

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

CARTOGRAFIA SOLAR

Estimativa do Potencial Solar no Município de Albufeira

Mónica Patrícia Alexandre Sagreiro

Dissertação de Mestrado em Geomática, área de especialização em Ciências de Informação
Geográfica

Trabalhado realizado sob a orientação científica do Professor Doutor Carlos Alberto Bragança
dos Santos e a Coorientação do Dr. Ricardo Guerreiro Sena

Faro

2013

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

CARTOGRAFIA SOLAR

Estimativa do Potencial Solar no Município de Albufeira

Mónica Patrícia Alexandre Sagreiro

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Geomática, conferido pela Faculdade de Ciências e Tecnologia e pelo Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve.

Orientador: Professor Doutor Carlos Alberto Bragança dos Santos

Coorientador: Dr. Ricardo Guerreiro Sena

Faro

2013

CARTOGRAFIA SOLAR

Estimativa do Potencial Solar no Município de Albufeira

Declaração de Autoria do Trabalho

Declaro ser autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

A Candidata

Faro, de..... de

Copyright © 2013 Mónica Sagreiro.

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou formato digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Porque sem a sua ajuda o caminho a percorrer teria sido mais difícil, as minhas primeiras palavras de agradecimento vão para os supervisores desta dissertação, o Professor Doutor Carlos Alberto Bragança dos Santos, Professor adjunto do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve (componente teórica) e o Dr. Ricardo Guerreiro Sena, Técnico Superior da Divisão da Gestão Urbanística do Município de Albufeira (componente prática). Deles recebi atenção, disponibilidade, motivação, partilha de conhecimentos, trocas de ideias e sugestões tornando menos árido e mais aliciante todo o percurso de elaboração do presente trabalho.

O meu reconhecimento à Câmara Municipal de Albufeira pela disponibilização dos dados utilizados e pelo apoio prestado.

A todos aqueles que me são mais próximos aqui fica a minha sincera gratidão, pela compreensão e incentivo ao longo destes últimos meses. O vosso apoio foi fundamental principalmente nos momentos mais frustrantes.

Agradeço ainda e sobretudo, aos meus pais e ao António pelo carinho, pela paciência e por estarem presentes em mais uma importante etapa da minha vida. A vocês dedico este trabalho.

RESUMO

A dependência energética dos combustíveis fósseis é, reconhecidamente, uma das principais inquietações das economias mundiais. Questões como a concentração de gases de efeito de estufa, poluição atmosférica e o facto de estes combustíveis serem esgotáveis estão cada vez mais no centro das atenções globais, ao que se associa um aumento significativo da população mundial e por conseguinte, dos consumos.

Contudo, começa a ser notório um empenho na procura de soluções viáveis que possam contornar esta dependência, nomeadamente no desenvolvimento de tecnologia que permita o aproveitamento de fontes de energias renováveis. Neste sentido, Portugal encontra-se numa posição privilegiada sendo, dos países da Europa, o que apresenta índices mais elevados de radiação solar por unidade de superfície, em média cerca de 1500kWh/m²/ano.

O sucesso do aproveitamento de fontes de energia renováveis vai depender, em muito, da análise e compreensão do potencial determinado pelas realidades locais, pelos dados meteorológicos, pelas tecnologias existentes e por fatores económicos. (WITTMAN et al., 1997). O processo para estimativa do potencial não é simples e implica uma interação disciplinar; no entanto tendem a aparecer modelos que, a montante do processo, simplificam a análise espacial da energia solar. Neste campo, o contributo dos Sistemas de Informação Geográfica tem sido fundamental, oferecendo um conjunto de ferramentas de processamento de dados bastantes úteis para a modelação solar. A presente dissertação combina a utilização dos SIG com a análise do potencial solar, apresentando como objetivos principais: *i*) a estimativa do potencial solar no Município de Albufeira e *ii*) a criação de uma aplicação que disponibilize os resultados através da web, facilitando a consulta e análise espacial dos mesmos.

Palavras-Chave: Algarve, Energia Solar, SIG's, Modelação Solar, Potencial, WebSIG,

ABSTRACT

The energy dependency on fossil fuels is known as one of the principal concerns of world economies. Issues such as the concentration of greenhouse gases, air pollution, the fact that these fuels are exhaustible and the association with the significant increase of world population and its consumptions, are constantly in global attentions.

However, it is starting to become evident the commitment in looking for viable solutions that can overcome this dependence, particularly in the development of technology that allows the use of renewable energy sources. Portugal is in a privileged position being one of the countries of Europe, which has higher levels of solar radiation, about 1500kWh/m²/year.

Successful exploitation of renewable energy sources will depend on the analysis and understanding of the potential determined by local conditions, meteorological data, existing technologies and economic factors. (WITTMAN et al., 1997). The process for estimating its potential is not simple and requires the involvement of several disciplines; however tends to develop models that simplify the spatial analysis of solar energy. In this field the contribution of Geographical Information Systems has been most important offering a set of tools for processing data quite useful for solar modeling. This work combines the use of GIS to analyze the solar potential, with the following main objectives: *i*) to estimate the solar potential in the municipality of Albufeira and *ii*) the creation of an application that delivers the results via the web, facilitating consultation and spatial analysis thereof.

Keywords: Algarve, Solar Energy, GIS, Solar Modeling, Potential, Web Mapping,

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS	11
1. INTRODUÇÃO	16
2 .ENQUADRAMENTO	20
2.1 Conjuntura Energética.....	20
2.1.1 O Panorama Europeu.....	22
2.1.2 O Panorama Português	25
2.2. A Energia Solar	30
2.2.1. Radiação Solar.....	31
2.2.2. Principais formas de captação da energia solar	34
2.3 Ordenamento do Território e Planeamento Urbano	37
2.3.1. Instrumentos de Ordenamento do Território	38
2.3.2. Sistemas de Informação Geográfica	39
3. CARTOGRAFIA SOLAR	42
3.1. Modelos de Radiação Solar.....	43
3.2. Disponibilização dos Dados	45
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	47
4.1. Enquadramento Geográfico.....	47
4.2. Área de Estudo	49
4.3. Dados Utilizados	50

4.4. Modelação Solar.....	52
5. APLICAÇÃO PRÁTICA	57
5.1. Processamento dos Dados	57
5.2. WebSIG.....	68
6. RESULTADOS.....	86
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
SITES CONSULTADOS	95
ANEXOS	96
ANEXO I.....	97
ANEXO II	105
ANEXO III	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Esquema simplificado da dissertação.	19
Figura 2.2 – Ciclo de Produção Mundial de Petróleo segundo HUBBERT.....	22
Figura 2.3 - Dependência Energética dos Estados-Membros da U.E. em 2010.....	23
Figura 2.4 – Evolução da Dependência Energética de Portugal.....	25
Figura 2.5 - Consumo de Energia Primária em Portugal em 2009.....	26
Figura 2.6 - Quantidade Total de Radiação Global em Portugal Continental. Valores médios anuais (Kcal/cm ²), Período 1938 a 1970.....	33
Figura 2.7 - Insolação. Valores médios anuais (horas). Entre 1930 e 1960.....	33
Figura 2.8 - Solar Térmico e Solar Fotovoltaico.	36
Figura 2.9 – Fases de desenvolvimento de um projeto SIG.	41
Figura 4.10 - Enquadramento área de estudo.	49
Figura 4.11 – Tipologia das edificações na área de estudo.	49
Figura 4.12 – Caracterização da superfície. Declives (%)	50
Figura 5.13 – Processo para aquisição dos polígonos que caracterizam os edifícios, através do Model Builder/ArcGis10.....	58
Figura 5.14 – Processo Spatial Join. Model Builder/ArcGis10.....	58
Figura 5.15 – Caracterização das alturas dos edifícios.....	59
Figura 5.16 – Aplicação da função interpoladora IDW e resultado final.....	61
Figura 5.17 – Aplicação do operador Cell Statistics.	62
Figura 5.18 - Aplicação do operador Zonal Statistics.	63
Figura 5.19 – Aplicação Area Solar Radiation para o Concelho de Albufeira	63

Figura 5.20 – Caracterização do Concelho de Albufeira quanto à radiação global incidente em WH/m ² /ano.....	64
Figura 5.21 - Aplicação da ferramenta Solar Radiation e do método Area Solar Radiation.....	64
Figura 5.22 – Radiação Solar Global em WH/m ² /ano para a área de estudo.....	66
Figura 5.23 – Resultado para um aproveitamento de 12% através de painéis fotovoltaicos	67
Figura 5.24 – Radiação Global por mês para o ano 2012.....	67
Figura 5.25 - Arquitetura geral de um WebSIG	69
Figura 5.26 - Mapa do Software SIG open source, existente em 2012.	70
Figura 5.27 – Transformação dos dados espaciais num mapa pelo serviço WMS.	73
Figura 5.28 – Transformação dos pedidos em respostas pelo WFS.....	73
Figura 5.29 – Web Administration Tool do Geoserver.....	74
Figura 5.30 – Configuração Workspace no Geoserver.....	75
Figura 5.31 – Stores existentes no workspace geosolar	76
Figura 5.32 – Visualização Layer Preview.....	77
Figura 5.33 - Arquitetura da aplicação WebSIG GeoSolar	78
Figura 5.34 – Aspeto inicial da aplicação.....	80
Figura 5.35 – Exemplificação da solicitação de plugins no Client SDK	81
Figura 5.36 – Zoom To Layer Extent.....	81
Figura 5.37 – WMS Get Feature Info.....	81
Figura 5.38 – Adicionar Legenda.....	82
Figura 5.39 – Introdução Google Geocoder	82

Figura 5.40 – Introdução ferramenta Measure	83
Figura 5.41 – Exemplificação de parte do código correspondente aos sources	83
Figura 5.42 – Exemplificação de parte do código correspondente ao map	84
Figura 5.43 – Aplicação WebSIG GeoSolar	84
Figura 5.44 – Exemplificação da análise espacial do potencial solar através do GeoSolar	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Dados Estatísticos Município de Albufeira.....	48
Tabela 4.2 – Quadro com a informação cartográfica e geográfica de base utilizada.	51
Tabela 5.3 - Resumo dos parâmetros utilizados no cálculo da radiação solar por área para a área de estudo.....	65
Tabela 5.4 – SLD utilizado para a estilização das layers introduzidas.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS

AQS – Águas Quentes Sanitárias

BGRI – Base Geográfica de Referenciação da Informação

cal – Calorias

CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal

CLC – *Corine Land Cover*

cm² – Centímetro quadrado

CMA – Câmara Municipal de Albufeira

CO₂ – Dióxido de Carbono

CSW – *Catalogue Service for Web*

DB2 – Sistema de Gestão de Base de Dados Relacionais produzido pela IBM

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

ENE 2020 – Estratégica Nacional para a Energia

ESRI – *Environmental Systems Research Institute*

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GIF – *Graphics Interchange Format*

GIS – *Geographic Information System*

GML – *Geography Markup Language*

GWh – Gigawatts hora

hm – hectómetro

HTTP – *Hyper Text Transfer Protocol*

IDW – *Inverse Distance Weight*

INE – Instituto Nacional de Estatística

IST – Instituto Superior Técnico

JPEG – *Join Photographic Expert Group*

Kcal - quilocaloria

Kly – quilo Langley

km – quilómetro

kWh – kilowatt horas

LIDAR – *Light Detection and Ranging*

Ly – Langley

m² – metro quadrado

MDE – Modelo Digital de Elevação

MDT – Modelo Digital de Terreno

MNA – Modelo Numérico Altimétrico

MNC – Modelo Numérico Cartográfico

MNT – Modelo Numérico Topográfico

MW – Megawatts

MWh – Megawatts hora

nm – nanómetro

OGC – *Open Geospatial Consortium*

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

PNG – *Portable Network Graphics*

PNOT – Plano Nacional de Ordenamento do Território

PROT – Plano Regional de Ordenamento do Território

PVGIS – *Photovoltaic Geographic Information System*

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RCM – Resolução do Conselho de Ministros

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

SGBDE – Sistema de Gestão de Bases de Dados Espaciais

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SLD – *Style Layer Descriptor*

SQL- *Structured Query Language*

SVG – *Scalable Vector Graphics*

TCP/IP – *Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*

TIG – Tecnologias de Informação Geográfica

UE – União Europeia

WCS – *Web Coverage Service*

WEBCGM – *Web Computer Graphics Metafile*

WebSIG – Sistema de Informação Geográfica na internet

WFS – *Web Feature Service*

Wh - Watts hora

WMS – *Web Map Service*

Wp – Watt-pico

WWW – *World Wide Web*

XML – *Extensible Markup Language*

α – Alfa

γ – Gama

θ - Teta

λ – Lambda

μm – Micrómetro

τ – Tau

υ – Ípsilon

A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento.

Platão

Capítulo 1

Introdução

Uma palavra é como a nota que procura outras para um acorde perfeito.

Eugénio de Andrade

O futuro do consumo de energia proveniente dos combustíveis fósseis está cada vez mais no centro das atenções a nível mundial. Questões como a concentração de gases de efeito de estufa, a poluição atmosférica, a forte dependência energética dos combustíveis fósseis ou o carácter esgotável destes mesmos recursos, representam verdadeiras inquietações para as economias mundiais. Contudo, assiste-se a uma mudança de paradigmas sendo evidente o empenho na investigação de alternativas viáveis, nomeadamente o aproveitamento de fontes de energias renováveis que, em determinadas escalas, poderá apresentar soluções interessantes.

De acordo com RAMOS e VENTURA (1997), do conjunto das energias renováveis, destaca-se a energia solar por ser inesgotável, limpa, praticamente sem riscos ambientais e de fortes potencialidades de utilização em Portugal, considerando os quantitativos de radiação solar recebidos anualmente.

A importância da radiação solar para o ambiente do nosso planeta é de facto muito importante e desde há bastante tempo enfatizada nos estudos ecológicos em Portugal. Segundo PEIXOTO (1981) a energia radiante solar que inunda a terra constrói ordem na desordem aparente, constituindo a verdadeira causa de todos os processos físicos e químicos, responsáveis pelas condições meteorológicas, pelas circulações oceânicas, pela modelação da crosta terrestre e por todos os fenómenos biológicos presentes no Planeta Terra.

Nos últimos anos tem sido evidente um esforço quanto ao desenvolvimento de soluções tecnológicas que permitam o aproveitamento da energia solar, nomeadamente na sua conversão em calor ou eletricidade.

Contudo, o sucesso depende em muito da análise e compreensão do potencial determinado pelas realidades locais, pelos dados meteorológicos, pelas tecnologias existentes e por fatores económicos. (WITTMANN et al., 1997).

Face à complexidade do estudo do potencial tendem a aparecer modelos que simplificam a análise espacial da energia solar. Dentro desta temática, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm tido um contributo especial, oferecendo um conjunto de ferramentas de processamento de dados bastante úteis para a criação de modelos solares.

De acordo com DUBAYAH e RICH (1995, 1996), os modelos solares, ao serem conjugados com os SIG, fornecem recursos eficientes para a compreensão da variação temporal e espacial da radiação solar sobre o território, podendo ser relacionados com outros mapas de igual importância, traduzindo-se num suporte fundamental à tomada de decisões.

Um dos primeiros modelos solares, foi o *SolarFlux*, desenvolvido por HETRICK et. al. (1993) e RICH et. al., (1995) para a plataforma ARC/INFO GIS e que simulava a influencia dos sombreamentos na radiação solar direta utilizando a função *Hillshade* do ARC/INFO para intervalos discretos de tempo. KUMAR et al. (1997) desenvolveram um modelo similar no entanto utilizava o *software* ARC/INFO com o *software Genamap GIS* da empresa *Genasys*. Posteriormente, FU e RICH (1999) desenvolveram uma extensão para o *software* comercial *ArcView* que permitia modelar a radiação solar sobre o terreno, tanto para pontos específicos como para áreas, baseando-se num modelo digital de terreno, designada por *Solar Analyst*. Esta aplicação precedeu a extensão *Solar Radiation*, atualmente disponível pelo *ArcGIS10* da empresa ESRI.

Também SURI e HOFIERKA (2004), desenvolveram uma base de dados relacionada com a radiação solar para a Europa com o objetivo de estudar a insolação e a irradiação para qualquer superfície inclinada numa determinada região para um período específico de tempo. Esta base de dados deu origem à criação de um WebSIG, o PVGIS¹ no qual é apresentada, via *World Wide Web (WWW)*, informação sobre a

¹ Disponível em <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>

energia solar e sobre o potencial oferecido para a implementação de sistemas de aproveitamento de energia solar, nomeadamente sistemas fotovoltaicos.

Mais recentemente, em Portugal, GOMES (2011) apresentou um modelo solar para a localização potencial de painéis fotovoltaicos recorrendo à utilização de tecnologia de dados LIDAR (*Light Detection And Ranging*), tecnologia destinada à aquisição de dados altimétricos com a precisão de centímetros.

Um outro aspeto que tem vindo a ganhar um grande interesse é a interação dos SIG com a internet e *World Wide Web* (WWW). Ao serem disponibilizados os dados espaciais via web facilita-se o acesso generalizado à informação geográfica não só para técnicos especializados, habituais utilizadores, como também para o público em geral.

Segundo SUI e GOODCHILD (2001), a divulgação da informação geográfica e de aplicações para mapeamento através da *World Wide Web* (WWW) aumentou consideravelmente existindo um crescente número de empresas que oferecem serviços bastante completos ao nível dos SIG. O *Google Earth*² ou o *Mapquest*³ são exemplos de visualizadores de informação geográfica *online* que oferecem aos seus utilizadores um variado leque de operações de navegação, orientação e localização.

Neste sentido, a presente dissertação combina a utilização dos sistemas de informação geográfica com a análise do potencial solar, apresentando como objetivos principais: *i*) a estimativa do potencial solar numa região privilegiada quanto aos níveis de insolação e radiação solar que recebe (Algarve), aplicada ao Município de Albufeira e *ii*) a criação de uma aplicação disponível via internet para consulta e análise espacial.

Estruturalmente, organiza-se em 7 capítulos (Figura 1.1). O primeiro capítulo e último referem-se à introdução e às conclusões. O segundo capítulo é um capítulo de enquadramento teórico que aborda questões como a conjuntura energética na Europa e em Portugal, fazendo referencia à preocupante dependência externa dos combustíveis fósseis, e contrapondo utilização de fontes de energia renováveis como alternativa aos combustíveis convencionais, em especial a energia solar sobre a qual se centra todo o trabalho. Por último esboça-se uma breve caracterização dos Instrumentos de Ordenamento do Território e a importância dos Sistemas de Informação Geográfica para

² Disponível em <http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html>

³ Disponível em <http://www.mapquest.com/>

as políticas de ordenamento do território e planeamento urbano. No capítulo 3, referem-se aspetos metodológicos e ferramentas técnicas através de uma abordagem da importância da cartografia solar e de alguns modelos solares criados nas últimas décadas, bem como da importância da disponibilização dos resultados finais, em particular através da *web*. O quarto capítulo contém a metodologia geral adotada e no capítulo 5 descreve-se o processo de elaboração dos dados tanto ao nível do processamento da informação como ao nível da criação de um WebSIG para divulgação dos dados na WWW. O sexto capítulo, faz uma síntese do trabalho desenvolvido e dos principais resultados obtidos.

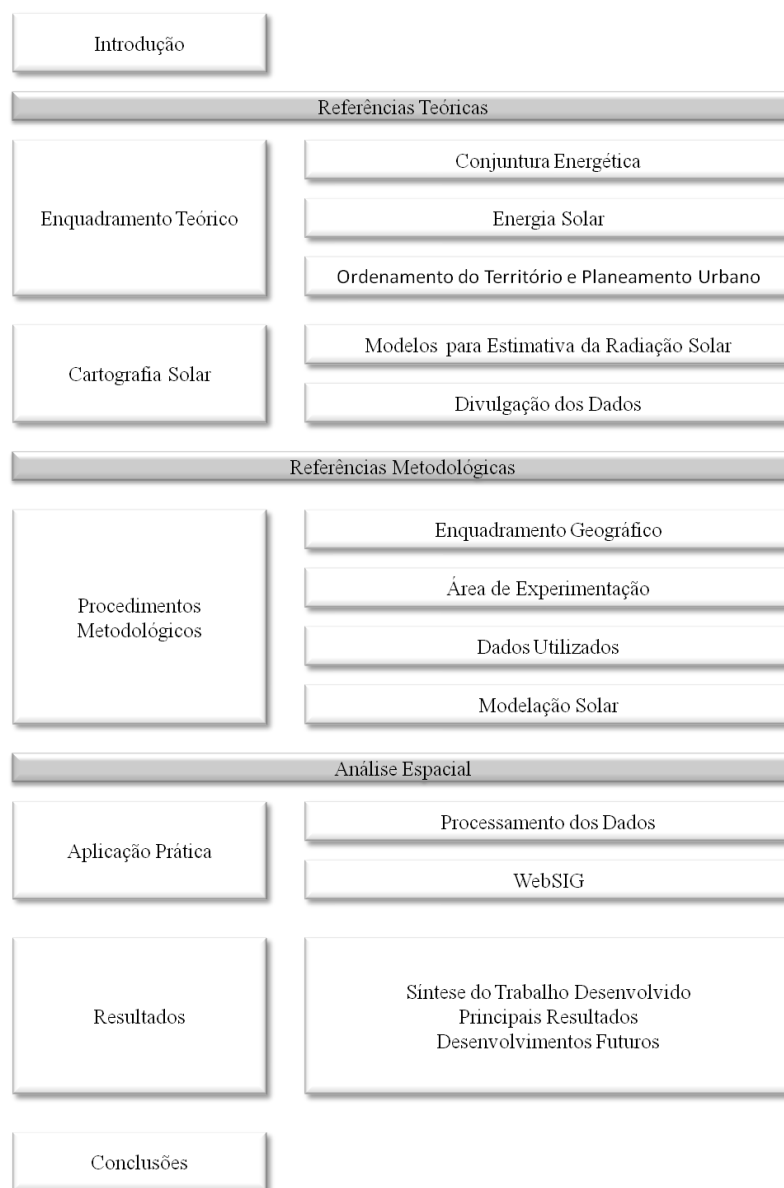


Figura 1.1 - Esquema simplificado da dissertação.

