

# O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

## METODOLOGIA

### COBERTURAS COM MANSARDAS/TRAPEIRAS

Localizadas no beirado considerado como obstáculo, e o plano superior apto à integração de sistemas solares



# O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

## METODOLOGIA

### SUPERFÍCIES ACTUALMENTE INAPTAS

Actualmente ocupadas com terraços, equipamentos de climatização ou outros elementos de grande extensão



# O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

## METODOLOGIA

### ACTUALIZAÇÕES

Google Earth 2008



Google Earth – Edifícios 3D 2010



Pormenor da Carta de Potencial Solar Bruto

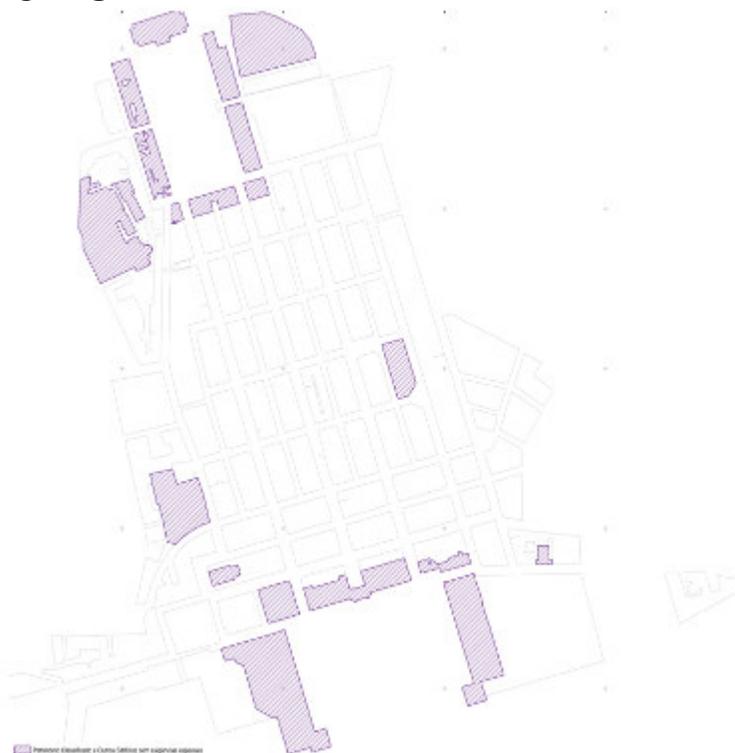


Verificou-se no decorrer do trabalho que em casos pontuais existiam áreas devolutas nos ortofotomapas 2006 e 2008 que sofreram alterações muito recentes visíveis no Edifícios 3D do Google Earth - Novembro 2010.

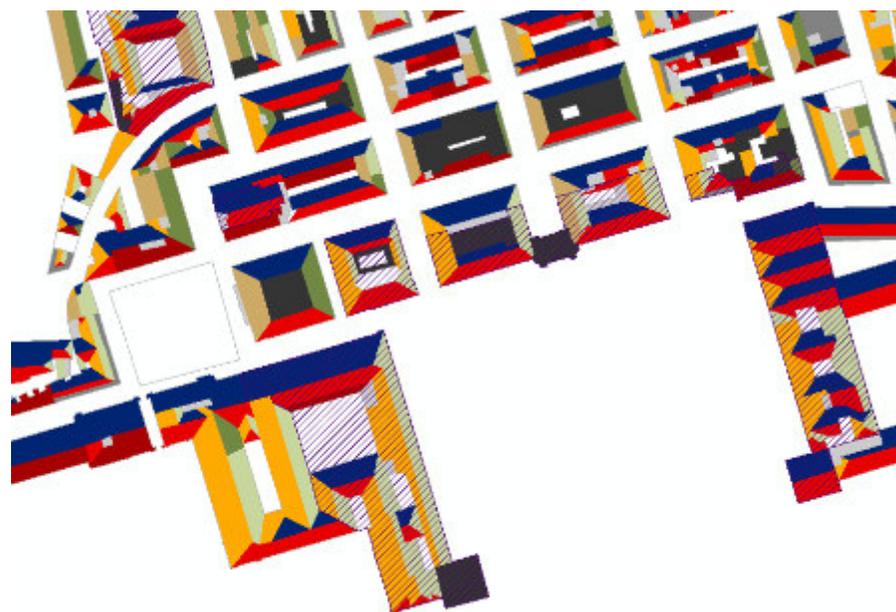
# O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

