra são essenciais para

- cartografar o recurso em média mensal
(por si só e em conjunto com os dados de satélite actuais e futuros)
 - conhecer as características estatísticas das sequências diárias e horárias (o que é requerido pelos métodos de engenharia actuais)
- e por consequência
- permitir o correcto dimensionamento de sistemas solares
(optimizando os respectivos benefícios energéticos e económicos)
 - permitir a análise detalhada do desempenho de edifícios
(aumentando a eficiência energética e reduzindo gastos de energia e custos em climatização, iluminação, ...)
 - possibilitar o desenho de políticas e medidas energéticas
(normas, regulamentos, esquemas de incentivos ao uso de energia solar, etc.)

INETI

Objectivo estratégico

Estimular o aproveitamento da energia solar

Objectivo tático

Conhecer o recurso solar (e outros dados)
para possibilitar um correcto dimensionamento dos sistemas solares.

Metodologias

- Instalação de estações com piranómetro e termohigrómetro, registos horários
- Cartografar a radiação solar média mensal com bastante detalhe
- Utilizar modelos estatísticos e também dados de satélite para melhorar a estimacão espacial (i.e. a construção de mapas de valores mensais)
- Analisar as características estatísticas de séries horárias de radiação solar e temperatura (e humidade)

N.B. Manter a continuidade dos registos

N.B. Ter atenção especial, mas não exclusiva, ao potencial energético solar, potenciando outras aplicações.