Capítulo 2

Enquadramento

Our ignorance is not so vast as our failure to use what we know.
M.King. Hubbert

A revolução industrial marcou uma nova era e com ela veio a dependência face às energias primárias. Combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão ou o gás natural são, nos dias de hoje, as principais fontes de energia primária, aquelas que contribuíram para o crescimento das sociedades. É impensável imaginar o que seria a vida das sociedades atuais sem movimentos tão simples como acender as lâmpadas ou ligar a televisão ou o computador. A eletricidade revolucionou o mundo e contribuiu enormemente para a melhoria da qualidade de vida, estando na origem do progresso e do crescimento económico e social da humanidade (CAETANO, 2008).

Numa época em que se pretende caminhar para a diversificação das fontes energéticas, importa antes de mais refletir sobre as existências atuais, os contextos geográficos e as estratégias esboçadas, em particular para o desenvolvimento das energias renováveis e, dentro destas, da energia solar, que constitui o objeto principal do estudo apresentado. Por sua vez, a concretização das mudanças esperadas está dependente de métodos e ferramentas, dos quais destacamos os que consideramos de maior importância para o caso prático.

2.1 Conjuntura Energética

O crescimento rápido da procura de combustíveis fósseis é o dado essencial que caracteriza a atual crise energética.

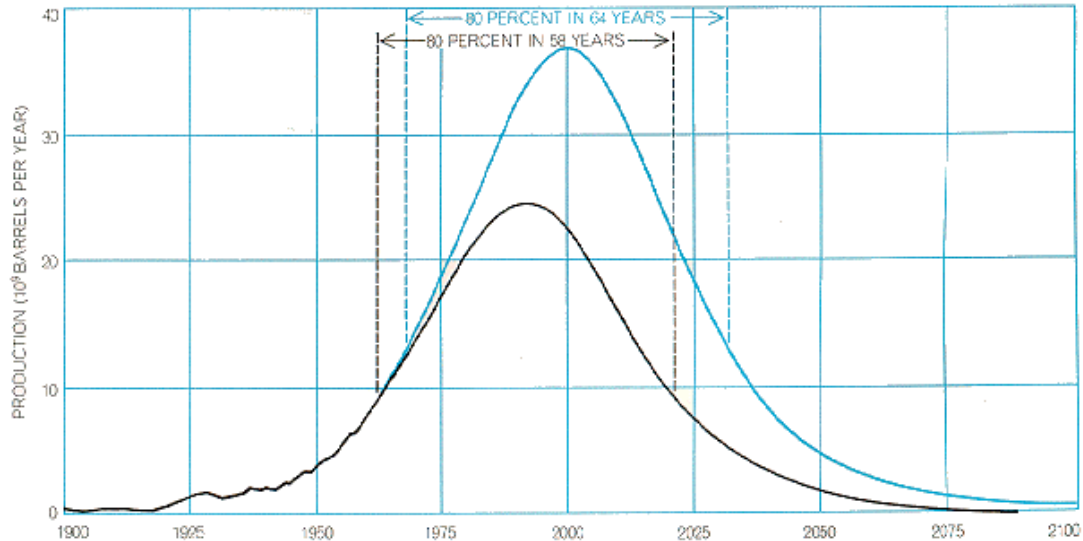
Segundo as previsões, o consumo continuará numa trajetória ascendente nas próximas décadas, sendo expectável que venha a situar-se no ano de 2030 em 16,5 mil milhões de toneladas equivalentes de petróleo (PEREIRA, 2009).

A temática não é recente e nas últimas décadas a Humanidade tem sido confrontada com o carácter finito associado a estes recursos energéticos. Por serem combustíveis fósseis são insustentáveis a longo prazo, estimando-se que as reservas disponíveis diminuam com o passar dos anos até se esgotarem por completo. Ao carácter finito dos combustíveis de origem fóssil junta-se o carácter poluidor dos mesmos. O abastecimento em produtos energéticos surge como uma das maiores necessidades das concentrações urbanas (GARNIER, 1995) e com ele o aumento da poluição e das emissões de gases com efeito de estufa, acarretando graves problemas ambientais.

A queima dos combustíveis fósseis é a principal contribuição humana para o aumento de concentração do dióxido de carbono (CO₂), na atmosfera acelerando o aquecimento da Terra e conseqüentemente o efeito de estufa. Cerca de um quinto de todo o carbono existente no mundo está imobilizado nos combustíveis fósseis, logo a sua queima traduz-se numa libertação do carbono para a atmosfera (GARCIA, 2004).

Se conjugarmos a exploração intensiva dos combustíveis fósseis, com o crescimento da população e com o aumento do consumo, percebemos que é uma junção arriscada no que respeita à sustentabilidade das comunidades humanas. Com efeito, no modelo económico dominante, as sociedades atuais, tendem a um consumo energético generalizado onde a procura é maior do que a oferta, causando graves desequilíbrios ambientais e económicos. Trata-se de uma contradição inerente a todo o sistema socioeconómico, porque se por um lado sem energia não há crescimento económico, condição apontada como imprescindível para o combate à pobreza, por outro da sua utilização não poderia resultar numa crescente degradação ambiental e social. Atualmente, encontramos uma oferta de energia que não já consegue acompanhar o crescimento da procura resultando num aumento consistente dos preços e numa aproximação do pico de produção do petróleo convencional, o chamado *Peak Oil*⁴ (Figura 2.2).

⁴ O *peak oil* tem por base um modelo matemático, desenvolvido por HUBBERT, M. K. na década de 50, que trata e explica a taxa de extração e esgotamento a longo prazo de petróleo convencional e de outros combustíveis fósseis. A produção petrolífera mundial alcançará no futuro um pico e depois declinará ao longo de poucas dezenas de anos.



Fonte: Energy and Power, A Scientific American Book 1971, pg.39

Figura 2.2 – Ciclo de Produção Mundial de Petróleo segundo HUBBERT

Atingir o pico de produção do petróleo significa que já gastámos cerca de metade do recurso num curto espaço de tempo e que a restante metade disponível implicará custos de exploração ainda maiores traduzindo-se no fim da era dos combustíveis fósseis baratos. Também a concentração do mercado num número restrito de protagonistas, a competição pelo acesso e controlo dos combustíveis fósseis, enquanto recursos naturais estratégicos, e as enormes assimetrias dos consumos, geraram uma situação de insegurança energética generalizada, que as conceções e as práticas geopolíticas tradicionais não parecem capazes de resolver de uma forma permanente (SCHWARZ, 2007). Desta forma o modelo económico atual, extremamente dependente dos combustíveis fósseis, está sob uma enorme pressão e as preocupações com a questão da segurança energética começam com o fornecimento do petróleo e do gás, devidos aos atuais constrangimentos do sistema produtivo gerando incertezas quanto ao futuro dos mesmos (SILVA, 2007).

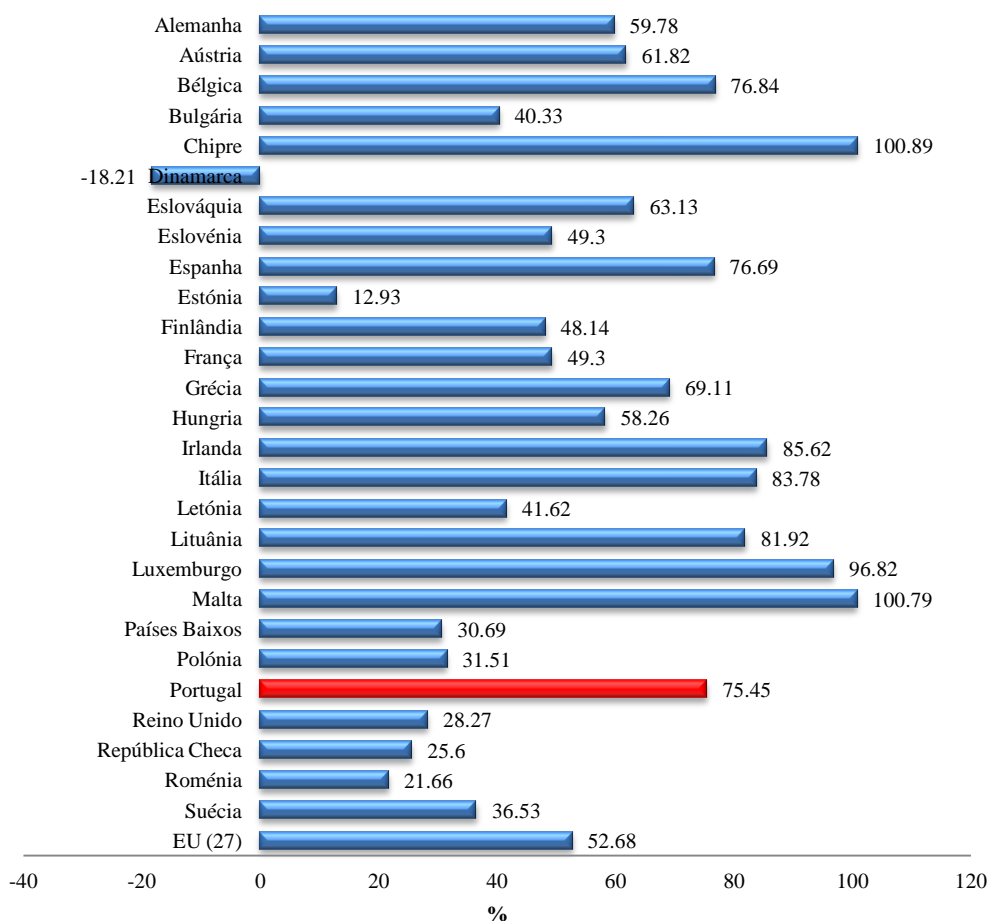
2.1.1 O Panorama Europeu

Uma das características da disponibilidade dos combustíveis fósseis reside na assimetria em termos de localização geográfica.

Através do seu modelo HUBBERT, em 1956, previu corretamente o pico da produção de petróleo nos EUA com uma antecedência de 15 anos e apontava o pico do petróleo a nível mundial para a primeira década do século XXI.

No final de 2005, 61% das reservas de petróleo localizavam-se no Médio Oriente enquanto, por exemplo, na Europa apenas existia cerca de 1,3% das reservas mundiais.

Esta situação coloca a Europa numa situação frágil em termos económicos, agravada pelo facto de que, para além de não possuir reservas de petróleo, consegue consumir cerca de 3 vezes mais do que aquilo que o próprio continente consegue produzir. De todos os 27 Estados Membros apenas a Dinamarca apresenta uma dependência negativa em 2010, devido à forte utilização de fontes de energia renováveis. Afetado gravemente pelas flutuações do preço do petróleo no início de 1970 e com poucas alternativas, o governo dinamarquês optou por traçar um novo rumo dando especial importância à utilização de Energias Renováveis; de tal ordem que para 2050 tem como principal objetivo alimentar o país inteiramente a partir de energia renovável. A Dinamarca é, hoje, uma exceção em termos de sustentabilidade energética.



Fonte: Eurostat, 2009

Figura 2.3 - Dependência Energética dos Estados-Membros da U.E. em 2010.

Não é, pois, brilhante o cenário energético da União Europeia, dado que, no conjunto, os Estados-Membros importam cerca de 50 por cento da energia que precisam (Figura 2.3), valor que poderá aumentar para 70 por cento em 2030, em função do peso dos combustíveis fósseis na balança energética (GARCIA, 2004).

As fragilidades da Europa estão patentes quando se olha para a crescente dificuldade das companhias europeias em terem acesso a novas reservas de petróleo e gás, ao declínio acentuado da produção no Mar do Norte (note-se que em três anos a produção desceu cerca de 17%), à onda crescente de nacionalização dos recursos, à utilização pela Rússia de energia como arma geopolítica (SILVA, 2007).

De acordo com a Agência Internacional de Energia, o consumo global de energia primária até 2050 sofrerá um aumento em cerca de 40% a 50%, a um ritmo médio anual de 1,6%, o qual se justifica devido ao aumento da população mundial e à convergência económica entre os países desenvolvidos e os países em crescimento, nomeadamente aqueles com economias emergentes como é o caso da Índia e da China que estão a tornar-se grandes consumidores de petróleo e a liderar a recuperação económica a nível mundial face à crise atual (LAVADO, 2009).

O conflito entre os planos do lado da oferta e a necessidade de políticas que limitem a procura de energia, são um dos nós mais espinhosos da questão energética (GARCIA, 2004). Reduzir e reorientar a procura, encontrando alternativas aos combustíveis fósseis é, pois, a linha de base sob a qual se rege a nova política energética europeia que aposta na eficiência energética, nas fontes de energias renováveis e em medidas de carácter económico, como a tributação, a liberalização dos mercados e o comércio de emissões (idem).

Simultaneamente, o Protocolo de Quioto veio estabelecer que a União Europeia, como um todo, deverá reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) em cerca de 8% em relação às verificadas em 1990. Para o horizonte 2020, a U.E. estabeleceu como objetivo comunitário uma redução de pelo menos 20% dos GEE na Comunidade em relação a 1990.

Este é, sem dúvida, um esforço enorme por parte dos Estados-Membros mas também uma possível solução para contrariar a situação atual de forte dependência energética.

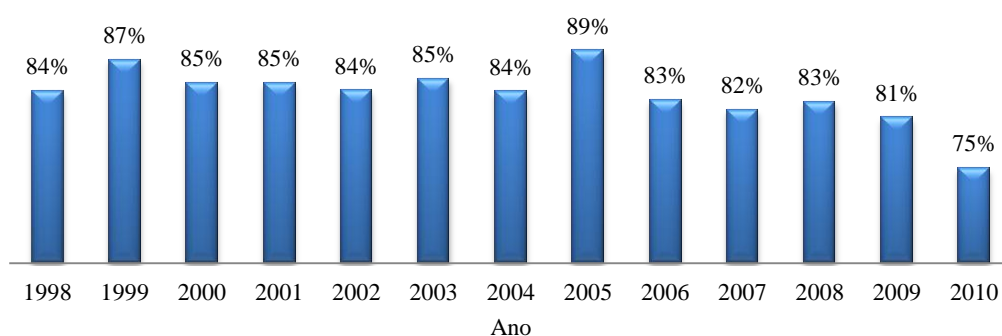
Para além da redução dos gases com efeito de estufa, foram também adotadas metas de 20% de energia proveniente de fontes renováveis e aumento de eficiência energética em 20%. Até 2050, as emissões a nível mundial deverão ser reduzidas em 50% em relação a 1990, o que implica reduções nos países desenvolvidos em cerca de 60% a 80%.

Perante este cenário, procuram-se alternativas nas energias renováveis, na eficiência energética, na promoção de mercados mais transparentes e concorrentes, e na adaptação de todos os setores da economia e da produção de energia.

A nível dos vários países da U.E. torna-se, assim, imperativo que o aumento do consumo global de energia se faça à custa de fontes de energia limpas, em paralelo com uma redução inteligente de consumo (eficiência energética) acabando esta estratégia por estar na base do desenvolvimento sustentável (PEREIRA, 2009).

2.1.2 O Panorama Português

Em Portugal o cenário não é famoso, registando uma grande dependência face às energias primárias. Sem reservas naturais de petróleo, carvão ou gás natural, Portugal vê-se obrigado a importar grande parte da energia primária que consome apresentando uma dependência energética na ordem dos 80% (Figura 2.4).



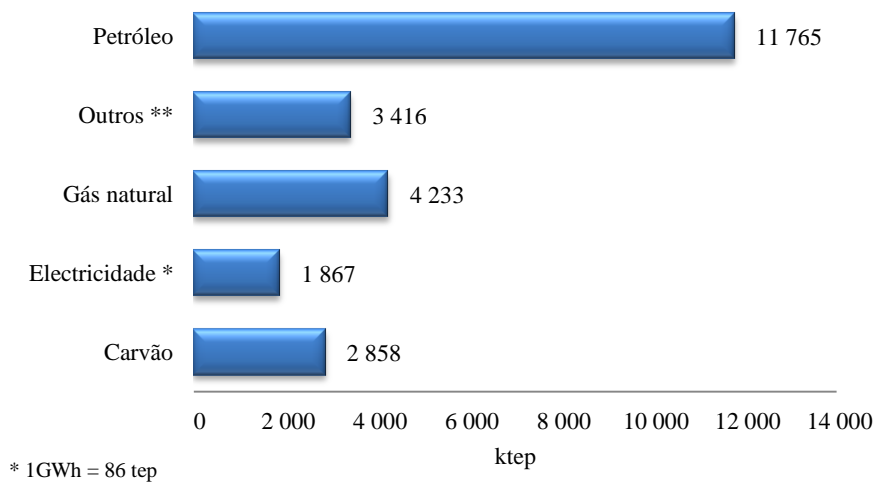
Fonte: Eurostat, 2012

Figura 2.4 – Evolução da Dependência Energética de Portugal.

Perante a necessidade, o país apresenta uma economia bastante vulnerável oscilando consoante a escalada ou variação do preço dos combustíveis fósseis. À medida que o consumo energético sobe, a importação aumenta e a eficiência energética diminui, fragilizando os setores económicos nacionais. Ao encarecer a importação de energia primária, encarece a produção de bens e serviços em território nacional representando custos acrescidos para o consumidor e também graves repercussões no ambiente com a propagação de Gases de Efeito de Estufa.

A grande dependência de Portugal de fontes de energia externas e a crescente consciencialização de que não pode haver desenvolvimento sem qualidade ambiental, implicará orientar as opções estratégicas do país não só para diversificação de fontes de energia mas também para a maximização das potencialidades energéticas do território (RAMOS e VENTURA, 1997).

O consumo de Petróleo, Gás Natural e Carvão é ainda muito elevado e estima-se que continuará a ser (Figura 2.5).



Fonte: DGEG, Balanços Energéticos

Figura 2.5 - Consumo de Energia Primária em Portugal em 2009.

A redução da dependência tem sido incluída pelos sucessivos governos na política energética. E, de facto, tem-se conseguido reduzir, em parte, essa mesma dependência passando de 88,5% em 2005 (um ano excepcionalmente seco, logo mais dependente energeticamente) para 75% em 2010 (ano húmido), sendo dos países da UE com a nona maior taxa de dependência energética (Figura 2.3).

As perspetivas governamentais apontam que uma boa estratégia energética deverá orientar as suas medidas tendo em conta as políticas energéticas e as políticas ambientais encontrando um ponto de equilíbrio entre a viabilidade técnico-económica e as condicionantes ambientais, considerando sempre a relação custo-eficácia e o desenvolvimento social e económico na promoção de um desenvolvimento sustentável sem nunca perder de vista a segurança em termos de abastecimento e a respetiva competitividade (DGEG).

Desta forma, o setor energético deverá ter um papel estruturante, integrador e fundamental na sociedade e economia portuguesa. Neste contexto as fontes de energias renováveis, devido ao sua disponibilidade e ao carácter endógeno e disperso, assumem um lugar de destaque na política energética nacional.

No que respeita à segurança de abastecimento e para um país como Portugal que não dispõe de recursos ou reservas fósseis conhecidos, o papel das fontes renováveis é essencial para reforçar os níveis de segurança, ao mesmo tempo que promove a diversificação do *mix* energético e contribui para aumentar a sustentabilidade associada à produção, transporte e consumo de energia (PNAER, 2009).

Existe todo um conjunto de vantagens na utilização das chamadas fontes de energias limpas, a começar pelo simples facto que não se esgotam e que não dependem do fator humano e tecnológico para existirem; para além disto contribuem para a diminuição da poluição atmosférica e conseqüentemente para uma redução das emissões dos gases com efeito de estufa.

Assim, no quadro político administrativo é, desde há alguns anos, notório o esforço de Portugal em minimizar a situação de crescente dependência energética face ao exterior. Várias políticas têm sido traçadas numa tentativa de estruturar da melhor forma a política energética nacional, política essa que passará pela utilização crescente das fontes de energia renovável. Definem-se, inclusive, metas bastante ambiciosas, como as definidas na Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, segundo a qual Portugal deve «liderar a revolução energética» através de diversas metas, entre quais «assegurar a posição de Portugal entre os cinco líderes europeus ao nível dos objetivos em matéria de energias renováveis em 2020 e afirmar Portugal na liderança global na fileira industrial das energias renováveis, de forte capacidade exportadora».

Considerando os novos objetivos da política energética definidos no XVIII Governo Constitucional e a necessidade criar um novo enquadramento global para a aprovação do Plano Nacional para as Energias Renováveis (PNAER, 2009) e para a revisão do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética, foi estabelecida uma nova Estratégia Nacional de Energia para o horizonte 2020⁵, cujos principais objetivos passam por:

- Redução da dependência energética do País face ao exterior para 74 % em 2020;
- Redução do consumo de energia final em 20% até 2020;
- Redução em 25 % do saldo importador energético;
- Assegurar em 2020 um valor acrescentado bruto de 3800 milhões de euros;
- Criação de um *cluster* industrial associado à promoção da eficiência energética;
- Promoção do desenvolvimento sustentável.