## METODOLOGIA

**PATRIMÓNIO CLASSIFICADO  
E OUTROS EDIFÍCIOS COM EXIGÊNCIAS  
ESPECIAIS**



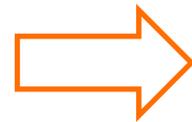
**PORMENOR DA CARTA DE POTENCIAL  
SOLAR BRUTO**



## METODOLOGIA

### Cálculo do Potencial Solar

- Levantamento Áreas e Classificação Coberturas
- Inclinação Coberturas
- Radiação Incidente
- Sistemas Solares



**Potencial Solar da Baixa**

## METODOLOGIA - Classificação de Coberturas

- 
- Norte
  - Sul
  - Este
  - Oeste
- Totalmente disponíveis  
(coberturas “limpas”)**
- Sul com obstáculos
  - Este com obstáculos
  - Oeste com obstáculos
- Semi-disponíveis**
- Obstáculos
  - Terraços
  - Património classificado
- Não disponíveis**

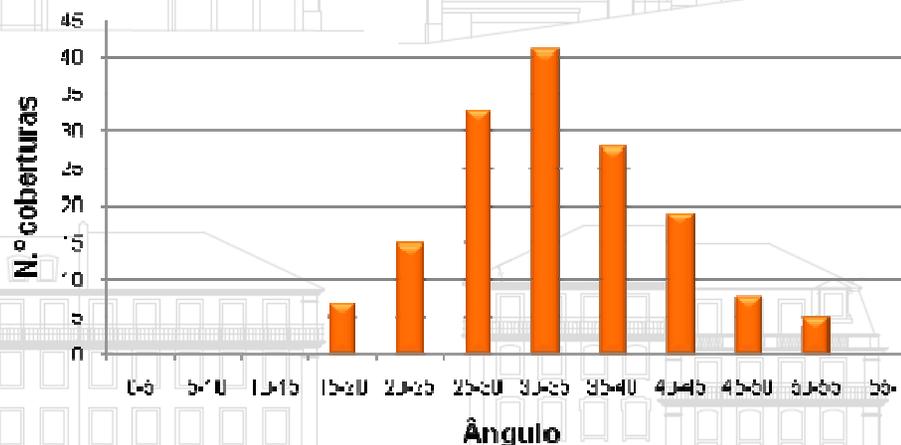
# O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

## METODOLOGIA - Inclinações das Coberturas

Levantamento por amostragem para 156 águas

Levantamento Inclinação Águas	
N.º de ângulos levantados	156
Ângulo Médio	30 °
Ângulo Mínimo	13 °
Ângulo Máximo	50 °
Mediana dos ângulos	28 °
Desvio Padrão	7.7 °

Frequência das Inclinações



## METODOLOGIA - Radiação Incidente

Orientação	Radiação Incidente [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	
	Inc. Média 30°	Inc. Óptima *
Sul	1858	1852
Este	1435	1648
Oeste	1649	1649
Norte	1164	1648
Horizontal	1648	1648

Calculada com base nos dados de radiação do Solterm para Lisboa para as inclinações média e óptima de cada orientação

Nota: As orientações Sul, Norte, Este e Oeste estão desviadas das geográficas de 17° para Este.

\* Sul: 39°; Oeste: 30° Este de Norte: 0°.