Para além dos objetivos referidos, a ENE2020 assenta em cinco eixos considerados prioritários:

- Eixo 1 – Agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira do País;
- Eixo 2 – Aposta nas energias e fontes renováveis de forma a obter delas 31% de toda a energia e 60% da eletricidade consumida em Portugal;
- Eixo 3 – Promoção da eficiência energética consolidando o objetivo de reduzir o consumo de energia final em 10% até 2015 e 20% em 2020;
- Eixo 4 – Garantia da segurança de abastecimento, através da densificação do *mix* energético, quer no que diz respeito às fontes quer às origens;
- Eixo 5 – Sustentabilidade da estratégia energética em termos económicos e ambientais, promovendo a redução de emissões e a gestão equilibrada dos custos e dos benefícios da sua implementação.

Desta forma, reorienta-se a estratégia definida pela Resolução do Conselho de Ministros n.º169/ 2005, de 24 de outubro, a qual define uma agenda para a competitividade, para o crescimento e para a independência energética e financeira do país através da aposta nas energias renováveis e da promoção integrada da eficiência energética, assegurando a segurança de abastecimento e a sustentabilidade económica e

⁵ Resolução do Conselho de Ministros (RCM) n.º 29/100, de 15 de abril de 2010.

ambiental do modelo energético preconizado, contribuindo para a redução de emissões de CO_2 e gerando benefícios para a sociedade que progressivamente internalizados no preço da energia final permitirão assegurar melhores condições de competitividade para a economia.

Portugal tem, pois, pela frente um grande desafio ao assumir para 2020 uma meta de consumo final de energia de 31% proveniente das fontes de renováveis, o que implica um aumento de 11,3% face ao valor registado no ano base 2005 (19,8%) (PNAER,2009). A base da produção nacional está fundamentalmente assente na combinação da energia hídrica e da energia eólica, contudo a visão nacional para este setor passa por uma diversificação das fontes de energias renováveis (RCM 29/2010, 15 de abril)⁶.

O panorama traçado parece, de facto, muito atraente. Contudo, existem pormenores que não podem ser descurados, nomeadamente o reconhecimento das principais desvantagens na utilização destes recursos. Os custos elevados em termos de investimento e de infraestruturas ou os impactes visuais negativos na paisagem e ambiente em geral são desvantagens comuns a todas as fontes de energia renováveis. Especificamente apresentam alguns aspetos desfavoráveis que devem ser muito bem ponderados em qualquer política energética. Vejamos o exemplo do aproveitamento da energia hídrica através da construção de barragens (energia hidroelétrica). Uma grande barragem utiliza, sem dúvida, um recurso gratuito que a natureza está sempre a repor (água de um rio) sendo por isso considerada uma energia limpa. Contudo, existem impactes ambientais e sociais capazes de atingir tal magnitude, que há quem considere não se tratar de uma energia verdadeiramente renovável. Um dos principais problemas associados tem a ver com o facto de alterarem profundamente a dinâmica de um rio, em vários aspetos. A barragem em si é, como o próprio nome indica, um obstáculo físico ao normal curso da água de um rio, retém não só peixes e outros organismos aquáticos como também os sedimentos originando problemas de erosão a jusante.

⁶ Segundo fontes governamentais o País parece estar no caminho certo:

- É uma das maiores capacidades instaladas de energia renovável da Europa, com uma forte previsão de crescimento futuro;
- Desde 2007, mais de 40% da eletricidade tem origem em fontes de energia renováveis;
- Está neste momento a implementar um forte compromisso de redução das emissões de CO_2 , através da utilização dos seus recursos relacionados com a água, vento, sol e terra.

A construção de uma barragem origina, por vezes, o desaparecimento de habitats naturais, propriedades agrícolas ou até mesmo vilas (como aconteceu com a barragem do Alqueva), acarretando enormes custos sociais, ecológicos e económicos (GARCIA, 2004).

O caso dos biocombustíveis é outro exemplo. Apontados há alguns anos atrás como a solução para o aquecimento global, hoje em dia as opiniões divergem, existindo quem defenda que não são a solução mas sim uma parte do problema, como aponta, por exemplo, a eurodeputada holandesa Dorette Corbey⁷. A controvérsia associada à utilização dos biocombustíveis, apesar das vantagens associadas, reside no facto de a sua produção consumir muita energia e basear-se em culturas intensivas que produzem um gás com efeito de estufa (o óxido de azoto), ao que se associa o elevado consumo de água, a perda da diversidade biológica e dos habitats alimentares, existindo ainda o receio de que a utilização de culturas para a produção de biocombustíveis venha a provocar a falta e o conseqüente aumento do preço dos produtos agroalimentares.

Relativamente às outras fontes de energia renovável, como a energia eólica e a energia solar as principais desvantagens residem, como já foi referido, nos elevados custos de investimento inicial e de infraestruturas, nos impactes visuais negativos e por vezes num período de retorno económico demasiado longo.

Não obstante os constrangimentos apresentados e outros existentes e potenciais, o futuro passará cada vez mais pelo aproveitamento articulado das fontes de energias renováveis, havendo que ajustar as escalas e os métodos de exploração.

2.2. A Energia Solar

De entre as fontes de energia renováveis, a energia solar é das mais promissoras. A disponibilidade deste recurso energético e a previsível evolução tecnológica permitem antever as enormes potencialidades do seu aproveitamento. Por isso mesmo, Portugal é um dos países que poderá beneficiar com esta tendência pois é dos países da Europa que recebe índices mais elevados de radiação solar por unidade de superfície, facto que resulta da sua posição subtropical, no flanco sul europeu, de clima mediterrâneo

⁷ Disponível em <http://www.europarl.europa.eu/>

(PEIXOTO, 1981), compreendida entre os paralelos de 37° e 42° N, com uma distância norte-sul de 561km, uma largura este-oeste a variar entre os 218km e os 112km e uma vasta fachada oceânica de 848km. A situação geográfica é muitas vezes apontada como mensagem de esperança no futuro, uma vez que sendo um país mediterrâneo, atlântico, europeu, finisterra do mundo velho, cais de partida para os Mundos Novos, Portugal tem uma posição invulgar rica em potencialidades (DAVEAU, 2000).

Conforme já referido, a energia solar constitui a verdadeira causa de todos os processos físicos e químicos que ocorrem na Terra, responsáveis pelas condições meteorológicas, pelas circulações oceânicas, pela modelação da crosta terrestre e por todos os fenómenos biológicos. Segundo PEIXOTO (1981):

“Quando se considera que 47% da energia solar que incide sobre a orla exterior da atmosfera atinge a superfície do Globo, avalia-se bem a potencialidade desta fonte de energia. O valor elevado desta fonte dá a medida da importância transcendente do enorme manancial da energia solar disponível na superfície do Globo, que físicos e engenheiros, num esforço comum, procuram tornar em energia utilizável, com o rendimento máximo possível. A avaliar pelas realizações atuais, o futuro se encarregará de mostrar o altíssimo valor económico que há de resultar do aproveitamento deste manancial de energia” PEIXOTO (1981).

É, pois, bastante consensual que o conhecimento dos vários fluxos de radiação recebidas e perdida pela Terra, para além da importância para o estudo da vida na Terra, é de elevado interesse para diferentes aplicações, incluindo o balanço dos níveis de radiação necessários a várias atividades humanas.

2.2.1. Radiação Solar

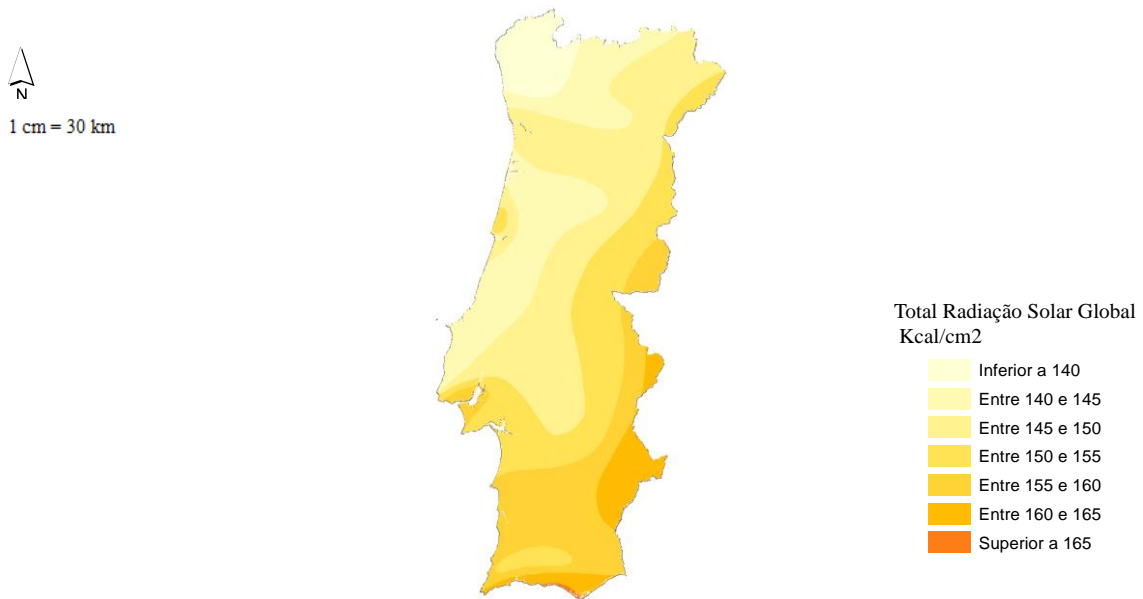
Segundo o Atlas do Ambiente (1988), por radiação entende-se uma forma de transferência de energia que não requer nem suporte intermédio nem contacto com o corpo radiante e por radiação solar designa-se a emissão de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas provenientes do Sol, sendo a sua unidade de medida a caloria por centímetro quadrado. O Sol emite energia eletromagnética com comprimentos de

onda (λ) que vão desde hectómetros ($1\text{hm}=10^2$ ou 100m) até valores inferiores a 10 nanómetros ($1\text{nm}=10^{-9}$ ou $0,000\ 000\ 001\text{m}$), no entanto 99% da energia solar encontra-se na região espectral cujos comprimentos de onda se localizam entre 0,15 e 4,0 micrómetros ($1\mu\text{m}=10^6$ ou $0,000\ 001\text{m}$). O espectro da radiação solar compreende o espectro eletromagnético desde os raios cósmicos, raios gama (γ) e raios X de comprimentos de onda muito pequenos e de grande frequência (ν) até às ondas hertzianas de grande comprimento de onda e pequena frequência. Ao penetrar na atmosfera, a radiação solar, sofre vários desvios de energia; a cerca de 150km de altitude o espectro da radiação contém ainda quase 100% da energia original, mas, quando atinge os 88km já perdeu quase completamente, por absorção, a radiação X assim como alguma da radiação ultravioleta (STRAHLER, 1973).

À superfície da terra chega a parte da radiação solar direta (I) que não se reflete nas nuvens e não é absorvida nem dispersa na atmosfera, bem como a radiação (H) que representa a parte da radiação solar dispersa que atinge o solo e que na zona visível do espectro corresponde à luz do dia.

Da soma dos valores da radiação solar direta (I) com a radiação dispersa (H) obtém-se o valor da radiação global para uma superfície horizontal. No entanto, uma parte desta radiação será refletida pela superfície do solo, estando dependente da natureza do solo ao contrário da radiação global. Por coeficiente de reflexão ou albedo entende-se a relação entre a radiação refletida e a recebida, expressa geralmente em percentagem (GEIGER, 1927).

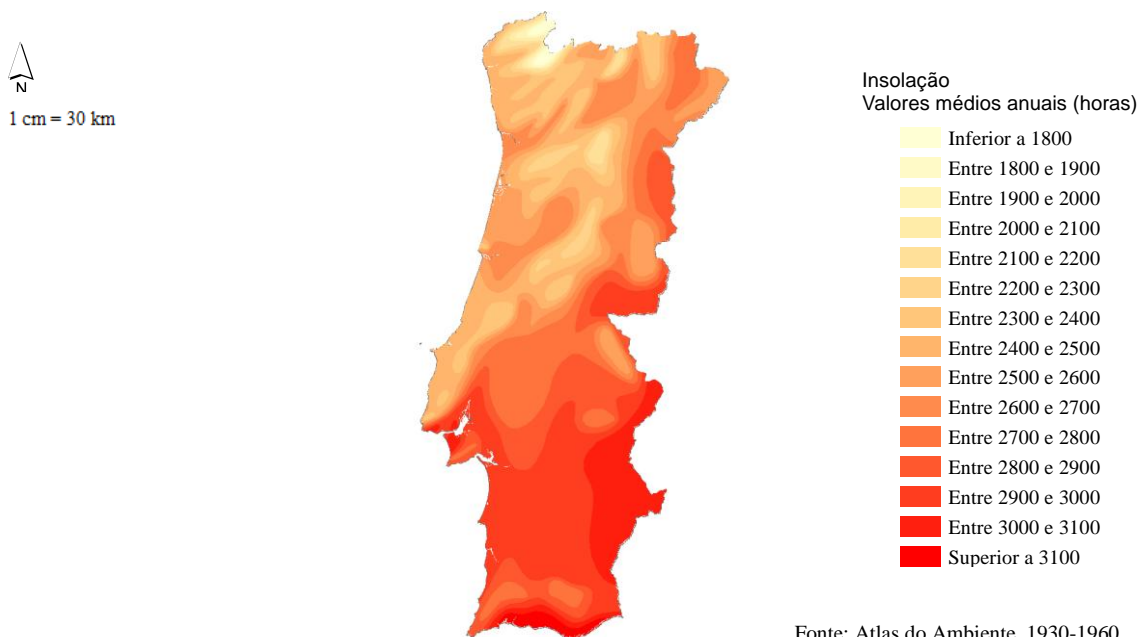
Em Portugal, o potencial disponível é bastante considerável dispondo de um número médio anual de horas de Sol, variável entre 2200 e 3000, no continente, e entre 1700 e 2200, respetivamente, nos arquipélagos dos Açores e da Madeira (DGEG). Segundo PEIXOTO (1981) a radiação solar recebida é, cerca de 4000 vezes, superior ao consumo de energia utilizada sob todas as formas. Com valores médios de 150Kly, Portugal destaca-se da Europa Média (100Kly), só sendo ultrapassado nas regiões tropicais áridas e semiáridas onde se registam valores médios de 200Kly. Estes valores estão automaticamente relacionados com a latitude, pois esta comanda diretamente a intensidade e o ritmo da insolação recebida pela Terra sob a forma de calor e luz (DAVEAU, 2000).



Fonte: Atlas do Ambiente, 1938-1970

Figura 2.6 - Quantidade Total de Radiação Global em Portugal Continental. Valores médios anuais (Kcal/cm²), Período 1938 a 1970.

Segundo o Atlas do Ambiente (1987), a insolação, expressa em horas e décimos ou percentagens, traduz-se no número de horas de sol descoberto acima do horizonte ou radiação solar incidente e é um elemento meteorológico de recurso extraordinariamente importante, em virtude da sua alta correlação com todos os outros componentes da radiação solar (radiação global, direta e difusa) permitindo complementar os campos das componentes da radiação solar através de modelos empíricos determinísticos.



Fonte: Atlas do Ambiente, 1930-1960

Figura 2.7 - Insolação. Valores médios anuais (horas). Entre 1930 e 1960.

Além da latitude, a altura e a trajetória do Sol também vão influenciar a radiação solar. Durante todo o ano são as vertentes e paredes orientadas a sul que recebem mais calor e mais luz em relação àquelas que estão orientadas a norte. Desta forma o aquecimento recebido pelo solo é proporcional ao ângulo que os raios solares fazem com ele (DAVEAU, 2000). Quando o Sol se localiza verticalmente, acima de uma determinada localização, a radiação efetua o caminho mais curto através da atmosfera; por outro lado, quando o sol se encontra num ângulo mais baixo a radiação percorre um caminho mais longo, sofrendo a radiação solar uma maior absorção e difusão, estando disponível uma menor intensidade de radiação (GREENPRO, 2004).

Em Portugal, o pino do verão é mais quente no sul, o do inverno mais fresco no Norte, por causa da desigual altura do sol ao meio dia nestes períodos extremos. O número de dias em que o sol se encontra muito alto no céu diminui do sul para o norte, ao passo que aumenta o período de tempo em que a sua trajetória não ultrapassa a metade inferior do hemisfério celeste. O calor estival não é apenas mais intenso no Sul, dura aí mais tempo; o período invernal não é só mais frio no Norte, é também mais comprido (DAVEAU, 2000).

A nebulosidade ou o estado do céu, também influencia a disponibilidade da radiação solar e conseqüentemente a energia irradiada tal como a quantidade de radiação difusa e direta varia consoante a quantidade de nuvens (GREENPRO, 2004).

2.2.2. Principais formas de captação da energia solar

Em termos de aproveitamento, a energia solar pode ser utilizada de duas formas diferentes, por um lado na produção de energia térmica a partir de centrais térmicas solares e por outro na produção de energia elétrica através de sistemas fotovoltaicos. Qualquer uma destas formas de energia pode converter-se em movimento, ou seja, energia mecânica (RAMOS e VENTURA, 1997).

A energia solar térmica utiliza um coletor que capta a energia contida na radiação eletromagnética convertendo-a em energia térmica. Estes sistemas de captação utilizam, essencialmente, a radiação solar direta, estando dependentes da insolação, ou seja, do número de horas de sol descoberto acima do horizonte.

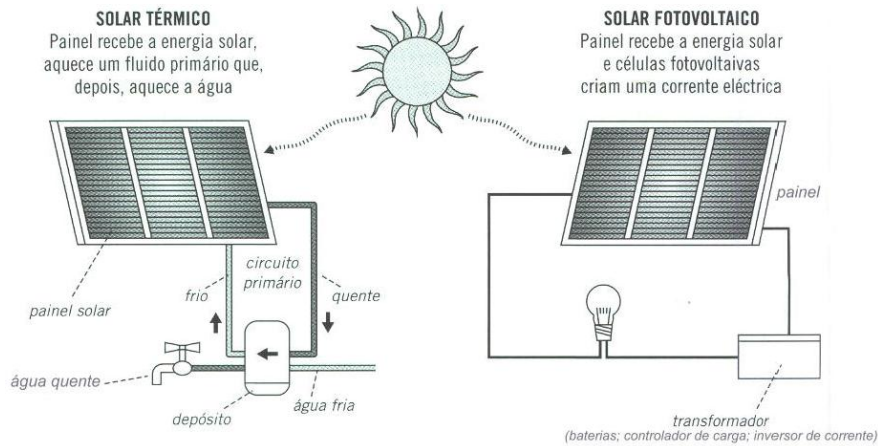
Em Portugal a insolação aumenta de Norte para Sul em função da influência da latitude na altura do sol e do litoral para o interior devido à diminuição da nebulosidade; desta forma os valores máximos de insolação registam-se no Algarve Central e Oriental bem como na raia alentejana com mais de 3000 horas/ano e os mínimos nas montanhas do Minho com menos de 2000 horas/ano (*idem*). A água quente sanitária (AQS) destaca-se como a principal utilização de energia solar térmica, podendo potenciar economias energéticas estimadas em cerca de 75% a 80% destas respetivas necessidades energéticas. Atualmente, o ritmo de instalação de energia solar térmica aproxima-se dos 150.000m² por ano, sendo de registar um forte crescimento nos últimos três anos o que permitiu instalar o equivalente a toda a energia solar implementada na década de 90.

Para tal situação muito contribuíram os sistemas de apoio criados pelo governo e de novos regulamentos sobre o sistema de certificação energética e comportamento térmico dos edifícios (RCCTE) que incluem a obrigatoriedade de instalação de energia solar térmica em todos os novos edifícios residenciais.

A energia solar fotovoltaica converte a energia solar diretamente em corrente elétrica através de materiais semicondutores (ex. do silício) e por sua vez a energia pode satisfazer o consumo local ou integrar a rede elétrica. Uma das principais vantagens, das células solares ao contrário dos coletores, reside no facto de conseguirem aproveitar a radiação difusa em situações de fraca nebulosidade. Estes sistemas de captação dependem da radiação global (radiação solar direta + radiação solar difusa) que corresponde à totalidade da energia proveniente do Sol e recebida na Terra, medindo-se em Langley (1ly=1cal/cm²).

Ainda segundo RAMOS e VENTURA (1997), a radiação global aumenta do litoral para o interior e de Norte para Sul, refletindo mais a variação da nebulosidade do que o efeito da latitude; com efeito os valores mínimos, inferiores a 140Kly, registam-se no noroeste e os valores máximos, superiores a 165Kly, no Algarve. As centrais fotovoltaicas constituem a face mais visível da atual oferta energética do setor, nas quais se incluem algumas das maiores unidades instaladas no Mundo. Para além do caso das grandes centrais, esta forma de energia é igualmente muito interessante na perspetiva da produção descentralizada, no que respeita à micro e mini-geração.

Tais sistemas têm a vantagem de possibilitar o funcionamento independente da rede elétrica podendo ser uma boa solução para a eletrificação de locais mais isolados, por exemplo; mas também a de poderem ser integrados na rede elétrica através de sistemas instalados em edifícios e espaços urbanos (Figura 2.8).



Fonte: Garcia, 2004

Figura 2.8 - Solar Térmico e Solar Fotovoltaico.

Para além do aproveitamento térmico e do aproveitamento fotovoltaico, a energia solar também pode ser aproveitada de forma passiva, o chamado solar passivo que é uma das alternativas para a melhoria da eficiência energética dos edifícios. O aproveitamento da luz e do calor do sol pode reduzir em grande parte a fatura da eletricidade (GARCIA, 2004).

A energia solar é, assim, a fonte de energia renovável mais abundante de que dispomos em Portugal, uma abundância ao mais alto nível de toda a União Europeia e com um enorme potencial ainda por explorar. Conforme já referido, uma aposta no solar poderá introduzir uma fileira de crescimento ao país, destacando-se inúmeras aplicações da energia solar em conjugação com a eficiência energética, em particular na térmica de edifícios, e o enorme potencial de dinamização da própria indústria da construção, em torno das tecnologias solares das fachadas e das coberturas do futuro e das indústrias subsidiárias geradoras de tecnologia e componentes, com grande número de empresas e capacidades em Portugal para corporizar uma aposta verdadeiramente geradora de valor e capaz de resolver o problema de conforto térmico do cidadão com recursos inteiramente nacionais.

A engenharia portuguesa e as empresas portuguesas têm na energia solar um amplo campo de atividade para produção de conhecimento e de riqueza, pelo que a economia nacional sairá reforçada. Desta forma a política energética não poderá ignorá-la e deve ser desafiada a encontrar o caminho para o seu desenvolvimento em tempo de crise (PEREIRA, 2012).

Das referidas formas de captação de energia solar a que se destaca é, sem dúvida, a energia captada através de módulos fotovoltaicos pois, para além, de permitirem a conversão para energia elétrica também oferecem a possibilidade de rentabilizar o excedente produzido. Quando se instalam módulos fotovoltaicos, um dos principais aspetos a ter em conta tem a ver com a orientação dos mesmos, visto que quanto melhor for o ângulo de orientação do painel melhor será o seu rendimento.

A latitude é dos principais fatores que influenciam essa orientação assim como a quantidade de radiação difusa existente. Ao orientar os painéis fotovoltaicos para um ângulo ótimo consegue-se aumentar a produção de eletricidade, em áreas urbanas, entre os 9% e os 26%, podendo atingir uma produção de 1519 kWh/kWp em países como é o caso de Portugal (SÚRI et al., 2007).

2.3 Ordenamento do Território e Planeamento Urbano

Um aspeto importante quando se analisa o potencial solar tem a ver com a escala a que se vai desenvolver esse mesmo estudo. Na maior parte das vezes as mesmas técnicas não podem ser utilizadas em escalas locais, regionais ou mundiais; ou seja, é possível quantificar-se o efeito sombra nos edifícios através de um modelo tridimensional para uma cidade, contudo se tratar-se de uma escala mundial esse mesmo modelo torna-se claramente impraticável (IZQUIERDO et al., 2008).

Desta forma, o estudo do potencial solar para determinada área, local ou região está estreitamente relacionado com os processos de planeamento e ordenamento do território. A gestão ambiental está, com efeito, bastante dependente das estratégias e medidas apontadas nos planos de ordenamento do território às várias escalas.

Segundo PARTIDÁRIO (1999), ordenar e planejar são atos intrínsecos da atividade humana; a natureza racional e organizativa do Homem determina a necessidade de ordenar e planejar a atividade quotidiana, individual ou coletiva, de estabelecer uma ordem temporal, espacial ou social. Esta intuição para o ordenamento e planeamento prende-se com a necessidade de estabelecer uma ordem nos processos humanos, de estabelecer regras de funcionamento que permitam uma harmonia temporal para o desenvolvimento de ações ou para a utilização de recursos e que, consequentemente, permitam atingir objetivos de satisfação de necessidades e aspirações individuais ou coletivas. No entanto, ante os conflitos de interesse dos vários agentes sociais, torna-se necessária a regulação legal das atividades humanas no território, o que se expressa em instrumentos de ordenamento do território, aplicáveis em diferentes níveis e setores.

2.3.1. Instrumentos de Ordenamento do Território

Assim, existem em Portugal, diferentes instrumentos de ordenamento do território consoante a escala de análise e o objetivo que se pretende. O sistema de gestão territorial organiza-se, num quadro de interação coordenada, segundo três âmbitos distintos: o nacional, o regional e o municipal.

No âmbito nacional enquadra-se o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT); os planos sectoriais com incidência territorial e os planos especiais de ordenamento do território compreendendo os planos de ordenamento de áreas protegidas, os planos de ordenamento de albufeiras de águas públicas, os planos de ordenamento da orla costeira e os planos de ordenamento dos estuários. O âmbito regional é concretizado através dos planos regionais de ordenamento do território (PROT). Por último, o âmbito municipal é materializado pelos planos intermunicipais de ordenamento do território e pelos planos municipais de ordenamento do território que compreendem os planos diretores municipais, os planos de urbanização e os planos de pormenor.⁸

Nos âmbitos, nacional e regional, são definidas as orientações estratégicas a desenvolver no âmbito municipal, de entre as quais podemos destacar a estratégia

⁸ Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro

energética. Como é fácil depreender do que atrás foi referido, as estratégias para o setor energético baseiam-se, em boa parte, numa prioridade para o desenvolvimento das energias renováveis.

No caso específico do Algarve, o Plano Regional de Ordenamento do Território (PROTAlgarve) define a estratégia regional de desenvolvimento territorial, integrando as opções estabelecidas a nível nacional e considerando as estratégias municipais de desenvolvimento local, constituindo o quadro de referência para a elaboração dos planos municipais de ordenamento do território. Para o Concelho de Albufeira, no qual incide o presente estudo, importará ter em conta o Plano Diretor Municipal e o Plano de Urbanização da Cidade de Albufeira (ainda em elaboração).

Para além das orientações estratégicas referidas, na interface dos instrumentos de gestão territorial e das várias análises sectoriais que incidem sobre o território, podem-se identificar algumas ferramentas técnicas de análise espacial imprescindíveis ao seu desenvolvimento como é o caso dos Sistemas de Informação Geográfica, usualmente conhecidos com SIG's.

2.3.2. Sistemas de Informação Geográfica

A necessidade de estudar a realidade espacial remete para as ciências de informação geográfica. O conceito surgiu pela primeira vez em 1992 por Michael F. Goodchild, e define o conhecimento científico no qual se baseia um Sistema de Informação Geográfica, são exemplos os vários esquemas e modelos desenvolvidos para melhorar a performance dos SIG, os algoritmos criados para solucionar vários problemas de análise espacial ou até mesmo a escolha do percurso mais curto.

Segundo COSME (2012), da necessidade humana de analisar a informação georreferenciada nascem os Sistemas de Informação Geográfica. Existem diversas definições para SIG, e.g. “uma tecnologia de informação que armazena, analisa e permite a visualização de informação espacial e não espacial” (PARKER, 1988); “um conjunto de ferramentas para recolha, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos” (BURROUGH, 1989); “um conjunto organizado de *hardware*, *software*, dados

geográficos e pessoal, destinados a eficientemente obter, armazenar, atualizar, manipular, analisar e exibir todas as formas de informação geograficamente referenciadas” (ESRI, 1990).

Sintetizando, SIG pode ser definido como um suporte e um conjunto de procedimentos para a recolha, o armazenamento, a pesquisa, a representação, a visualização e a disponibilização e publicação de dados geográficos; dados esses que podem ser representados por pontos, linhas, polígonos ou volumes (COSME, 2012).

Apesar dos progressos, o campo das ciências da informação geográfica só recentemente se foi evidenciando como um domínio científico com autonomia, não simplesmente um instrumento e não somente uma junção ocasional de conhecimento de outras áreas; incluindo na sua componente fundamental matérias de cartografia, posicionamento, sistemas de informação e computação gráfica (MATOS, 2001).

A conceção e operação de um sistema para a gestão de informação numa organização pauta-se pelos princípios genéricos dos sistemas de informação, com a peculiaridade de existir uma componente geográfica associada a essa informação.

As questões relativas a sistemas de informação são objeto de estudo em extensa bibliografia, no entanto, pode-se resumir o ciclo de vida de um sistema de informação de acordo com i) reconhecimento do problema; ii) definição do projeto; iii) caracterização das necessidades do utilizador; iv) análise do custo/ benefício; v) plano estratégico; vi) plano de implementação; vii) pedido de propostas e avaliação; viii) implementação do sistema; aquisição/conversão de informação; ix) operação do sistema; xi) monitorização e xii) atualização (*idem*).

De acordo com HUXHOLD et al. (1995), cit. por COSME (2012), um projeto traduz-se num conjunto único de atividades que se desenvolvem num dado intervalo temporal com um conjunto de objetivos bem definidos, com critérios de aceitação definidos e com riscos conhecidos, previstos e estabelecidos no início do projeto.

Por isso mesmo, questões como: qual a missão, visão e objetivo geral; qual a estratégia, metodologia e objetivos a atingir; como se implementa, monitoriza, avalia e mantém; quais as experiências, (in) sucessos e melhores práticas no terreno; deverão ser bem analisadas para que se atinga o sucesso pretendido.



Fonte: Adaptado de COSME, 2012

Figura 2.9 – Fases de desenvolvimento de um projeto SIG.

O processo de implementação das tecnologias de informação geográfica (TIG) não é linear nem sequer único, contudo é possível definir etapas que permitem um desenvolvimento do projeto da forma mais consensual possível, nomeadamente: i) planeamento, ii) execução, iii) manutenção e atualização e iv) monitorização e avaliação (Figura 2.9).

Capítulo 3

Cartografia Solar

*Reparem, na vida não há soluções, mas sim forças em marcha.
É preciso criá-las e as soluções vêm.*
Antoine de Saint-Exupéry

A quantidade total de radiação solar interceptada pela Terra (atmosfera e Globo), por dia, é aproximadamente equivalente à energia produzida por cem milhões de grandes centrais, a qual constitui apenas uma parte em dois bilhões da quantidade total de radiação emitida pelo Sol [HOBBS, 1980].

Por ser praticamente ilimitada e a sua utilização não gerar problemas ecológicos, a energia solar tem aparecido no centro das atenções em termos de aproveitamento energético. Este crescente interesse está diretamente relacionado com a necessidade de análise do seu potencial. Conhecendo o potencial energético poder-se-ão apoiar decisões políticas, promover novos hábitos de consumo, impulsionar o desenvolvimento tecnológico e aumentar a capacidade de produção de tecnologia associada. Para melhor compreender o potencial associado às “tecnologias limpas” várias abordagens têm sido desenvolvidas como suporte na tomada de decisões.

Apesar do total da energia solar que atinge a terra ser excedente face ao necessário para as atividades humanas, a sua exploração deve ser determinada pelo conhecimento da variação geográfica e dinâmicas temporais da energia solar (SÚRI, et al., 2007). A radiação solar que atinge a superfície da terra resulta de complexas interações de energia entre a atmosfera e a superfície. Numa escala global os gradientes latitudinais são influenciados pela geometria e rotação da terra assim como pelo movimento desta em torno do Sol; numa escala regional e/ou local o terreno é o principal fator, diferentes elevações, declives, orientações e sombreamentos produzem fortes influencias em termos de distribuição espacial da radiação solar (HOFIERKA e SÚRI, 2002).

A radiação solar que incide sobre a superfície terrestre pode ser medida através de diversos meios, nomeadamente, estações meteorológicas, informação recolhida por satélites meteorológicos ou por estimação através de um modelo solar gerado por um Sistema de Informação Geográfica, SIG.

3.1. Modelos de Radiação Solar

Estes modelos fornecem estimativas, da radiação solar incidente, rápidas, precisas e de baixo custo tendo em conta aspetos importantes como a inclinação da superfície, orientação e efeitos de sombreamento (HOFIERKA e SÚRI, 2002).

Existe uma série de informação sobre modelos solar, assim como um largo número de aplicações desenvolvidas nas últimas duas décadas. Uma das primeiras aplicações criadas em ambiente SIG foi o *SolarFlux* desenvolvido para a plataforma *SIG Arc/Info*⁹ que calcula a radiação solar com base na orientação da superfície, no ângulo solar, nas sombras causadas pela topografia e nas condições atmosféricas. Outra aplicação semelhante teve como base a implementação dos algoritmos da radiação solar em software SIG comercial, nomeadamente *GIS Genasys*, através de linguagem *AML*. O *software Soleil* programado em ambiente *MS Windows* e ligado ao *Software IDRISI* através do formato dos dados, é exemplo de outro tipo de modelo solar. Os três modelos utilizam fórmulas empíricas bastante simplificadas; contudo alguns dos parâmetros traduzem médias espaciais não sendo sustentáveis para o cálculo de grandes áreas (*idem*).

O *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)* do *Join Research Center* da Comissão Europeia e o *Solar Radiation*, extensão *Spatial Analyst* do *ArcGis* da *ESRI* são, talvez, dois dos mais conhecidos modelos solares que apresentam resultados bastante satisfatórios. Desenvolvido para o *software SIG GRASS*, o *PVGIS* baseia-se na utilização do modelo solar *r.Sun*¹⁰ (SÚRI e HOFIERKA, 2004) que permite estimar o potencial da radiação solar em superfícies inclinadas para qualquer região e em qualquer altura.

⁹ *Software* comercializado por *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*, Redlands, Califórnia.

¹⁰ *r.sun* – parâmetro utilizado no *software GRASS-GIS* que calcula a radiação global a partir do somatório das radiação direta, difusa e refletida para condições de céu limpo e nebulosidade.

Trata-se de uma base de dados geográfica que disponibiliza dados, via internet, sobre a radiação solar e temperatura do ar na Europa e nas regiões vizinhas, facilitando o cálculo do rendimento dos sistemas de aproveitamento solar, nomeadamente fotovoltaicos. Distingue-se dos restantes modelos solares por integrar nos seus cálculos a radiação difusa.

O *Solar Analyst*, desenvolvido por FU e RICH (1999), e atualmente com a designação de *Solar Radiation*, é uma das extensões que integram a plataforma *SIG ArcGis/ArcInfo*. Permite estudar a radiação solar numa determinada área geográfica e para um determinado período de tempo, considerando os efeitos atmosféricos, a latitude e elevação, o declive, a orientação, no movimento aparente do sol e nas sombras geradas pela topografia envolvente. A análise da radiação solar pode ser realizada de acordo com dois métodos: a radiação solar em área e a radiação solar em pontos. O método de análise por área é utilizado para calcular a irradiação incidente numa determinada área geográfica, tendo em conta a orientação da superfície e as sombras originadas por um modelo digital de elevação que será o objeto de estudo. O método de radiação solar por pontos calcula a irradiação solar para um ficheiro de pontos baseando-se na orientação da superfície e no céu visível. Para além dos dois métodos que calculam a irradiação solar, de acordo com geometrias diferentes, também é possível através da ferramenta *Solar Radiation Graphics*, gerar gráficos para representação do céu que é visível (*viewshed map*); para representação da posição do sol durante um período de tempo (*sunmap*) e para representação do setores no céu que influenciam o total de radiação solar incidente (*skymap*) (ESRI, 2012).

Como vantagens, o *Solar Radiation* oferece uma produção versátil de dados pois calcula a radiação solar direta, difusa, global, duração da radiação direta, *sunmaps*, *skymaps* e *viewsheds*; necessita de um modelo digital de elevação, da transmissividade atmosférica e da proporção difusa (estes dois últimos parâmetros podem ser calculados em estações meteorológicas ou utilizando valores predefinidos); uma grande flexibilidade ao permitir calcular a irradiação para um período específico (diário, semanal ou mensal), para qualquer região (modelo digital de elevação, áreas restritas, ou localização por pontos) e de acordo com uma orientação específica; cálculos precisos e céleres conseguidos através de algoritmos que se baseiam em linguagem C++; e uma interface intuitiva.

3.2. Disponibilização dos Dados

Uma das principais questões que se levanta aquando da finalização de um projeto SIG tem a ver com a forma como o mesmo poderá ser disponibilizado. Na maior parte dos casos, quer seja em entidades públicas ou privadas, em pequenas ou grandes empresas, são os técnicos especializados aqueles que têm acesso à informação geográfica, ficando fora do alcance do utilizador não especializado, interno ou externo à organização (MATOS, 2001).

Contudo, com os avanços tecnológicos e em especial com os avanços da internet e da *World Wide Web* (WWW) esse problema parece cada vez mais estar ultrapassado. O que é, hoje em dia, também conhecido como web começou a ser desenvolvido por Tim Berners-Lee nos finais década de 80, no Centro Europeu para Investigação Nuclear (CERN); e apesar de parecerem iguais, os conceitos Internet e *World Wide Web* têm significados diferentes. A Internet designa uma rede massiva mundial que conecta milhões de computadores através de servidores web; a *World Wide Web* traduz um sistema de documentos e programas interligados e que podem ser acedidos fundamentalmente através da internet por meio de protocolos como é o caso *HyperText Transfer Protocol* ou usualmente conhecido como HTTP. São estes protocolos que vão possibilitar a comunicação entre servidores web e a navegação na web (*browser*).

Desde a primeira vez que foi utilizada a web, como habitualmente é conhecida, começou a ganhar importância e desde então tem vindo a crescer exponencialmente. De acordo com *Internet World Stats*, em 2012 existiam cerca de 2,4 biliões de utilizadores, o equivalente a 34% da população mundial. Esta revolução trouxe importantes mudanças, facilitando o acesso a informação que outrora era impensável; mudanças que não são indiferentes aos SIG. A disponibilização de informação geográfica na web é, sem dúvida, um grande momento na história dos sistemas de informação geográfica.

Com a internet, os dados espaciais ganham vida tornando a sua consulta acessível a qualquer pessoa. O primeiro exemplo de visualizador de mapas na internet, foi criado em 1993 pela *Xerox Corporation*, desde então várias aplicações têm sido desenvolvidas, inicialmente ao nível da divulgação de mapas estatísticos evoluindo posteriormente para a criação de mapas interativos (DRAGICEVIC, 2004).

Da integração tecnológica da internet com os SIG nascem os WebSIG, soluções que possibilitam o acesso aos dados e alguma análise espacial simples, possuindo interfaces muito intuitivas que facilitam a sua utilização e ferramentas de produção rápida e direta de mapas, através do acesso remoto a servidores que possuem a informação (COSME, 2012).

Generalizando podemos definir um WebSIG como um Sistema de Informação Geográfica que utiliza tecnologia web para comunicar entre um servidor e um cliente (ESRI). O seu desenvolvimento tem sido a um ritmo alucinante e a sua utilização alterou, consideravelmente, a forma como a informação geográfica é adquirida, transmitida, publicada, partilhada e visualizada. Como exemplos destas soluções, podemos referir o *Google Earth*¹¹, o Sapo Mapas¹² ou o *Google Maps*¹³, habitualmente utilizados no nosso dia a dia.

Estas soluções melhoraram, sem dúvida os SIG, em três importantes aspetos nomeadamente ao nível do acesso e divulgação de dados espaciais; da exploração e visualização desses mesmos dados e por último em termos de análise, processamento e modelação da informação geográfica (DRAGICEVIC, 2004).

¹¹ Disponível em <http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html>

¹² Disponível em <http://mapas.sapo.pt/>

¹³ Disponível em <http://maps.google.pt/>

Capítulo 4

Procedimentos Metodológicos

Não há só um método para estudar as coisas.
Aristóteles

Sendo a aplicação primordial deste trabalho a estimativa do potencial solar no município de Albufeira, pretendemos expor a metodologia geral para as etapas de execução que irá culminar no modelo final do trabalho. Em linhas gerais, o procedimento resume-se em estimar o potencial solar para cada edifício, identificar quais as localizações ótimas para implementação de sistemas de aproveitamento de energia solar e numa parte final disponibilizar a informação num WebSIG. Antes, porém, haverá que considerar as características específicas do concelho de Albufeira e da área de estudo, assim como a metodologia adotada.

4.1. Enquadramento Geográfico

Situado no Barlavento Algravio, o Município de Albufeira é um dos principais destinos turísticos não só a nível nacional mas também internacional. Limitado a noroeste pelo concelho de Silves e a nordeste por Loulé, caracteriza-se por uma localização geográfica privilegiada, em termos de acessibilidade, e ocupa uma área de 140,7km² subdividida em cinco freguesias: Albufeira, Ferreiras, Guia, Paderne e Olhos de Água. A sua posição central na região algarvia, é um elemento chave em termos de infraestruturas rodoviárias e ferroviárias regionais e nacionais, articulando as ligações Nascente-Poente com as ligações Norte-Sul. Eminentemente turística Albufeira vê na sua principal atividade económica o motor do crescimento concelhio, populacional e económico.

Com fortes assimetrias em termos da distribuição da população, concentra grande parte da população nas freguesias mais próximas do litoral em contraste com aquelas que ficam no interior, sendo a freguesia de albufeira a que apresenta maior concentração populacional e urbanística, com um total de população residente de 22781 habitantes, 55,8% do total do concelho (INE: Censos 2011).