## METODOLOGIA - Sistema solar térmico

### Cálculo rendimentos sistema

#### Sistema Base

- Circulação Forçada
- 2 colectores solares - 4.5 m<sup>2</sup>
- Depósito 300 litros
- Consumo 280 l/dia a 60 °C



Orientação	Rendimento Inc. Média	Rendimento Inc. Óptima
Sul	44.4%	44.9%
Este	42.3%	42.6%
Oeste	45.8%	45.8%
Norte	42.7%	42.7%
Horizontal	43.1%	43.1%

#### Colector Solar

- Rendimento óptico: 77%
- $a_1 = 3.681 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
- $a_2 = 0.017 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}^2)$ ,

## METODOLOGIA - Sistema solar fotovoltaico

### Cálculo rendimentos sistema

#### Sistema Base

- Ligado à rede
- 18 módulos fotovoltaicos 4.1 kWp  
(18x1,61 m<sup>2</sup>, 9 módulos por *string*)
- Inversor 3.8 kW



Orientação	Rendimento Fotovoltaico
Sul	11.2%
Este	11.0%
Oeste	11.2%
Norte	10.8%
Horizontal	11.1%

#### Módulo fotovoltaico

- Potência 230 W
- V<sub>mpp</sub> 30.3 V  
(tensão à potência máxima)
- P<sub>mpp</sub> 233.6 W<sub>c</sub>  
(tensão à potência máxima)
- I<sub>mpp</sub> 7.71 A  
(ponto de corrente máxima)
- μP<sub>mpp</sub> -0.46 %/°C  
(Coeficiente de potência temperatura)

#### Inversor

- Eficiência máxima 95.6 %
- Eficiência méd. europ. 94.7 %
- Potência nominal AC 3.8 kW<sub>ac</sub>

## O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

### POTENCIAL SOLAR TÉRMICO

Orientação	Área (Inclinação 30°)			Solar Térmico		
	Bruta m2	Efectiva Mín. m2	Efectiva Máx. m2	Prod. kWh/m2.ano	Prod. Mín. GWh/ano	Prod. Máx. GWh/ano
Sul	30,762	17,065	19,856	825	14.08	16.38
Este	49,279	24,388	30,022	607	14.80	18.22
Oeste	55,688	28,927	34,781	755	21.84	26.26
Norte	35,884	23,058	23,058	497	11.46	11.46
Horizontal	0	0	0	711	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>171,613</b>	<b>93,439</b>	<b>107,718</b>		<b>62.18</b>	<b>72.32</b>

Considerando o aproveitamento de 80% das área de coberturas sem obstáculos e 30% das áreas de coberturas com obstáculos.

Nota: Área efectiva mínima: áreas das coberturas Norte, Sul, Este e Oeste sem obstáculos.

Área efectiva máxima: áreas das coberturas Norte, Sul, Este e Oeste com e sem obstáculos.