Área	140,7 Km ²
Altitude Máxima	226 m
População Residente	40828
Densidade Populacional	291,7 hab/ km ²
Famílias	16433
Alojamentos	43202
Edifícios	19686

Fonte: INE: Censos 2011

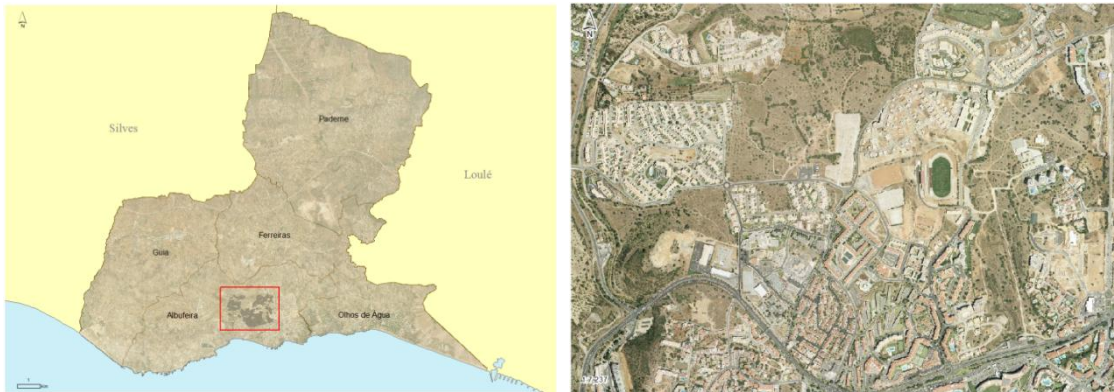
Tabela 4.1 - Dados Estatísticos Município de Albufeira.

A esta localização privilegiada associa-se um clima original, tipicamente mediterrâneo, caracterizado por verões quentes e secos (uma média de 23°C) e invernos suaves (13°C em media), ao que se junta uma boa exposição solar caracterizada por valores de insolação na ordem das 3200 horas/anuais e de radiação solar entre as 160 e as 170 Kcal/cm² (Figura 2.6 e 2.7).

Toda a metade sul do país, e em especial o Algarve apresentam boas potencialidades para o aproveitamento térmico da energia solar, especialmente no verão quando a insolação e a radiação solar são mais elevadas e também quando a região apresenta uma ocupação turística intensa (RAMOS e VENTURA, 1997).

4.2. Área de Estudo

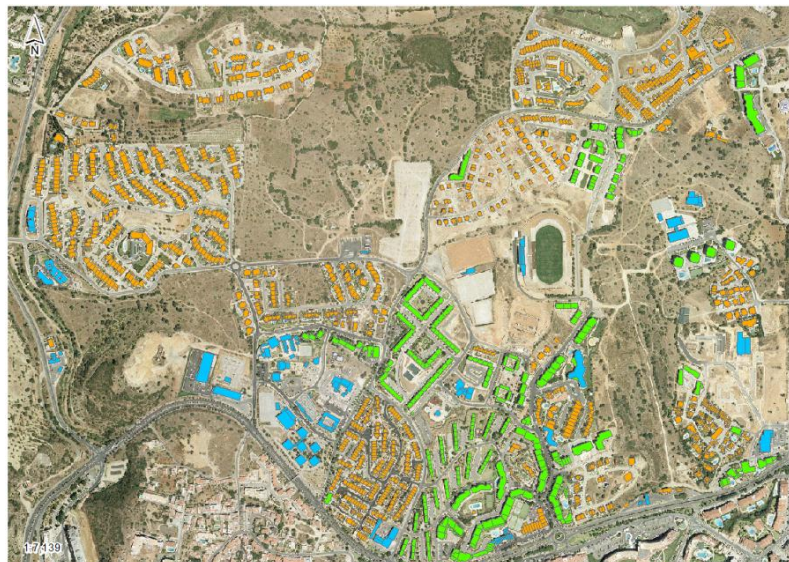
Com o intuito de simplificar o modelo e não sobrecarregar o processamento dos dados, optou-se por delimitar uma área de estudo inserida na freguesia de Albufeira.



Fonte: Elaboração Própria, adaptado da cartografia cedida pela CMA

Figura 4.10 - Enquadramento área de estudo.

Localizada na parte norte da freguesia, corresponde a uma zona de desenvolvimento recente, na periferia da cidade de albufeira onde predomina uma evidente heterogeneidade urbanística, nomeadamente edifícios residenciais unifamiliares, plurifamiliares, hotéis, moradias e serviços municipais.

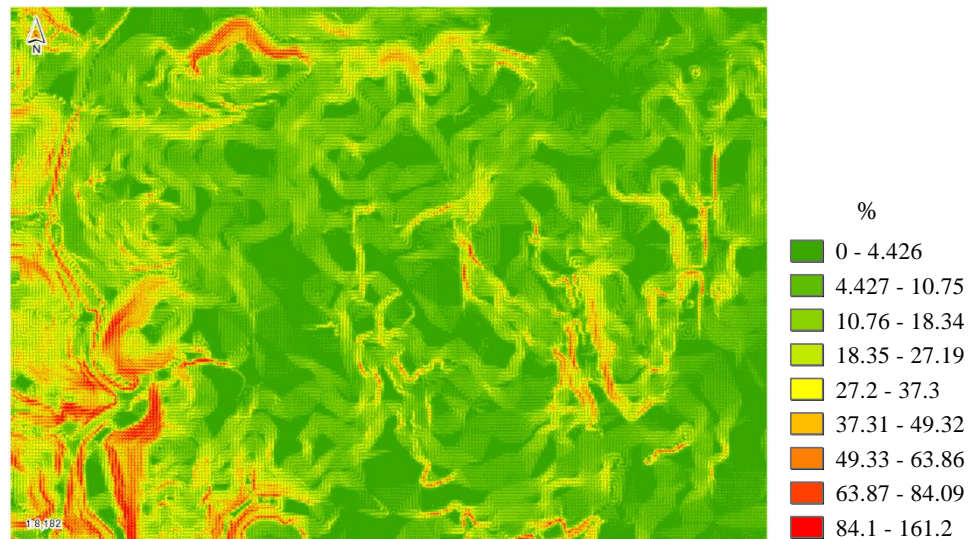


■ Habitação Plurifamiliar ■ Habitação Unifamiliar ■ Infraestruturas ■ Ruínas ■ Serviços

Fonte: Elaboração Própria

Figura 4.11 – Tipologia das edificações na área de estudo.

Trata-se, portanto, de um território artificializado, caracterizado por um tecido urbano descontínuo pouco planeado e em crescente expansão; apresentando uma percentagem de zona construída entre os 80 a 100%, de acordo com *Corine Land Cover*, 2006 (CAETANO et al., 2009). Apresenta uma superfície pouco inclinada, caracterizada por suaves declives (Figura 4.12).



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.12 – Caracterização da superfície. Declives (%)

4.3. Dados Utilizados

A criação de um projeto SIG contempla uma série de etapas fundamentais para o seu sucesso (Figura 2.9); desta forma, na fase inicial, devem ser estruturados e adquiridos todos os meios necessários para a construção do projeto, nomeadamente os dados necessários para alcançar o objetivo traçado.

A informação base utilizada divide-se em dois formatos distintos: vetorial e matricial. As estruturas vetoriais representam objetos estáticos e com fronteiras bem definidas, são bidimensionais e o elemento básico da sua representação é o ponto, definido pelas suas coordenadas cartesianas, sendo que as linhas existem como linhas poligonais geradas a partir de uma sequência de pontos. Uma representação matricial do espaço é constituída por uma discretização do espaço em células dispostas de forma regular cuja posição é identificável por índice de linha e coluna, em conjunto com a coordenada da primeira célula e com a dimensão das células.

A cada célula está associado um único valor. Este formato de dados adequa-se melhor à modelação de fenómenos com distribuição contínua, para além de suportarem funções de análise com recurso a simples algoritmos do ponto de vista conceptual (MATOS, 2001).

Na tabela 4.2, sintetizam-se todos os dados utilizados no projeto, identificando-os de acordo com a sua estrutura.

Tema	Classificação da Informação	Fonte	Endereço Eletrónico
Carta Administrativa Oficial de Portugal - CAOP Versão 2012.1	Informação vetorial	Instituto Geográfico Português	http://www.igeo.pt/
<i>Corine Land Cover</i> - CLC 2006	Informação vetorial	Instituto Geográfico Português	http://www.igeo.pt/
Edificado	Informação vetorial	Câmara Municipal de Albufeira	www.cm-albufeira.pt
Mapa Insolação Solar	Informação vetorial	Atlas do Ambiente Digital. Agência Portuguesa do Ambiente	http://sniamb.apambiente.pt/webatlas/
Mapa Radiação Solar	Informação vetorial	Atlas do Ambiente Digital. Agência Portuguesa do Ambiente	http://sniamb.apambiente.pt/webatlas/
Modelo Numérico Altimétrico (MNA)	Informação vetorial.	Câmara Municipal de Albufeira	www.cm-albufeira.pt
Modelo Numérico Cartográfico (MNC)	Informação vetorial.	Câmara Municipal de Albufeira	www.cm-albufeira.pt
Modelo Numérico Topográfico (MNT)	Informação vetorial.	Câmara Municipal de Albufeira	www.cm-albufeira.pt
Ortofotomapas 2004	Informação raster	Câmara Municipal de Albufeira	www.cm-albufeira.pt

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 4.2 – Quadro com a informação cartográfica e geográfica de base utilizada.

Grande parte da informação foi gentilmente cedida pela Câmara Municipal de Albufeira, informação imprescindível ao desenvolvimento do trabalho. Todos os restantes dados espaciais foram retirados da internet através dos respetivos endereços eletrónicos.

4.4. Modelação Solar

Toda a modelação solar foi desenvolvida com recurso ao *software* ESRI, *ArcGis10*, um dos produtos mais utilizados no domínio dos SIG e que assenta em três essenciais pilares:

- *ArcMap* – é a componente principal do ArcGis, sendo utilizado para funções de visualização, exploração, análise e edição;
- *ArcCatalog* – muito similar à anterior, no entanto trata-se de uma aplicação para organizar e gerir metadados possibilitando a criação e organização de dados geográficos e alfanuméricos;
- *ArcToolbox* – é a componente central onde é possível encontrar, gerir e executar as ferramentas de geoprocessamento.

É no *ArcToolbox* que encontramos a ferramenta *Solar Radiation*, inserida na extensão *Spatial Analyst*, importante para a estimativa do potencial solar. Esta ferramenta permite analisar e cartografar a distribuição do Sol sobre uma determinada área geográfica ou localização específica num determinado período de tempo com base no algoritmo “*hemispherical viewshed*”, base do *Solar Analyst*.

A compreensão do funcionamento da ferramenta *Solar Radiation* é, pois, bastante importante para a sua posterior utilização. Desta maneira, a análise da radiação solar pode ser realizada de acordo com dois métodos diferentes:

- Cálculo da radiação solar por áreas: utilizado para calcular a insolação sobre uma determinada área;
- Cálculo da radiação solar por pontos: utilizado para estimar a insolação em pontos específicos.

Tem em conta os efeitos atmosféricos, a latitude e elevação, os declives, as orientações, os diferentes ângulos solares e os efeitos da topografia (sombreamentos); e executa-se de acordo com os seguintes passos:

- i. Cálculo da distribuição angular da obstrução do céu (*viewshed*) com base na topografia;
- ii. Sobreposição da *viewshed* com um *sunmap* para estimar a radiação solar direta;
- iii. Sobreposição da *viewshed* com um *skymap* para estimar a radiação solar difusa;
- iv. Sobreposição de *viewshed* com *sunmap* e com *skymap* para estimar a radiação solar direta e a radiação solar difusa recebida de cada direção do céu;
- v. Reprodução do processo para cada área de interesse com vista à criação de um mapa de irradiação solar.

Por *viewshed* entende-se a distribuição angular da obstrução do céu, similar às fotografias hemisféricas, usualmente designadas por *fisheye*.

É calculada para cada célula do modelo digital de elevação (MDE), sobre o qual se desenrolam todos os cálculos. De acordo com a localização pretendida escolhe-se um conjunto de direções para determinar qual o ângulo máximo de obstrução do céu (ângulo horizontal) em cada direção.

Um *sunmap* calcula a quantidade de radiação solar direta proveniente de cada direção do céu de acordo com a mesma projeção hemisférica do *viewshed*. Consiste numa representação matricial (raster) que exhibe o movimento aparente do sol através de setores que definem a posição do sol ao longo do dia (horas) e ao longo do ano (dias e meses). Ao sobrepor o *sunmap* com o *viewshed*, o efeito de sombreamento é analisado através da fração de abertura, ou seja, através da proporção de desobstrução do céu para cada setor. Para cada setor do *sunmap* que não esteja completamente obstruído, a radiação solar direta é calculada com base fração de abertura, na posição do sol, na atenuação atmosférica e na orientação da superfície. (FU e RICH, 1999). Da soma da insolação direta ($Dir_{\theta,\alpha}$) para todos os setores do *sunmap* resulta a quantidade total de insolação direta (Dir_{tot}) calculada através da seguinte equação:

$$Dir_{tot} = \sum Dir_{\theta,\alpha} \quad (1)$$

A insolação direta dos setores do *sunmap* com um centróide em ângulos de zénite (θ) e de azimute (α) é calculada através da seguinte fórmula:

$$Dir_{\theta,\alpha} = S_{Const} * \tau^{m(\theta)} * SunDur_{\theta,\alpha} * SunGap_{\theta,\alpha} * \cos(AngIn_{\theta,\alpha}) \quad (2)$$

Onde:

S_{Const} - Fluxo solar da atmosfera na distância média entre o sol e a terra, conhecido com constante solar;

τ - Transmissividade da atmosfera no caminho mais curto;

$m(\theta)$ – Comprimento relativo do caminho ótico, medido de acordo com o comprimento do caminho do zénite (equação 3);

$SunDur_{\theta,\alpha}$ - Duração do tempo representado pelo setor do céu;

$SunGap_{\theta,\alpha}$ - Fração de abertura (desobstrução) para o setor do *sunmap*;

$AngIn_{\theta,\alpha}$ - Ângulo de incidência entre o centróide do setor do céu e o eixo normal da superfície. Pode também ser calculado utilizando a equação 4.

O comprimento relativo do caminho ótico $m(\theta)$ é determinado pelo ângulo solar em zénite e pela elevação acima do nível do mar. Para ângulos superiores é importante a refração. Para os ângulos em que o zénite é menos de 80°, pode ser calculado através da equação seguinte:

$$m(\theta) = EXP(-0.000118 * Elev - 1.638 * 10^{-9} * Elev^2) / \cos(\theta) \quad (3)$$

Na qual:

θ - Angulo solar em zénite

$Elev$ – Elevação acima do nível do mar (em metros)

O efeito da orientação da superfície é tido em conta quando se multiplica pelo cosseno do ângulo de incidência. O ângulo de incidência ($AngInSky_{\theta,\alpha}$) entre a superfície interceptada e um determinado setor do céu com um centróide em ângulo de zénite e de azimute é calculado de acordo com:

$$AngIn_{\theta,\alpha} = \text{acos}(\text{Cos}(\theta) * \text{Cos}(G_z) + \text{Sin}(\theta) * \text{Sin}(G_z) * \text{Cos}(\alpha - G_a)) \quad (4)$$

Onde:

G_z – Ângulo zénite da superfície;

G_a – Ângulo azimute da superfície.

Relativamente à insolação difusa o cálculo efetua-se com base no *viewshed* e num *skymap* da área de estudo. Um *skymap* representa uma visão hemisférica do céu dividido em vários setores definidos pelos ângulos do zénite e azimute. A cada setor é atribuído um valor de identificação juntamente com o centróide em ângulos zénite e azimute.

A radiação solar difusa é, assim, calculada para cada setor de acordo com a direção, decorrente da sobreposição do *skymap* com o *viewshed*. Pode ser calculada utilizando um modelo uniforme difuso ou com base num modelo difuso com padrão nebulado. O somatório da radiação em todos os setores traduz a quantidade total de radiação difusa recebida na área de estudo, utilizando para isso a seguinte equação:

$$Dif_{\theta,\alpha} = R_{glb} * P_{dif} * Dur * SkyGap_{\theta,\alpha} * Weight_{\theta,\alpha} * \cos(AngIn_{\theta,\alpha}) \quad (5)$$

Em que:

R_{glb} - Radiação global normal;

P_{dif} - Proporção do fluxo de radiação normal que é difusa, normalmente adquire os valores de 0,2 para condições de céu limpo e de 0,6 ou 0,7 para condições muito nebuladas;

Dur - Intervalo de tempo para análise;

$SkyGap_{\theta,\alpha}$ - Fração de abertura (desobstrução) para cada setor do céu;

$Weight_{\theta,\alpha}$ - Proporção da radiação difusa num dado setor do céu em relação a todos os outros setores;

$AngIn_{\theta,\alpha}$ - Ângulo de incidência entre o centróide do setor do céu a superfície que interceta.

A radiação global normal pode ser calculada através da soma da radiação direta de todos os setores (incluindo os que estão obstruídos) sem correção do ângulo de incidência, corrigindo-se a proporção da radiação direta, que é igual a $1 - P_{dif}$:

$$R_{glb} = (S_{Const} \Sigma(\tau^m(\theta))) / (1 - P_{dif}) \quad (6)$$

Para o modelo difuso uniforme do céu, $Weight_{\theta,\alpha}$ é calculado através de:

$$Weight_{\theta,\alpha} = (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) / Div_{azi} \quad (7)$$

Na qual:

θ_1 e θ_2 - São a delimitação dos ângulos do zénite dos setores do céu;

Div_{azi} - Número de divisões azimutais no *skymap*

Para o modelo padrão de céu nublado, $Weight_{\theta,\alpha}$ é calculado:

$$Weight_{\theta,\alpha} = (2 \cos \theta_2 + \cos^2 \theta_2 - 2 \cos \theta_1 + \cos^2 \theta_1) / 4 * Div_{azi} \quad (8)$$

Por último, a radiação solar global ($Global_{tot}$) traduz-se no somatório da radiação solar direta com a radiação difusa de todos os setores, sendo este processo repetido para cada localização na superfície terrestre, produzindo um mapa de insolação para a área de estudo.

$$Global_{tot} = Dir_{tot} + Dif_{tot} \quad (9)$$

Um aspeto importante quando se utiliza o *Solar Radiation* é que este não utiliza, nos seus cálculos, a radiação refletida, uma vez que esta apenas contribui com uma pequena proporção da quantidade total de radiação solar; sendo a radiação solar direta a maior componente do total da radiação e a radiação difusa a segunda maior componente.

Capítulo 5

Aplicação Prática

A Geografia e a cartografia, em particular, são matérias que envolvem um conhecimento estratégico, o qual permite às pessoas que desconhecem seu espaço e sua representação, passarem a organizar e dominar esse espaço.

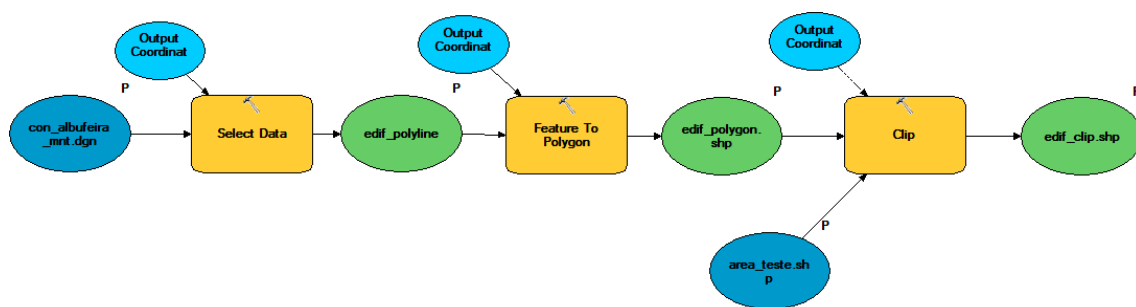
Yves Lacoste

Nos capítulos anteriores foram comentados quais os elementos fundamentais para o desenvolvimento do projeto numa perspetiva teórica, neste capítulo pretende-se exemplificar e apresentar quais os procedimentos práticos de todo o trabalho. Para tal, é importante a subdivisão deste capítulo em duas partes *i)* a primeira referente ao trabalho de tratamento e processamento da informação geográfica para se chegar aos objetivos pretendidos e *ii)* numa segunda parte a disponibilização dos resultados através de um WebSIG.

5.1. Processamento dos Dados

Com base nos dados fornecidos pela Câmara Municipal de Albufeira, o primeiro passo consistiu em delinear uma área de estudo, inserida na Freguesia de Albufeira, de forma a facilitar o processamento da informação sem sobrecarregar o sistema (Figura 4.10).