## O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

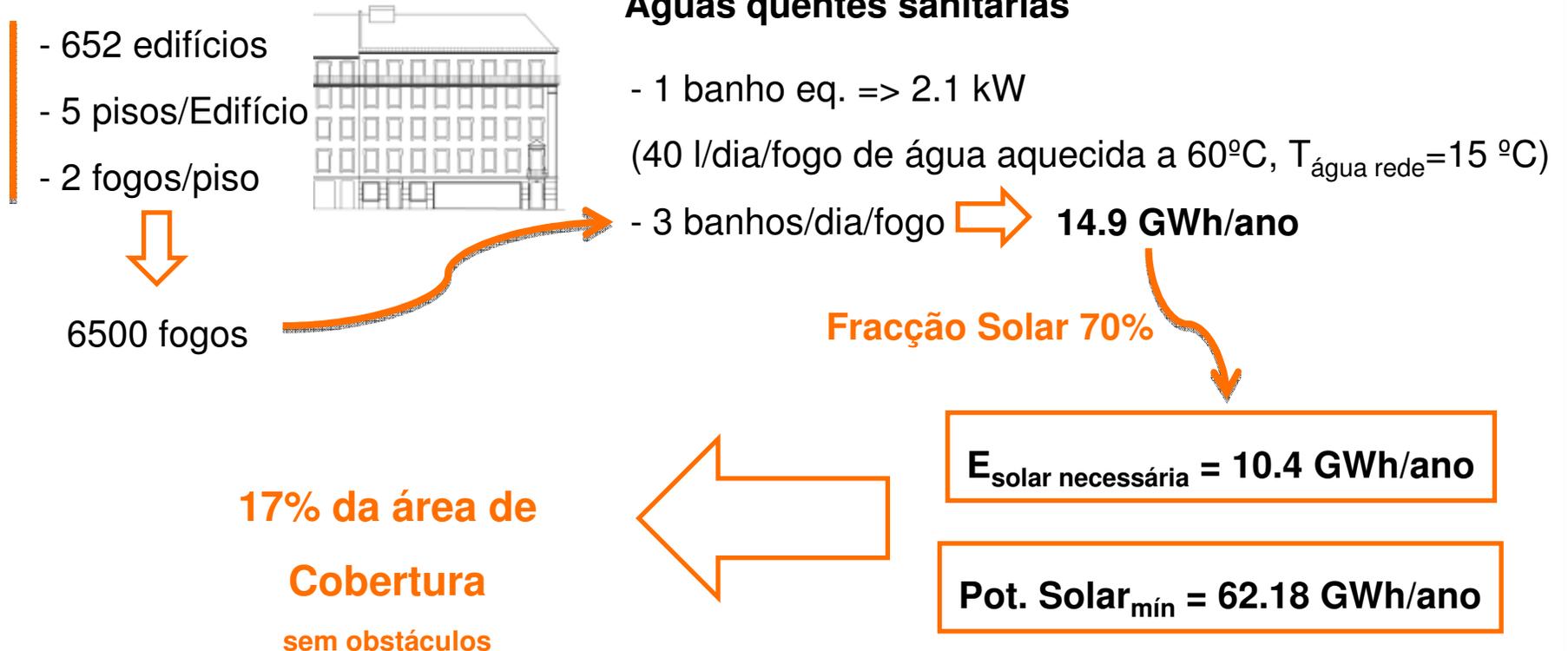
### POTENCIAL SOLAR FOTOVOLTAICO

Orientação	Área (Inclinação 30º)			Solar Fotovoltaico		
	Bruta m2	Efectiva Mín m2	Efectiva Máx m2	Prod. kWh/m2.ano	Prod. Mín. GWh/ano	Prod. Máx. GWh/ano
Sul	30,762	17,065	19,856	208	3.54	4.12
Este	49,279	24,388	30,022	158	3.86	4.75
Oeste	55,688	28,927	34,781	184	5.33	6.41
Norte	35,884	23,058	23,058	126	2.91	2.91
Horizontal	0	0	0	182	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>171,613</b>	<b>93,439</b>	<b>107,718</b>		<b>15.64</b>	<b>18.20</b>