Criada a área de estudo, procedeu-se ao tratamento da informação geográfica. Para a operacionalização do projeto, foi vantajoso a utilização da aplicação *Model Builder* do *ArcGis10* visto tratar-se de um instrumento que além de permitir a modelação, também testa e valida todo o procedimento. Através do Modelo Numérico Topográfico, extraíram-se os polígonos dos edifícios para a área em questão, de acordo com o seguinte procedimento:

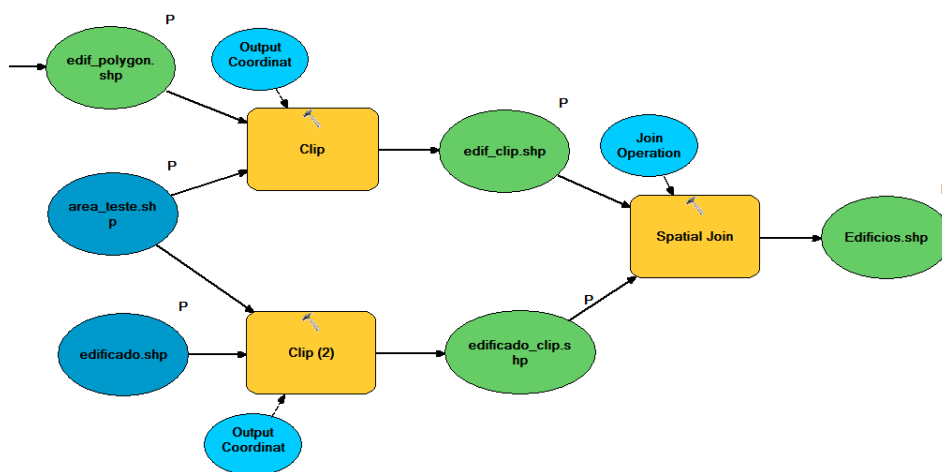


Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.13 – Processo para aquisição dos polígonos que caracterizam os edifícios, através do Model Builder/ArcGis10

Uma vez que a *shapefile* dos polígonos dos edifícios foi retirada do MNT não possui qualquer informação, além dos polígonos. Assim, para o estudo em questão, é de extrema importância adicionar a informação acerca do número de pisos de cada edifício para que se possam representar as referências altimétricas.

Essa informação foi cedida pela CMA através do ficheiro de pontos designado *edificado.shp*. Por se tratar de um ficheiro de pontos é necessário recorrer a ferramentas de análise do ArcToolBox que permitam a união com os polígonos. A ferramenta mais adequada para este tipo de operação está inserida no grupo *Overlay* e designa-se *Spatial Join*, caracterizando-se pelo facto de conseguir transferir os atributos de uma *feature class* para outra com base nas relações espaciais entre as *features*. Como resultado do processo descrito obteve-se a *shapefile* *Edificios.shp* (Figura 5.14).

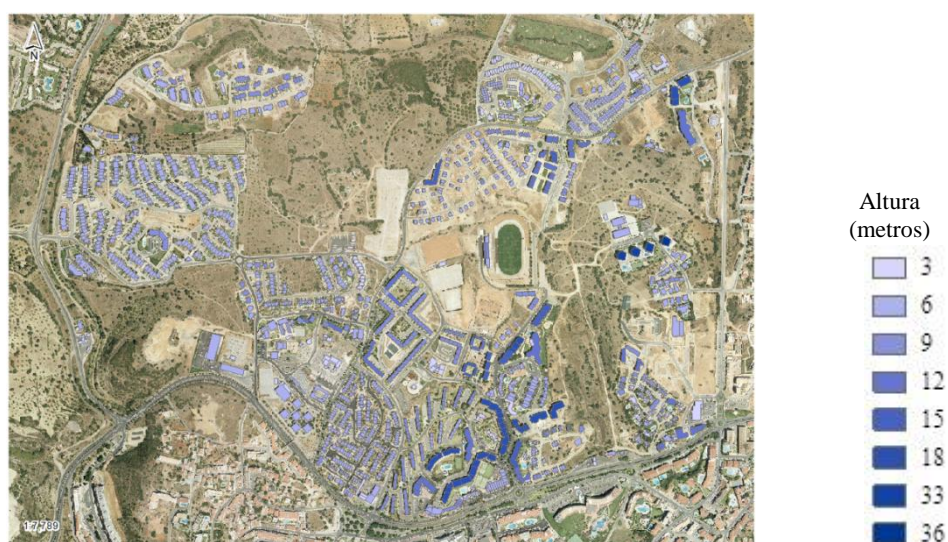


Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.14 – Processo *Spatial Join*. Model Builder/ArcGis10

O trabalho de campo realizado foi importante para o reconhecimento da área em questão, assim como para verificação e atualização de pormenores considerados importantes para a caracterização dos edifícios, como por exemplo a tipologia e as diferentes alturas.

De acordo com o artigo 65º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, RGEU¹⁴, a altura mínima, piso a piso, em edificações destinadas à habitação é de 2,80 m, não podendo o pé direito livre mínimo ser inferior a 2,60 m. Como tal, optou-se por considerar um valor médio de 3 m para representar a altura de cada piso, obtendo-se valores entre os 3m (equivalente a 1 piso) e os 36m (equivalente a 12 andares) (Figura 5.15).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.15 – Caracterização das alturas dos edifícios.

A execução da modelação solar tem como alicerce essencial a existência de um modelo de terreno; para a construção de qualquer modelo de terreno é fundamental a triangulação entre pontos de altitude conhecida, sejam pontos cotados, pontos de curvas de nível ou de linhas tridimensionais constituindo uma superfície de faces triangulares planas.

¹⁴ Segundo o RGEU a altura mínima ou pé-direito dos andares, em edificações correntes, destinados a habitação é de 2m,80. Este valor poderá ser reduzido até ao limite de 2m,60 quando se trate de edificações isoladas ou em pequenos grupos, com o máximo de três pisos habitáveis. A altura mínima do rés-do-chão, quando destinado a estabelecimentos comerciais ou industriais, é de 3 metros. As alturas dos andares são medidas entre o pavimento e o teto ou as faces inferiores das vigas de teto quando aparentes (**Decreto-Lei n.º 38382 de 07-08-1951**).

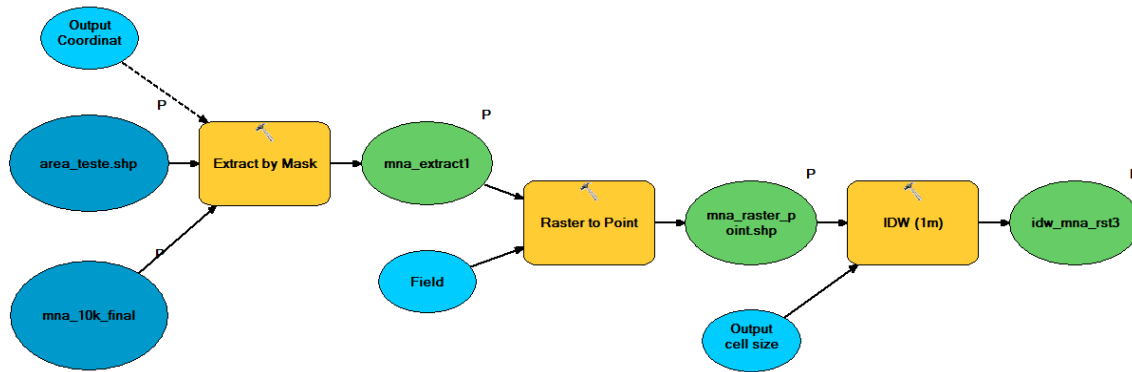
A utilização de um modelo digital de terreno (MDT) é um dos pormenores mais importantes para o desenvolvimento do modelo solar. No contexto da utilização em sistemas de informação geográfica, por modelo digital de terreno (MDT) designa-se qualquer conjunto de dados em suporte numérico que, para uma dada zona, permita associar a qualquer ponto definido sobre o plano cartográfico um valor correspondente à sua altitude.

Um MDT poderá ser um conjunto de pontos ou linhas com uma regra de interpolação associada, ou como é mais correntemente utilizado uma superfície composta por faces num espaço tridimensional ou células dispostas regularmente (*ibid.* p. 133).

Recorrendo à informação cedida pela Câmara Municipal de Albufeira, o processo seguinte utilizou o Modelo Numérico Altimétrico, nomeadamente *mna_10k_final*, em formato matricial e que representa um modelo digital de elevação do concelho de Albufeira. Um aspeto importante é o facto da mesma ter sido criada com células de 10m x 10m devido à sua escala de produção de 1:10.000. Aqui identificou-se o primeiro problema, visto que a dimensão da célula dificultará, posteriormente, o processo de modelação solar por não ser a mais adequada. A solução encontrada consistiu em aplicar funções de interpolação que permitissem modificar o detalhe da imagem, ou seja, reduzir o tamanho da célula.

De acordo com MATOS (2001), as funções de interpolação têm como um argumento uma matriz parcialmente preenchida ou um conjunto vetorial de pontos com um valor associado e têm como objetivo a obtenção de valores para células não preenchidas.

Dos métodos de interpolação disponíveis no *software* optou-se por escolher o método IDW (*Inverse Distance Weight*) ou inverso de uma potência da distância, por ser aquele que melhor se adequava aos resultados pretendidos. Esta técnica utiliza a combinação linear ponderada de um conjunto de pontos de amostragem para calcular o valor das células.



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.16 – Aplicação da função interpoladora IDW e resultado final.

O resultado final apresentou um formato matricial com células de 1m x1m, designado como `idw_mna_rst3`. De salientar que se formularam um conjunto de hipóteses para diferentes tamanhos de células (e.g. 5, 2 e 1 metros) e para diferentes técnicas de interpolação como o caso do “*natural neighbours*”, porém o que prevaleceu foi o método IDW (Figura 5.16) com um tamanho de células de 1metro.

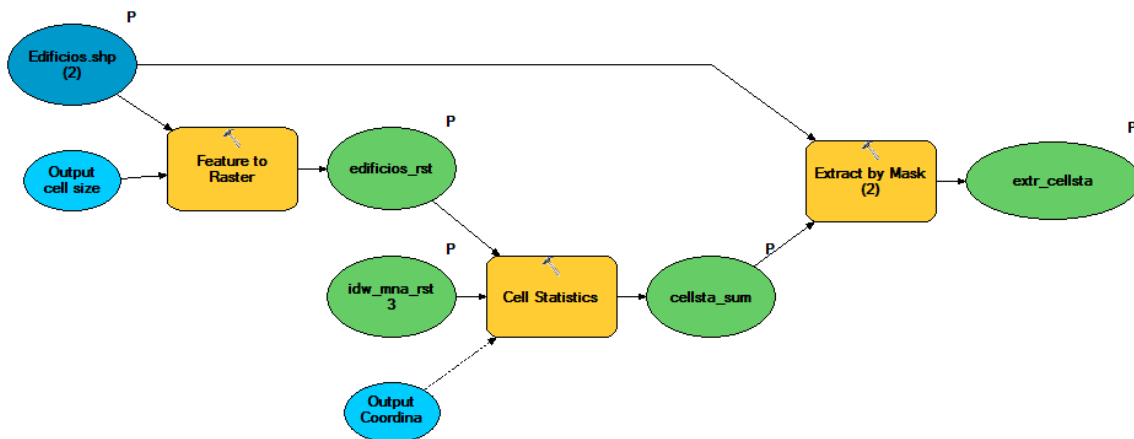
Um pormenor importante e interessante para o desenvolvimento do presente trabalho teria sido a utilização da tecnologia LIDAR (*Light Detection and Ranging*) que se caracteriza pela aquisição, num curto espaço de tempo, de dados altimétricos com uma precisão de centímetros e a sua principal vantagem reside no facto de evitar problemas de triangulação de ortorretificação, devido à georreferenciação automática de cada ponto (GOMES, 2011).

Contudo, o facto de ser uma informação bastante dispendiosa, recente e de não existir cobertura suficiente para Portugal Continental, em especial para o caso de estudo foi impossível a sua aplicação no presente trabalho, ficando desde já a nota de que num desenvolvimento futuro será de grande interesse académico a sua utilização.

Perante a contrariedade na utilização da tecnologia LIDAR, foram tomadas alternativas, não tão precisas como a anterior, mas que viabilizaram a caracterização do potencial solar e que podem ser uma solução para áreas não cobertas por estes dados, ou seja grande parte do território continental.

Como havia sido referido, o principal objetivo deste trabalho consiste em estimar o potencial solar no Algarve, aplicando-o no Município de Albufeira; potencial, esse, que se baseia não só no total de radiação solar que atinge a superfície como no total de radiação solar que poderá incidir nos edifícios. Sem os dados LIDAR, a caracterização do terreno com os objetos que lhe são inerentes (e.g. edifícios) torna-se mais difícil; contudo se associarmos a informação das cotas do terreno com as alturas do edifícios conseguiremos obter um valor médio e desta forma estimar a radiação solar incidente nos edifícios.

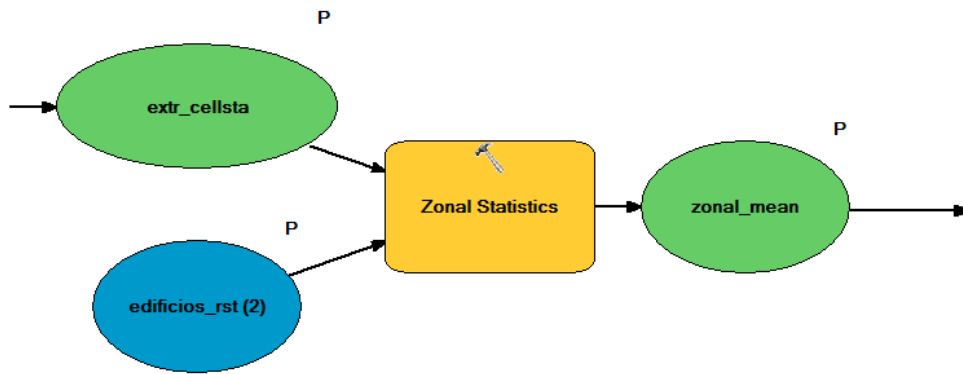
Para esta operação foi necessário converter Edifícios.shp para um formato matricial edificios_rst, para que a aplicação da ferramenta *Cell Statistics* conseguisse somar a informação de edificios_rst com a informação de idw_mna_rst3, obtendo-se assim um novo raster, o cellsta_sum. Aplicando a extração para que o resultado seja só para os polígonos dos edifícios, obteve-se o ficheiro extr_cellsta (Figura 5.17).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.17 – Aplicação do operador *Cell Statistics*.

O resultado do somatório do terreno com o edificado, gerou diferentes valores de altura dentro os polígonos de cada edifício. Então para que a altura total (topo edifícios) seja o mais homogénea possível, houve a necessidade de calcular a média dos valores dos pixéis dentro dos polígonos dos edifícios, através da ferramenta *Zonal Statistics* (Figura 5.18).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.18 - Aplicação do operador *Zonal Statistics*.

Temos, então, criada a base sobre a qual foi processada a ferramenta *Solar Radiation*. Como foi referido, o cálculo da radiação solar no *software ArcGis10* pode ser executado de duas formas distintas: por áreas ou por pontos, dependendo do objetivo do trabalho. Para o trabalho em questão o método que apresentou melhores resultados foi sem dúvida, por áreas pois permitiu calcular a radiação solar global para o topo dos edifícios. A primeira utilização de *Solar Radiation* por área foi referente à totalidade do concelho. Para a criação do raster com a radiação solar do concelho, utilizou-se como dados de entrada o modelo de terreno original, ou seja o *mna_10k_final* fornecido pela CMA, como já havia sido referido (Figura 5.19).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.19 – Aplicação *Area Solar Radiation* para o Concelho de Albufeira

Em termos gerais o concelho de Albufeira caracteriza-se por valores de radiação solar global entre os 422215 WH/m² e os 1473687 WH/m²; sendo que a maior parte do território apresenta um bom potencial de aproveitamento solar.

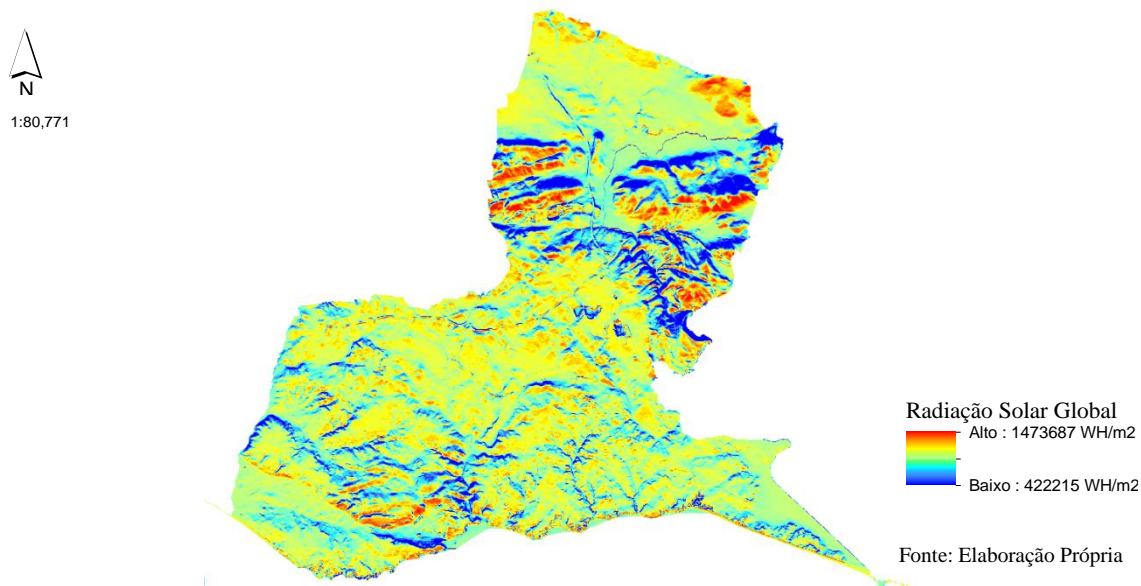


Figura 5.20 – Caracterização do Concelho de Albufeira quanto à radiação global incidente em WH/m²/ano.

Relativamente à área de estudo o procedimento foi idêntico ao utilizado para o concelho, diferenciando-se apenas no ficheiro a partir do qual os dados foram processados, como podemos comprovar através da figura que exemplificam a metodologia para cada um dos processos (Figura 5.21).

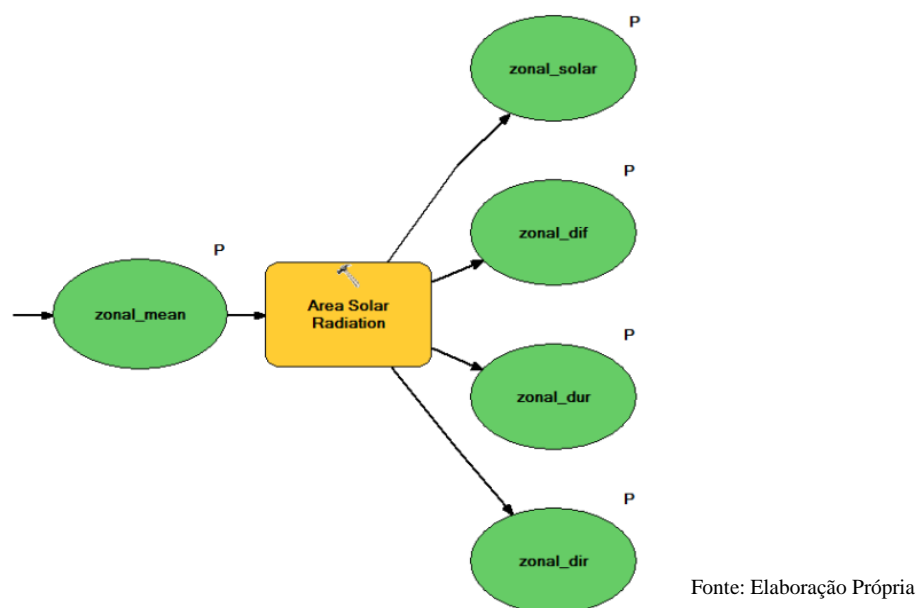


Figura 5.21 - Aplicação da ferramenta *Solar Radiation* e do método *Area Solar Radiation*.

Os parâmetros utilizados na estimativa da radiação solar incidente para o ano de 2012 e para a área de estudo apresentam-se na seguinte tabela.

Parâmetros		Explicação	Tipo de Dados	
General parameters	<i>Input Raster</i>	<i>Zonal_mean</i>	Dados de entrada referente a um modelo digital de elevação.	Matricial
	<i>Output Raster</i>	<i>Zonal_solar</i>	Resultado referente à radiação global incidente.	Matricial
	<i>Latitude</i>	<i>37,097</i>	De acordo com o raster de entrada.	<i>Double</i>
	<i>Sky Size/Resolution</i>	<i>200</i>	Indica a resolução ou o skysize para viewshed, skymap e sunmap, importantes no cálculo da radiação solar.	<i>Long</i>
	<i>Time Configuration</i>	<i>Whole year with monthly interval/ year: 2012</i>	Permite selecionar qual a o tipo de análise temporal a realizar: special days/ within days/ multiple days in a year/ whole year with monthly average.	<i>Data</i>
	<i>Day interval</i>	<i>14</i>	Intervalo de tempo ao longo do ano utilizado para o calculo os sky sectors para sunmap	<i>Long</i>
	<i>Hour interval</i>	<i>0,5</i>	Intervalo de tempo ao longo do dia utilizado para o calculo os sky sectors para sunmap	<i>Double</i>
Topographic parameters	<i>Z fator</i>	<i>1</i>	Representa as unidades do terreno x,y numa superfície z	<i>Double</i>
	<i>Slope and aspect input type</i>	<i>FROM_DEM</i>	Como a inclinação e a orientação das superfícies é representada.	<i>String</i>
	<i>Calculation directions</i>	<i>32</i>	Número das direções azimutais utilizadas no cálculo do viewshed.	<i>Long</i>
Radiation parameters	<i>Zenith divisions</i>	<i>8</i>	Número de divisões utilizadas para criar sky sectors no sky map	<i>Long</i>
	<i>Azimuth divisions</i>	<i>8</i>	Número de divisões utilizadas para criar sky sectors no sky map	<i>Long</i>
	<i>Diffuse mode type</i>	<i>UNIFORM_SKY</i>	Tipo de modelo de radiação difusa. Pode ser UNIFORM_SKY (a radiação difusa incidente é a mesma para todas as direções do céu) ou STANDARD_OVERCAST_SKY (o fluxo de radiação difusa varia consoante o ângulo zenith)	<i>Long</i>
	<i>Diffuse proportion</i>	<i>0,3</i>	Proporção do fluxo normal da radiação que é difuso. O valor 0,3 é utilizado para situações em que geralmente o céu está limpo	<i>Double</i>
	<i>Transmissivity</i>	<i>0,5</i>	Fração da radiação que passa através da atmosfera. O valor 0,5 é utilizado para situações em que geralmente o céu está limpo.	<i>Double</i>
Optional Outputs	<i>Output direct radiation raster</i>	<i>Zonal_dir</i>	Radiação direta incidente, representada por WH/ m ² .	Matricial
	<i>Output diffuse radiation raster</i>	<i>Zonal_dif</i>	Radiação difusa incidente, representada por WH/ m ²	Matricial
	<i>Outup direct duration raster</i>	<i>Zonal_dur</i>	Duração da radiação direta incidente, representada por horas.	Matricial

Fonte: Elaboração Própria, adaptado da extensão *Solar Radiation*

Tabela 5.3 - Resumo dos parâmetros utilizados no cálculo da radiação solar por área para a área de estudo

Como resultados, obtiveram-se os valores de radiação solar global incidente ao longo do ano para a área de estudo, nomeadamente valores máximos de 1449924 Wh/m² e valores mínimos de 30382 Wh/m², sendo a média ao longo do ano de 1316975,39 Wh/m² (Figura 5.22).