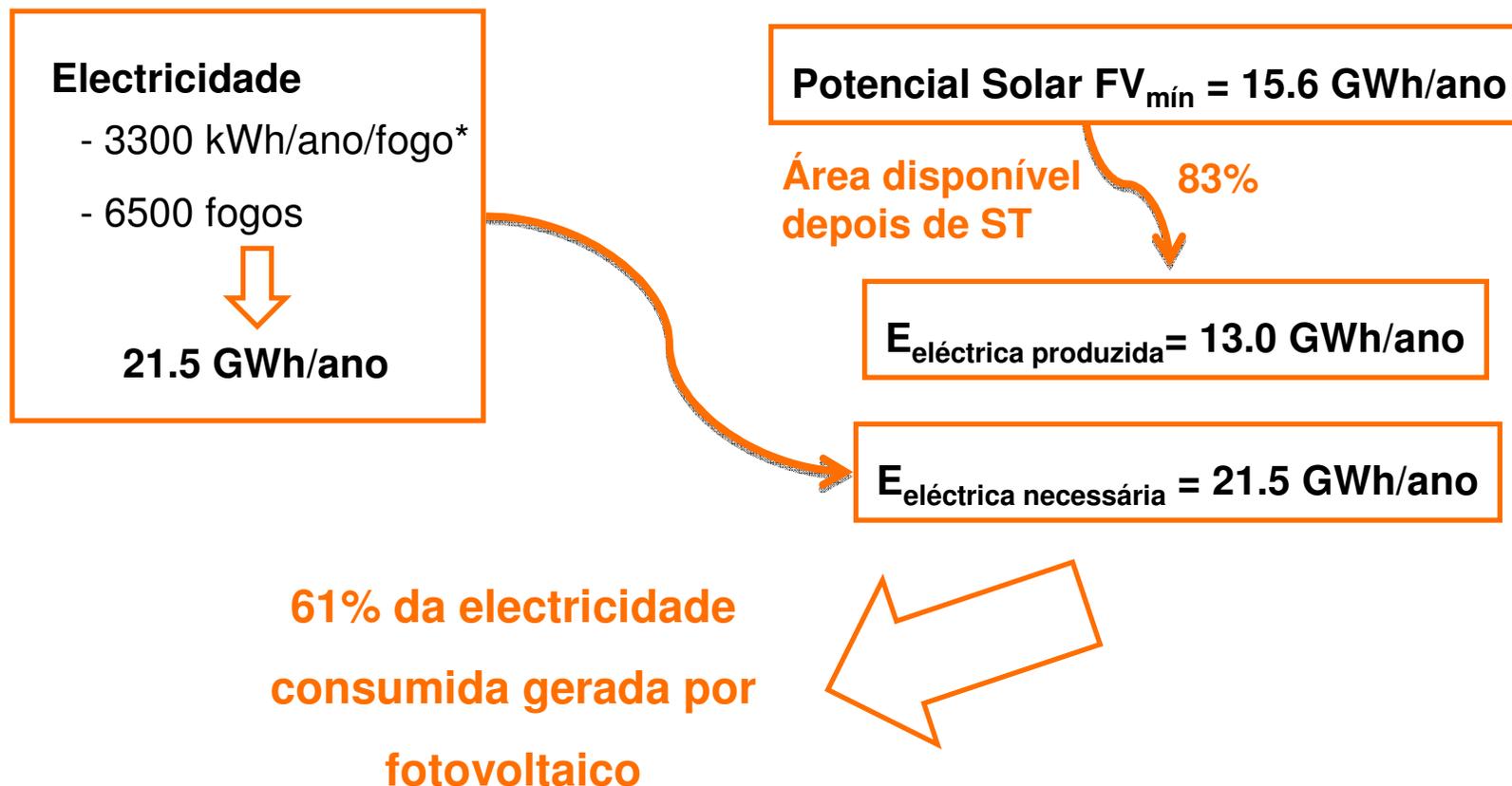
Potência Instalada 13.35MWp 15.39 MWp

Considerando o aproveitamento de 80% das área de coberturas sem obstáculos e 30% das áreas de coberturas com obstáculos.

## POTENCIAL SOLAR DA BAIXA POMBALINA



## POTENCIAL SOLAR DA BAIXA POMBALINA



\*Considerando uma potência média por fogo de 6.9 kVA. Fonte: <http://www.edpsu.pt/pt/origemdaenergia/Pages/OrigensdaEnergia.aspx>

# O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

## CARTA DE POTENCIAL SOLAR BRUTO

### ÁGUA DO TELHADO

Orientação Solar / Obstáculos	Radição Incidente [kWh/(m2.ano)]
Norte	1.164
Este	1.435
Este com obstáculos*	1.435
Sul	1.858
Sul com obstáculos*	1.858
Oeste	1.649
Oeste com obstáculos*	1.649
Obstáculos	0
Coberturas c/ mansardas	0
Superfícies actualmente inaptas	0