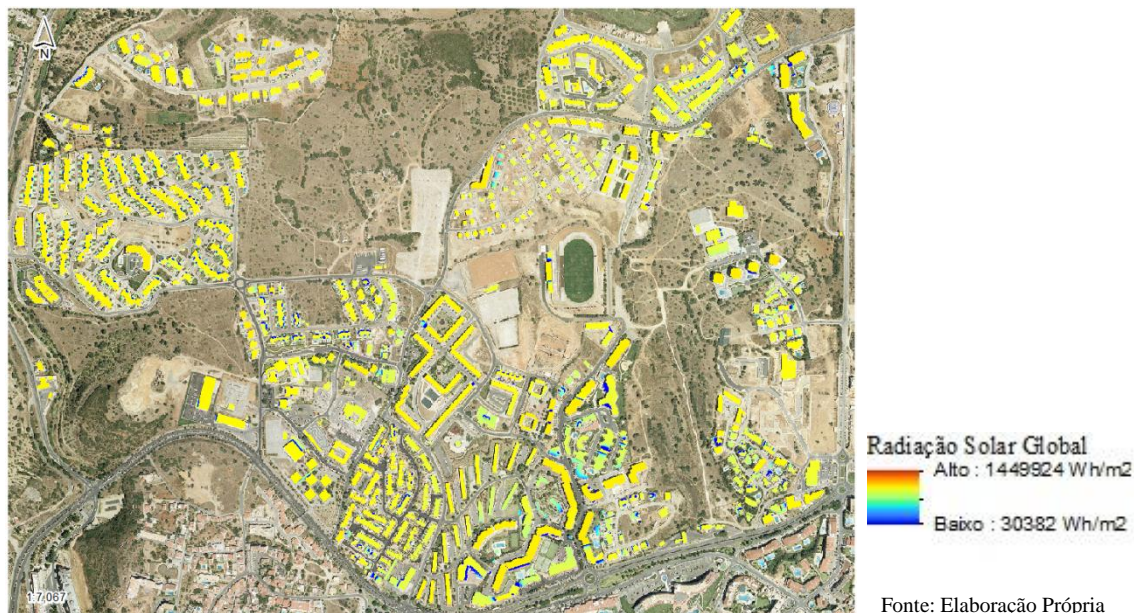


Figura 5.22 – Radiação Solar Global em WH/m²/ano para a área de estudo.

No que respeita à conversão da energia solar em energia elétrica, e a título demonstrativo, a mesma pode ser feita utilizando diferentes tipos de células fotovoltaicas, contudo as mais utilizadas são as células sílico monocristalino e as células fotovoltaicas sílico policristalino, representando no seu total uma quota de mercado na ordem dos 90%. Em termos de eficiência de conversão, e de acordo com empresas certificadas, os dois tipos apresentam valores entre os 12% e os 18%.

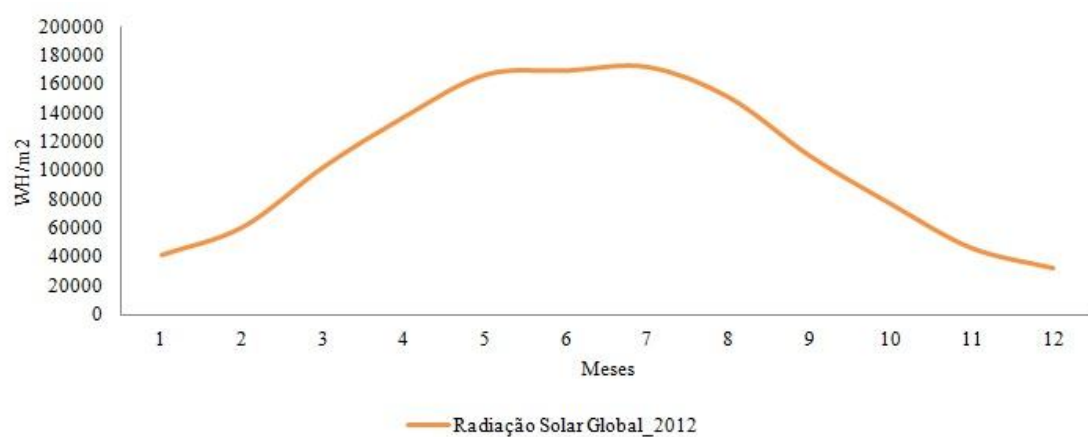
Considerando uma eficiência de conversão de 12%, se associarmos um consumo de energia por habitante de 4652,2 kWh (INE, 2011), um total de áreas de cobertura dos edifícios de 272713m² e a hipótese de que em todas essas áreas de cobertura existiriam painéis fotovoltaicos, conseguir-se-ia abastecer cerca de 9264 habitantes, sendo que a área necessária para produzir 1MWh seria de aproximadamente 6m². É de realçar que os valores de radiação solar global na área de estudo foram projetados para condições atmosféricas generalizadas tendo em conta parâmetros de transmissividade de 0,5 e de difusidade de 0,3 destinados a situações geralmente de céu limpo (Tabela 5.3).

Considerando um aproveitamento de 12% por parte dos painéis fotovoltaicos, o resultado para área de estudo será ligeiramente diferente apresentando valores mínimos de 3546 Wh/m^2 e máximos de 173991 Wh/m^2 , sendo a média anual de 158037 Wh/m^2 (Figura 5.23).



Figura 5.23 – Resultado para um aproveitamento de 12% através de painéis fotovoltaicos

Em termos anuais os resultados demonstram que os valores da radiação global são mais elevados entre os meses de maio a setembro (Figura 5.24).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.24 – Radiação Global por mês para o ano 2012.

O procedimento para o cálculo da Radiação Global para cada mês ao longo do ano 2012 foi igual ao procedimento realizado para o ano de 2012, contudo foi direcionado para cada mês, considerando a média mensal.

5.2. WebSIG

Após o trabalho de processamento e tratamento da informação o passo seguinte consistiu no desenvolvimento da aplicação WebSIG para disponibilização via internet dos resultados obtidos.

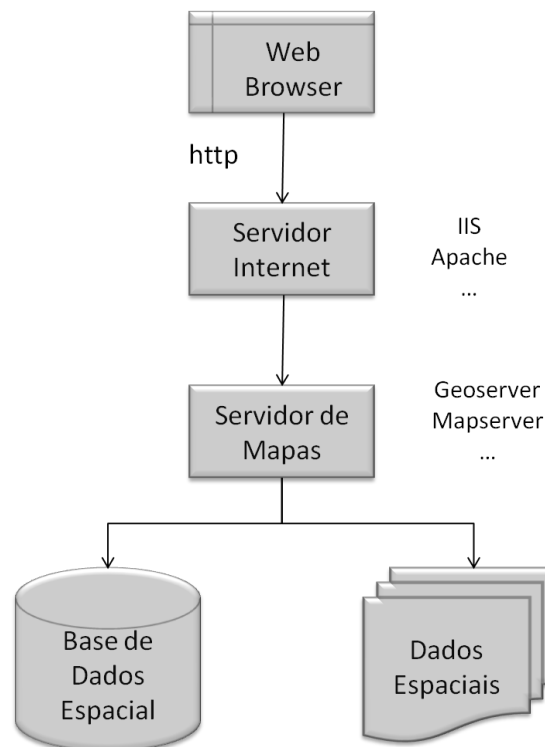
Os WebSIG possibilitaram o acesso generalizado à informação geográfica e a ferramentas de modelação e processamento de dados. Existem diferentes arquiteturas para implementação de um WebSIG, no entanto existe um conjunto de elementos que são fundamentais a qualquer uma delas, designadamente:

- Cliente ou *Web Browser* – local onde os utilizadores interagem com os dados espaciais ou com as ferramentas de análise espacial;
- Servidor – a arquitetura de um servidor de WebSIG apoia-se, normalmente, em quatro componentes fundamentais: Servidor *Web*, Servidor de Aplicações ou Aplicacional, Servidor de Mapas e Servidor de Dados.
- Servidor *Web* ou *Web Server* – responde aos pedidos enviados pelo *Web Browser* via HTTP; simplificando um *web server* é um programa que fornece conteúdo informativo como páginas de internet, imagens, ficheiros, dados, *etc.* através de HTTP. Ao utilizar um *browser* para aceder a um website, estamos a utilizar um servidor web.
- Servidor Aplicacional – *software* que apoia o desenvolvimento, implementação e gestão de um número alargado de aplicações num ambiente distribuído. Atua como um *middleware* que define, mantém e termina uma dada ligação entre o servidor web e o servidor de mapas.
- Servidor de Mapas – considerado como a base de qualquer aplicação WebSIG. Disponibiliza funções SIG tradicionais (análise espacial, inquirição, processamento), criando e disponibilizando mapas dinâmicos ao cliente de acordo com os pedidos dos utilizadores. A diferença em relação ao servidor web consiste no facto de que um servidor de mapas web utiliza diferentes protocolos,

nomeadamente protocolos específicos para a utilização de informação geográfica. Na sua essência, um servidor de mapas web é a particularização de um servidor usual para a informação espacial.

- Servidor de Dados – gere os dados, espaciais ou não espaciais, num sistema de gestão de base de dados, relacional ou não.

Desta forma, e no contexto de um WebSIG o cliente envia um pedido HTTP para o servidor web que o reencaminha para o servidor aplicacional, este por sua vez responde ao pedido reencaminhando-o para o servidor de mapas apropriado. Por último o servidor de mapas sintetiza o pedido e executa as funções SIG apropriadas requisitando os respectivos dados ao Servidor de Dados (Figura 5.25).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.25 - Arquitetura geral de um WebSIG

Deste conjunto de programas nasce a designação *Free & Open Source GIS Software* que engloba todo o *software* livre relacionado com os sistemas de informação geográfica. (Figura 5.26). A manutenção dos projetos *open source* só é possível com a contribuição e o financiamento de empresas, de particulares (e.g. programadores SIG, técnicos SIG etc.) e de instituições públicas ou privadas como o caso de universidades, institutos de investigação e das autoridades públicas.

Tanto o *software* de código aberto como o software comercial estão abrangidos por um conjunto de especificações que normalizam a utilização dos seus serviços. Essas especificações são geridas pelo *Open Geospatial Consortium (OGC)*¹⁶, organização voluntária internacional que estabelece padrões de consenso e que promove o desenvolvimento de parâmetros convencionais para serviços geoespaciais. Neste consórcio, mais de 400 membros mundiais como organizações comerciais, governamentais, não-lucrativas e instituições de pesquisa e ensino colaboram num processo de concordância geral, encorajando o desenvolvimento e implementação de especificações para conteúdos e serviços na área da geomática, dos SIG e do processamento e permuta de dados. Nos últimos 18 anos, os serviços de padronização e codificação da OGC permitiram uma revolução tecnológica geoespacial e o seu sucesso deve-se ao facto destas especificações, associadas a uma plataforma de interoperabilidade, terem sido implementadas em inúmeros produtos de geoprocessamento comerciais ou não e de estarem a ser adotadas por organizações um pouco por todo o mundo.

São várias as especificações OGC, todavia para a disponibilização da informação geográfica via internet as mais importantes são i) *Web Map Service (WMS)*, ii) *Web Feature Service (WFS)*, iii) *Web Coverage Service (WCS)*, iv) *Catalogue Service for Web (CSW)*. Cada serviço fornece diferentes formas de visualização dos dados espaciais, vejamos.

Um *Web Map Service* proporciona uma simples interface HTTP para solicitar imagens de mapas georreferenciadas, de uma ou várias bases de dados espaciais. As operações WMS pode ser invocadas através de um *web browser*, submetendo os pedidos para visualização da informação através de *Uniform Resource Locators (URLs)*.

¹⁶ Disponível em <http://www.opengeospatial.org/>

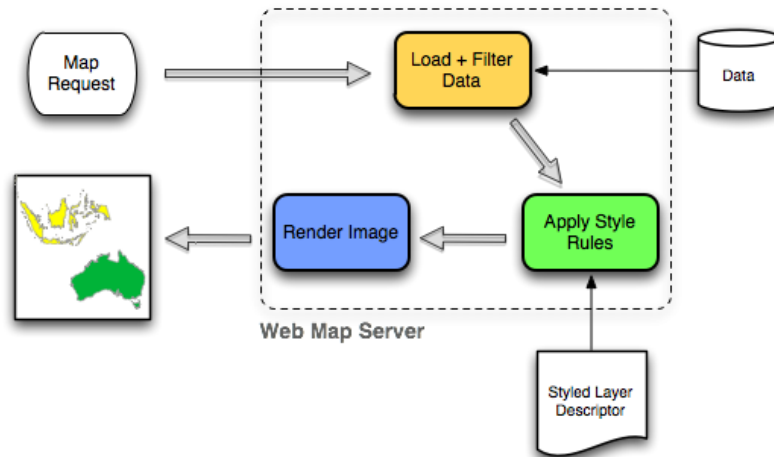
Este serviço define o mapa como uma representação da informação geográfica num formato de ficheiro de imagem digital adequado para a sua visualização. Os mapas criados através desta norma podem ser disponibilizados num formato de imagem, e.g. PNG, GIF ou JPEG, ou ocasionalmente como elementos apoiados em vetores gráficos através dos formatos *Scalable Vector Graphics (SVG)* ou *Web Computer Graphics Metafile (WebCGM)*. Através de WMS é possível aceder aos metadados dos serviços, consultar mapas nos quais os parâmetros geográficos estão bem definidos e consultar informações específicas de cada elemento existente no mapa.

Além destas características, um serviço WMS básico classifica a informação geográfica como *layers* e dispõe de um número limitado de símbolos predefinidos para as representar.

A adição de nova simbologia pressupõe a utilização de um *Style Layer Descriptor (SLD)*, que veremos posteriormente como funciona (OGC, 2006). Quanto às operações realizadas num serviço WMS, podemos referir:

- *GetCapabilities* – tem como principal objetivo obter metadados dos serviços, fornecendo a informação relativa ao conteúdo do servidor;
- *GetMap* – operação que permite aceder ao mapa.
- *GetFeatureInfo* (opcional) – permite aceder aos atributos de cada elemento para determinada localização no mapa, e.g., fornece a cada utilizador a possibilidade de especificar qual o *pixel* que está a ser inquirido, qual *layers* deve ser consultada e qual o formato que a informação deve ser devolvida.
- *Describe Layer* (opcional) – é utilizada para descrever a estrutura dos dados através de SLD.
- *GetLegendGraphics* (opcional) – mecanismo geral para aquisição de legendas para a simbologia utilizada no mapa.

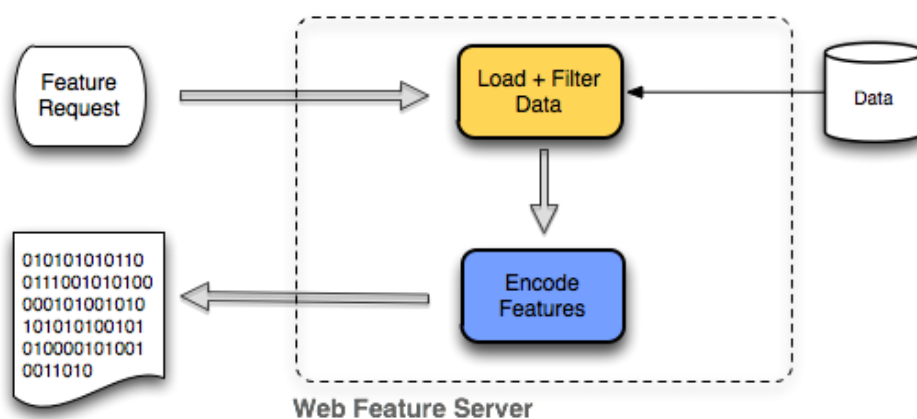
Uma das principais vantagens do WMS reside na interface para requisitar mapas geoespaciais; os *web browsers* conseguem através do WMS requisitar imagens de múltiplos servidores WMS e combinar todas numa única janela de visualização. A padronização das normas OGC garante que todas estas imagens podem ser sobrepostas tal como estariam na realidade (Figura 5.27).



Fonte: opengeo.org

Figura 5.27 – Transformação dos dados espaciais num mapa pelo serviço WMS.

Enquanto o WMS permite ao cliente sobrepor imagens de vários servidores de mapas na internet, o *Web Feature Service* (WFS), permite aceder e atualizar informação geoespacial codificada em formato *Geography Markup Language* (GML) através de múltiplos servidores de *features* na web. A diferença deste serviço em relação ao primeiro reside no facto de permitir o acesso a objetos discretos, como dados vetoriais, ao contrário do WMS que apenas dá acesso ao mapa em geral (OGC, 2005). Este tipo de serviço pode ser utilizado para desempenhar operações de seleção, inquirição, atualização ou eliminação, possibilitando também a filtragem da informação geográfica numa base de dados. Operações como *Insert*, *Update* ou *Delete* caracterizam um serviço WFS (Figura 5.28).



Fonte: opengeo.org

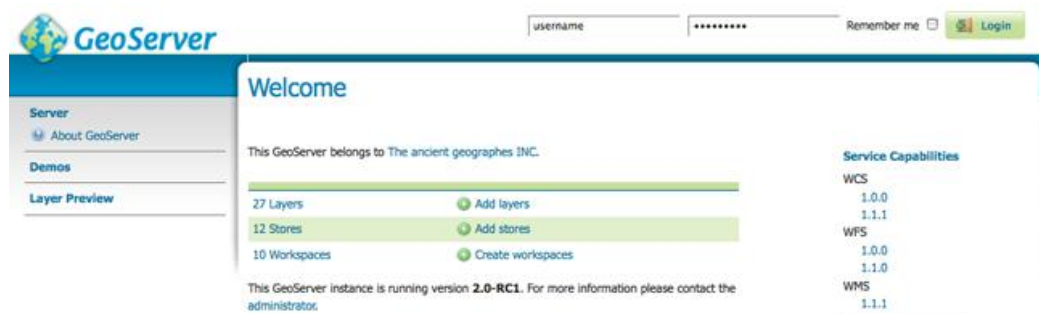
Figura 5.28 – Transformação dos pedidos em respostas pelo WFS.

Um *Web Coverage Service* (WCS) também pode fornecer o acesso direto às características da informação geográfica, no entanto, ao contrário do WFS que apenas acede a características discretas, consegue aceder a *coverages*, a um conjunto de *features* ou a uma *grid coverage* (e.g. fotografias áreas ou altimetria) (STEINIGER e HUNTER, 2012).

Por último, um *Catalogue Service Web* (CSW) suporta a capacidade de publicar e pesquisar informação descritiva dos elementos que compõem um determinado mapa (OGC, 2007).

Para o presente trabalho a escolha do servidor web de mapas recaiu sobre o Geoserver¹⁷, *software open source*, de tecnologia Java e que pode ser executado por servidores web ou *servlet containers* como o *Jetty* ou o *Apache Tomcat*, entre outros. Desenhado para interoperabilidade¹⁸, possibilita a edição e a publicação de dados espaciais através de parâmetros OGC. Tem a capacidade de aceder diferentes tipos de dados, existentes no disco local do computador ou a partir de bases de dados externas; e que podem ser ficheiros, e.g. shapefiles, GeoTiff, ArcGrid, entre outros; e bases de dados espaciais como PostGIS, ArcSDE, Oracle Spatial, DB2 e SQLServer.

O GeoServer é bastante intuitivo disponibilizando uma aplicação, *Web Administration Tool*, que simplifica a sua utilização e permite gerir, configurar e editar todos os dados contidos no servidor. O seu acesso faz-se via *web browser* através da hiperligação <http://localhost:8080/geoserver/web> (Figura 5.29).



Fonte: geoserver.org

Figura 5.29 – *Web Administration Tool* do Geoserver.

¹⁷ Disponível <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>

¹⁸ Característica que possibilita a ligação e o funcionamento em conjunto de vários computadores.