### PRODUÇÃO ENERGIA

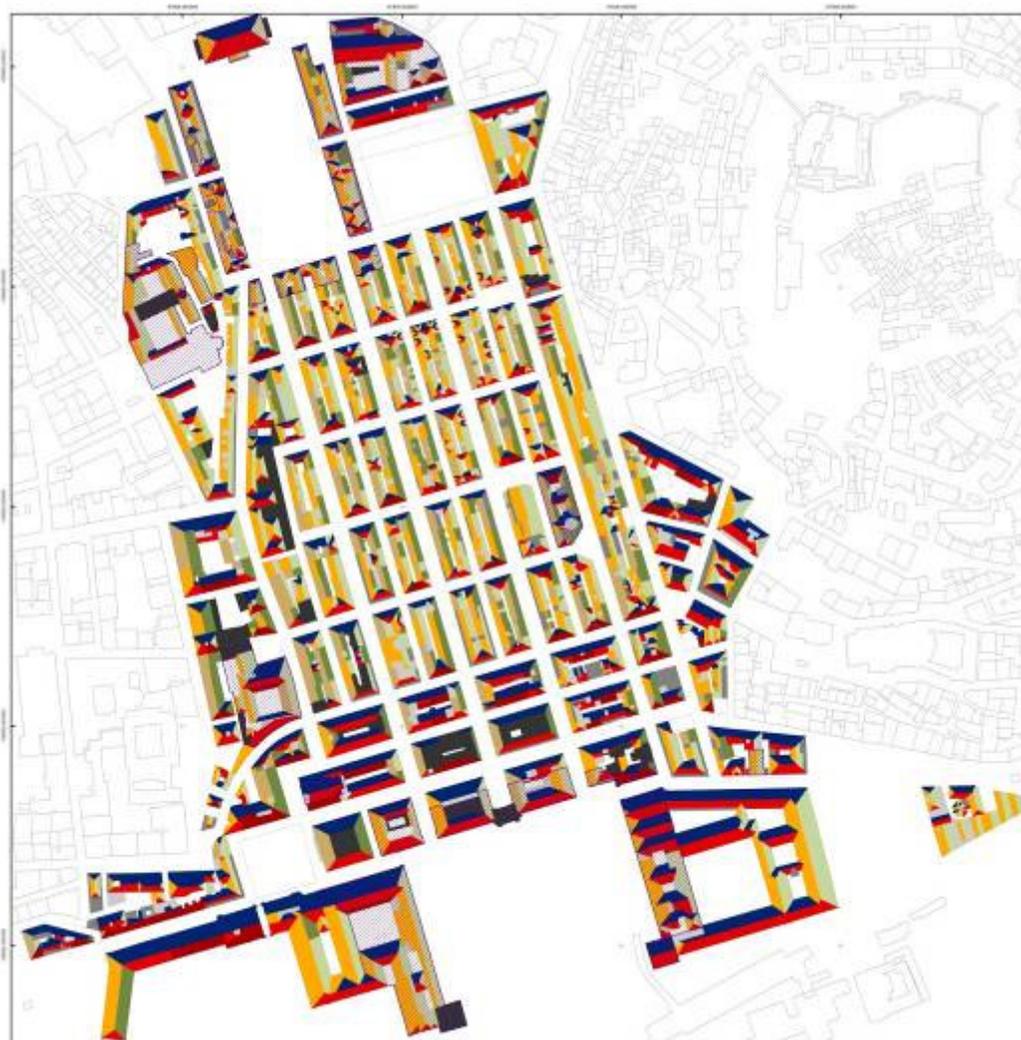
	Solar Térmico [kWh/(m2.ano)]	Solar Fotovoltaico [kWh/(m2.ano)]
Norte	497	126
Este	607	158
Este com obstáculos*	607	158
Sul	825	208
Sul com obstáculos*	825	208
Oeste	755	184
Oeste com obstáculos*	755	184
Obstáculos	0	0
Coberturas c/ mansardas	0	0
Superfícies actualmente inaptas	0	0

 Património Classificado e Outros Edifícios com exigências especiais

 Sem classificação

\* para as coberturas com obstáculos os valores apresentados são para as zonas disponíveis destas coberturas que se estimam que sejam cerca de 30% da área total.

Para o cálculo do potencial deverão ser utilizados os valores do quadro acima, multiplicando-os pela área disponível e por um coeficiente de 0,8, correspondente à fracção de cobertura utilizável.



# A CARTA DO POTENCIAL SOLAR DA BAIXA POMBALINA

Esta primeira versão da Carta de Potencial Solar será objecto de actualização, considerando a disponibilidade de novos elementos, decorrentes inclusivamente do Plano de Pormenor:

- integração da classificação das diferentes tipologias de coberturas;
- consideração do numero de pisos de cada edifício;
- consideração dos efeitos de sombreamento por obstáculos ou edifícios adjacentes.



Fonte: VELUX

## PLANO DE PORMENOR DE SALVAGUARDA DA BAIXA POMBALINA

Artigo 22º

### Coberturas

**3.** As obras de alteração de coberturas, quando admitidas ao abrigo do número anterior obedecem às seguintes regras:

**h)** A instalação de equipamentos para aproveitamento de energia solar, térmica, fotovoltaica, eólica ou antenas de radiocomunicação, exclusivamente nas situações previstas na Carta de Potencial de integração de Sistemas Solares da Baixa Pombalina.

**4.** A instalação de equipamentos para aproveitamento de energia solar, térmica ou fotovoltaica deve ser realizada de acordo com a Carta de Potencial de Integração de Sistemas Solares da Baixa Pombalina, a elaborar pela Câmara Municipal, e com o Manual de Soluções de Integração de Sistemas Solares que dela fará parte.

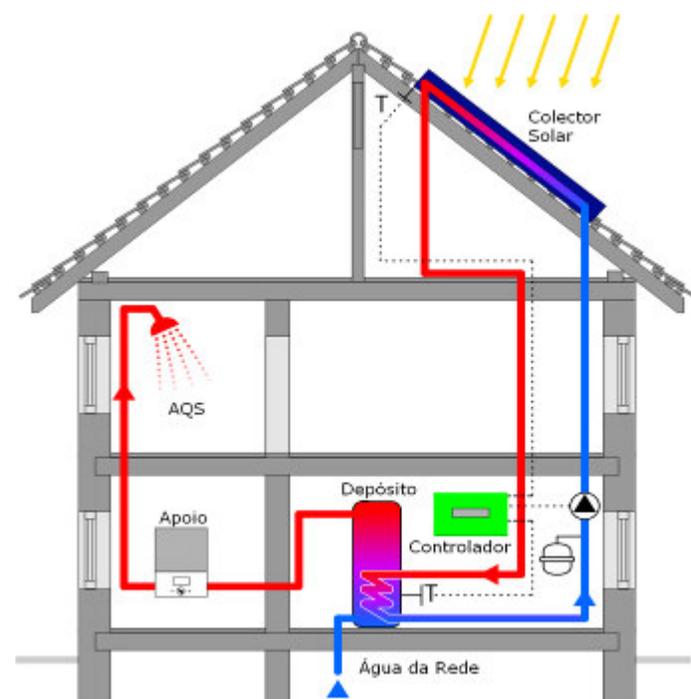
## MANUAL PARA A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS NA BAIXA POMBALINA

- a) a integração de painéis solares na cobertura é obrigatória, devendo a instalação ser efectuada de modo complanar à água, não devendo a sua inclusão interferir com o funcionamento da estrutura de suporte da cobertura existente e com a composição geral da cobertura dos edifícios confinantes;
- b) a integração de painéis solares deve obedecer a critérios de integração que permitam a preservação das várias tipologias de coberturas existentes na Baixa Pombalina, pelo que a proposta de integração deve ser apresentada na fase de entrega do projecto de arquitectura;
- c) os sistemas solares térmicos devem ser do tipo circulação forçada, situando-se o reservatório no interior do edifício;
- d) a não integração de sistemas solares pode ser aceite desde que tecnicamente fundamentada.

# MANUAL PARA A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS NA BAIXA POMBALINA



Fonte: VELUX



© www.solarpraxis.com

Integração de sistemas solares térmicos na cobertura

Sistema de Circulação Forçada

## O Potencial de Integração de Sistemas Solares na Baixa Pombalina

# MANUAL PARA A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS NA BAIXA POMBALINA



Fonte: VELUX

[www.lisboaenova.org](http://www.lisboaenova.org)

proSTO

LISBOA e-nova  
AGÊNCIA MUNICIPAL DE ENERGIA E AMBIENTE



MC  
MINISTÉRIO DA CULTURA

Iges  
par  
INSTITUTO DE GESTÃO  
DO PATRIMÓNIO ARQUITETÓNICO  
E ARQUEOLÓGICO

pro>>STO

Intelligent Energy  Europe

LISBOA e-nova   
AGÊNCIA MUNICIPAL DE ENERGIA E AMBIENTE



**OBRIGADA PELA VOSSA ATENÇÃO**