Uma vez na *Web Administration Tool*, a forma como os dados espaciais foram guardados obedeceu a uma hierarquia específica. O primeiro passo consistiu na criação de um *workspace*, designado geosolar. Um *workspace* é como se fosse um arquivo de um determinado projeto, no qual se inserem todos os temas relacionados e a sua vantagem reside no facto de permitir arquivar a mesma *layer* em diferentes *workspaces* sem a existência de conflitos. Este é o ponto de partida para a inserção de informação no *GeoServer* e todos os dados introduzidos têm que estar relacionados com um determinado *workspace* (Figura 2.30).

Edit Workspace
Edit existing workspace

Name
geosolar

Namespace URI
http://www.geosolar.pt
The namespace uri associated with this workspace

Default Workspace

Save Cancel

Fonte: geoserver.org

Figura 5.30 – Configuração *Workspace* no Geoserver

Criado o *workspace* referente ao projeto foi possível inserir os dados que constroem o trabalho, o que se revelou uma tarefa bastante simples, dado o carácter intuitivo do GeoServer. Para tal utilizaram-se *stores* que podem ser considerados como elementos que representam os dados espaciais em função da sua tipologia, através de *layers*, estando sempre associados a um *workspace*. Desta forma, para cada uma das *shapefiles* relacionadas com os edifícios inseridos na área de estudo, com o concelho de Albufeira, com a radiação e a insolação em Portugal, e com as empresas fornecedoras de serviços na área da energia solar definiram-se *data sources* do tipo vetor, visto tratarem-se de pontos e polígonos; para os formatos matriciais relativos à radiação solar global para a área de estudo a *data source* teve que ser do tipo raster, ou seja GeoTIFF¹⁹ (Figura 5.31).

¹⁹ Tagged Image File Format with Geographic information


Stores

Manage the stores providing data to GeoServer

 Add new Store

 Remove selected Stores

<< < | > >> Results 1 to 23 (out of 23 items)

<input type="checkbox"/>	Data Type	Workspace	Store Name	Type
<input type="checkbox"/>		geosolar	Concelho	Shapefile
<input type="checkbox"/>		geosolar	Edifícios	Shapefile
<input type="checkbox"/>		geosolar	Empresas	Shapefile
<input type="checkbox"/>		geosolar	Insolação	Shapefile
<input type="checkbox"/>		geosolar	Radiação	Shapefile
<input type="checkbox"/>		geosolar	Radiacao Global	GeoTIFF
<input type="checkbox"/>		geosolar	Rendimento	GeoTIFF

Fonte: geoserver.org

Figura 5.31 – Stores existentes no *workspace* geosolar

Posteriormente, houve a necessidade de configurar as *layers* quanto às suas características originais definindo-se para cada uma delas o sistema de coordenadas, o título e a simbologia de modo a que pudessem ser publicadas.

No que respeita aos estilos a utilizados para representar as *layers*, o *GeoServer* disponibiliza um conjunto de símbolos predefinidos, no entanto também permite a edição de novos estilos. Por não possuir uma componente visual intrínseca, utiliza um Style Layers Descriptor (SLD) para estilizar e visualizar os dados espaciais. Um SLD é uma especificação do OGC, bastante útil, caracterizada por uma linguagem XML (*Extensible Markup Language*). Em termos estruturais, um ficheiro SLD caracteriza-se por: *i) Header* que contem metadata XML e marca o início do ficheiro, *ii) por Feature Type Styles* que se traduz um grupo de regras para estilização, *iii) por Rules* que são diretivas individuais de estilização e por *iv) Symbolizer* que remete para a configuração do estilo a criar e que pode ser definido para pontos, linhas, polígonos, raster e texto. Consoante o formato dos dados escolheu-se o SLD característico, os formatos vetoriais podem ser definidos segundo: *i) linha*, formato unidimensional de configuração simplificada designada por *stroke* *ii) polígono*, forma bidimensional que pressupõe uma linha ou contorno designado por *stroke* e um preenchimento definido como *fill* e *iii) ponto* formato simples que pode ser representado de diferentes maneiras podendo também apresentar um contorno e um preenchimento; e os formatos raster por uma

ampla variedade de parâmetros tais como cor, opacidade, brilho e contraste; mas também segundo classes, intervalos, rampa de cores, entre outros.

Relativamente às *layers* utilizadas, a estilização foi feita da seguinte forma:

<i>Layer</i>	Formato	<i>Style Layer Descriptor</i> ²⁰
Concelho	Vetor /Polígono	SLD para polígonos: <i>Simple Polygon with stroke</i>
Edifícios	Vetor /Polígono	SLD para polígonos: <i>Simple Polygon with stroke</i>
Empresas	Vetor/ Ponto	SLD para pontos: <i>Simple Point with stroke</i>
Insolação	Vetor/ Polígono	SLD para polígonos: <i>Atributed-based polygons</i>
Radiação	Vetor/ Polígono	SLD para polígonos: <i>Atributed-based polygons</i>
Radiação Global	Raster	SLD para raster segundo intervalos: <i>Many color gradient/intervals</i>
Rendimento	Raster	SLD para raster segundo uma rampa de cores: <i>Many color gradient/ ramp</i>

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5.4 – SLD utilizado para a estilização das *layers* introduzidas.

Para verificar se as *layers* foram publicadas corretamente, utilizou-se o *Layer Preview* onde foi possível validar a informação antes de ser utilizada no WebSIG.



Fonte: geoserver.org

Figura 5.32 – Visualização *Layer Preview*

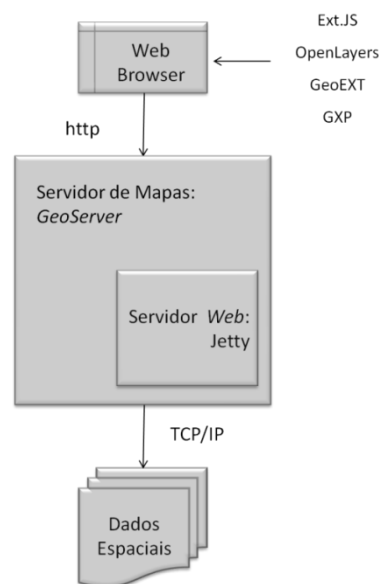
Uma vez disponível no GeoServer, a informação ficou apta a ser utilizada pelo WebSIG.

²⁰ Os códigos SLD utilizados encontram-se em anexo.

Para o desenvolvimento da aplicação optou-se por utilizar o software *OpenGeo Suite Client SDK* que oferece ferramentas para o desenvolvimento de aplicações para a disponibilização de mapas na internet.

Uma das principais vantagens deste software, está relacionada com o facto do mesmo ser suportado pelo *OpenGeo Suite*²¹, o qual reúne a arquitetura *OpenGeo* numa única plataforma. O *OpenGeo Suite* é uma completa plataforma web de criação de mapas construída por tecnologia de ponta no que respeita ao *open source*, sendo sustentada por programas como *PostGIS* (criação e edição de base de dados espaciais), *Geoserver*, o *GeoWebCache* (permite acelerar o processo de partilha de imagens e dados via web), *OpenLayers* (livraria *Javascript* que permite a publicação de mapas através de um browser) e *GeoEXT* (livraria *Javascript* que fornece um conjunto de aplicativos que possibilitam a edição, visualização e estilização da informação espacial), que funcionam como módulos dentro da arquitetura *OpenGeo*.

Em termos gerais a estrutura da aplicação web GeoSolar, resultado final do presente trabalho, consiste num *web browser* que, via *http*, acede ao servidor de mapas *web* (*GeoServer*) sustentado por um servidor *web* (*Jetty*) onde se encontram os dados espaciais que serão representados numa aplicação *web* (*WebSIG*) através de *TCP/IP* (*Transmissor Control Protocol/Internet Protocol*), utilizando livrarias *Javascript* que configuram e editam a informação geográfica (Figura 5.33).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.33 - Arquitetura da aplicação WebSIG GeoSolar

²¹Disponível em <http://opengeo.org/products/suite/>

O processo para criar e implementar uma aplicação através do *Client SDK*, é relativamente simples sem necessidades de instalação de programas. Após o *download* na página *web* do *OpenGeo*, instalou-se o ficheiro num local adequado, e.g. C:\opengeosuite -3.0.1-sdk\ e acedeu-se ao *script* de comandos *suite-sdk.cmd* para começar a criar a aplicação. Ao *suite-sdk.cmd* foi necessário adicionar o caminho para a aplicação para que todas as alterações produzidas ficassem guardadas num ficheiro, nomeadamente *suite_sdk create path/to/myapp* que resultou na diretoria C:\geo_solar. Dentro da diretoria criada, encontra-se o ficheiro de *script JavaScript*, *app.js*, no qual foram desenvolvidas todos os códigos de configuração da aplicação. Com este procedimento definiu-se a estrutura da aplicação e a diretoria na qual todos os recursos para a aplicação foram guardados.

Sempre que houve necessidade de aceder à aplicação para adicionar novos componentes, a mesma era executada em modo *debug* (linhas de comandos) fazendo referência ao servidor *GeoServer* (http://localhost:8080/geoserver/c:/geo_solar), que publicava a aplicação no *browser* através da URL <http://localhost:9080>. Para encerrar o servidor bastava fazer Ctrl + C na linha de comandos. De notar que para que a aplicação funcionasse teria que estar iniciado previamente o servidor *Geoserver* e só depois é que se iniciava o *debug* para o *client-sdk*.

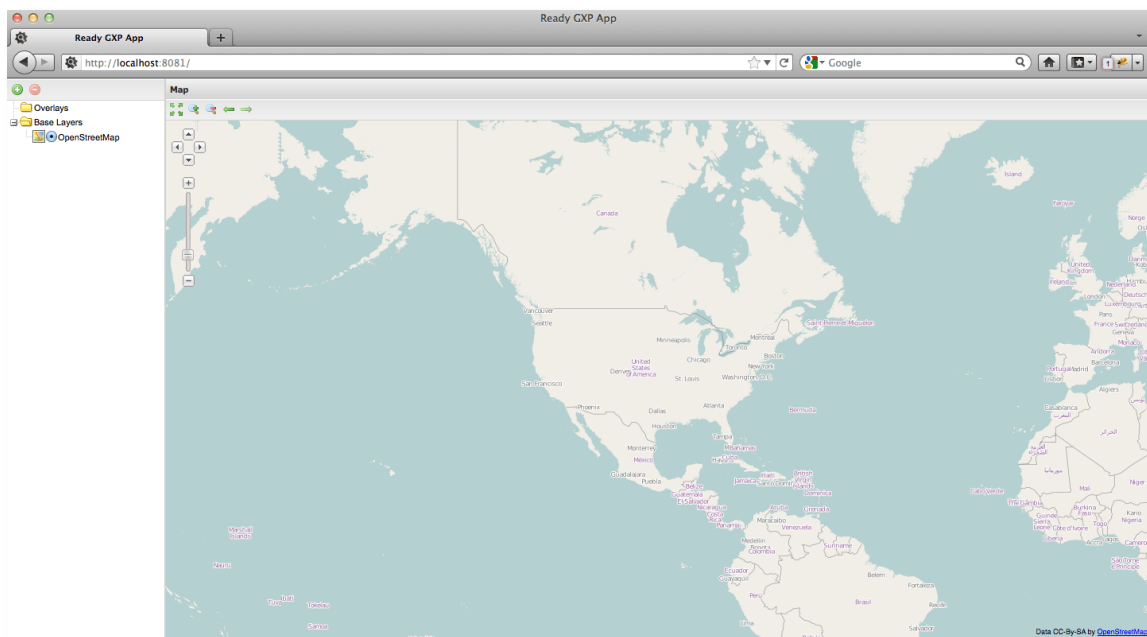
Em termos estruturais o ficheiro *app.js* é caracterizado por um *Viewer* (*gxp.Viewer*), objeto central da arquitetura do *Client SDK*, no qual se implementam as configurações da aplicação. O *Viewer* é constituído por um painel de visualização dotado de ferramentas predefinidas e de um mapa generalizado, podendo ser editado de acordo com os seguintes elementos:

- *portalItems* – onde se agruparam os elementos a adicionar ao portal além daqueles que são predefinidos;
- *portalConfig* – onde foram realizadas as operações de configuração dos objetos presentes no *viewer*;
- *tools* – conjunto de ferramentas que dinamizaram a aplicação;
- *mapItems* – onde foram agrupados todos os itens introduzidos para configuração da aplicação, e.g. *zoom slider*;
- *sources* – grupo onde se introduziu as fontes das *layers* presentes no visualizador, e.g. serviço WMS;

- *map* – onde se realizaram as configurações relativas a sistema de projeção, introdução de *layers*, etc.

A documentação de apoio ao código de programação do *OpenGeo Suite Client SDK* está suportada pela *API Reference*, que documenta as propriedades, os métodos e os eventos que facultam modificações ou introduzem extensões às classes Ext originais, configuradas através da combinação entre *OpenLayers* e *GeoExt* tornando o *gxp* um conjunto de componentes (e.g. widgets plugin, etc.) de alto nível para aplicações de mapeamento.

A primeira observação do visualizador mostrou um painel praticamente vazio onde figuravam alguns elementos predefinidos, como *add layer*, *remove layers*, *zoom in*, *zoom out*, *zoom to max extent*, *zoom to previous extent* e *zoom to next extent*, assim como *overlayers* e *base layers* com referência para o *OpenStreetMap*²² (Figura 5.34).



Fonte: OpenGeo Suite Client SDK

Figura 5.34 – Aspeto inicial da aplicação

Como vimos a flexibilidade e interação entre os modulo *open source* existentes é uma das principais vantagens do *OpenGeo Suite*, por isso para adicionar a informação do projeto ao mapa, basta que esteja introduzida e configurada no *GeoServer* para que possa ser utilizada e carregada diretamente no *Client SDK*.

²² Mapa Mundial Livre e Editável disponível em <http://www.openstreetmap.org/>

Uma vez instalado o *Client SDK* iniciou-se o processo de configuração da aplicação. No topo do código adicionaram-se todas as dependências, ou seja todos os requisitos para solicitar componentes *gxp*, isto é bastante importante para a ativação dos mesmos, depois basta inserir o respetivo código no grupo correspondente.

A primeira operação consistiu na introdução de um *gxp.zoomtolayerextent* para que ao carregar a informação seja possível um *zoom* para a área da *layer* a visualizar.

Assim, no topo adicionou-se a informação relativa à solicitação do *plugin*:

```
...
*@require plugins/ZoomToLayerExtent.js
...
```

Figura 5.35 – Exemplificação da solicitação de *plugins* no *Client SDK*

E na parte destinada às *Tools* inseriu-se o código da componente relativa, ou seja:

```
...
}, {
  ptype: "gxp_zoomtolayerextent",
  actionTarget: "map.tbar"
}, {
...
}
```

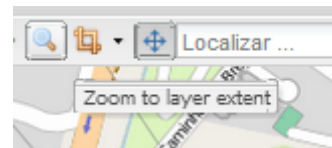


Figura 5.36 – *Zoom To Layer Extent*

Seguidamente procedeu-se à criação de uma ferramenta WMS para obtenção de informação relativa aos dados, através de *gxp.wmsgetfeatureinfo*. Com esta ferramenta ao clicar sobre as *layers* visualiza-se as características de cada *layer*. O procedimento foi o mesmo que o anterior, solicitando primeiro a dependência e depois o tipo de componente na parte destinada a *Tools* (Figura 5.37).

```
...
@require plugins/WMSGetFeatureInfo.js
...
}, {
  ptype: "gxp_wmsgetfeatureinfo",
  outputConfig: {
    width: 400
  },
  actionTarget: {
    target: "map.tbar",
    index: 1
  },
}
}
```



Figura 5.37 – *WMS Get Feature Info*

Associado a qualquer mapa existe sempre uma legenda, como tal foi criada uma através de *gxp_legend*. No entanto houve a necessidade de definir que a legenda iria ficar no lado oeste (esquerdo) do *viewer* e que iria estar inserida no mesmo grupo dos temas. Teve que ser criado um *container* geral no qual se inseriu *items* do tipo *xtype tabpanel* que agrupam os Temas e a Legenda (Figura 5.38).

```

}, {
  id: "westpanel",
  xtype: "container",
  layout: "fit",
  region: "west",
  width: 200,
  items: [{
    xtype: 'tabpanel',
    activeTab: 0, // index or id
    items:[{
      title: 'Temas',
      id: 'treepanel',
      layout: "fit"
    },{
      title: 'Legenda',
      id: 'legendpanel',
      layout: "fit"
    }
  ]
}],
},

```

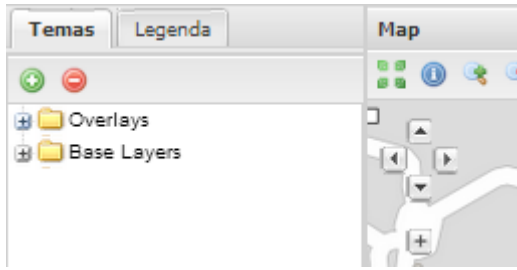


Figura 5.38 – Adicionar Legenda

Para facilitar a localização dos lugares criou-se um *Google Geocoder Search Field* através do *plugin gxp_googlegeocoder*. Acedendo a esta ferramenta facilmente deslocamos o nosso mapa para localidades específicas, como por exemplo Lisboa, Albufeira (Figura 5.39).

```

...
* @require plugins/GoogleGeocoder.js
...
},{
  ptype: "gxp_googlegeocoder",
  outputTarget: "map.tbar",
  outputConfig: {
    emptyText: "Localizar ..."
  }
},

```

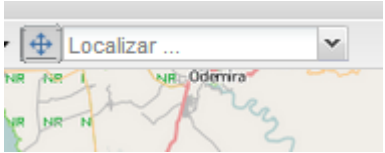


Figura 5.39 – Introdução *Google Geocoder*

A função para medir o comprimento ou uma determinada área também tem a sua importância, como tal adicionou-se um botão com esta funcionalidade, obedecendo ao procedimento geral com a informação relativa ao pedido do *plugin* no início do código e a introdução do código relativa à função *measure* no grupo das *Tools* (Figura 5.40).

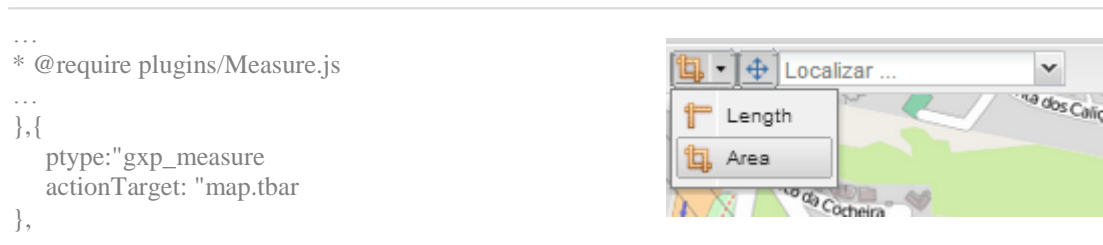


Figura 5.40 – Introdução ferramenta *Measure*

Relativamente às *layers* para a sua introdução teve que se definir qual a sua fonte, e.g. *openlayers*, *WMS*, etc., no grupo *sources* (Figura 5.41).

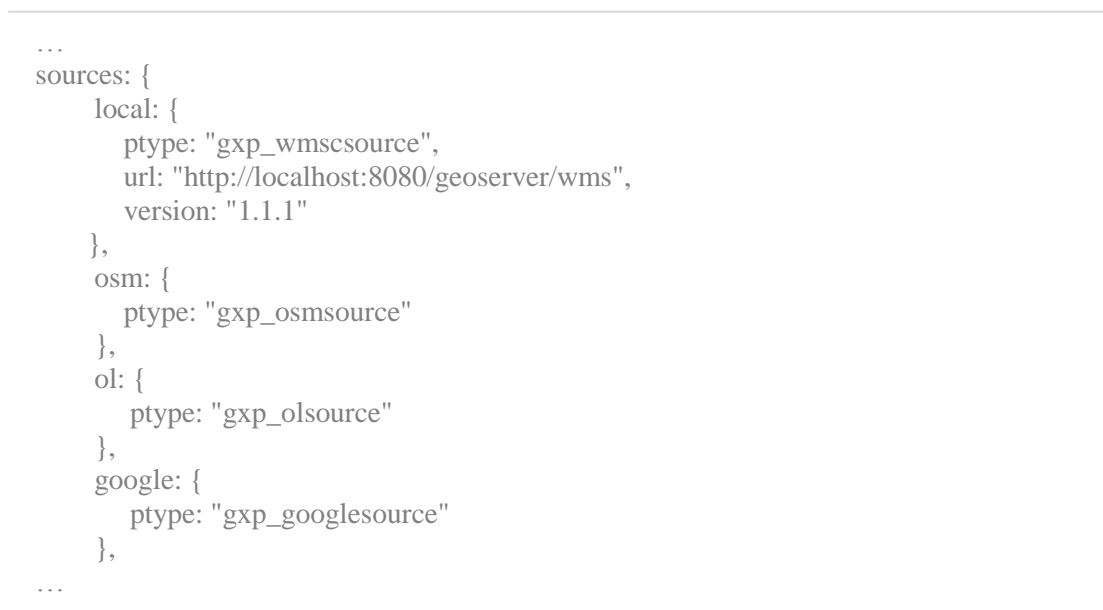


Figura 5.41 – Exemplificação de parte do código correspondente aos *sources*

E uma vez definida a fonte que as foi necessário proceder à sua implementação no grupo *maps* onde se encontra toda a informação que pretendemos integrar no *viewer* (Figura 5.42).

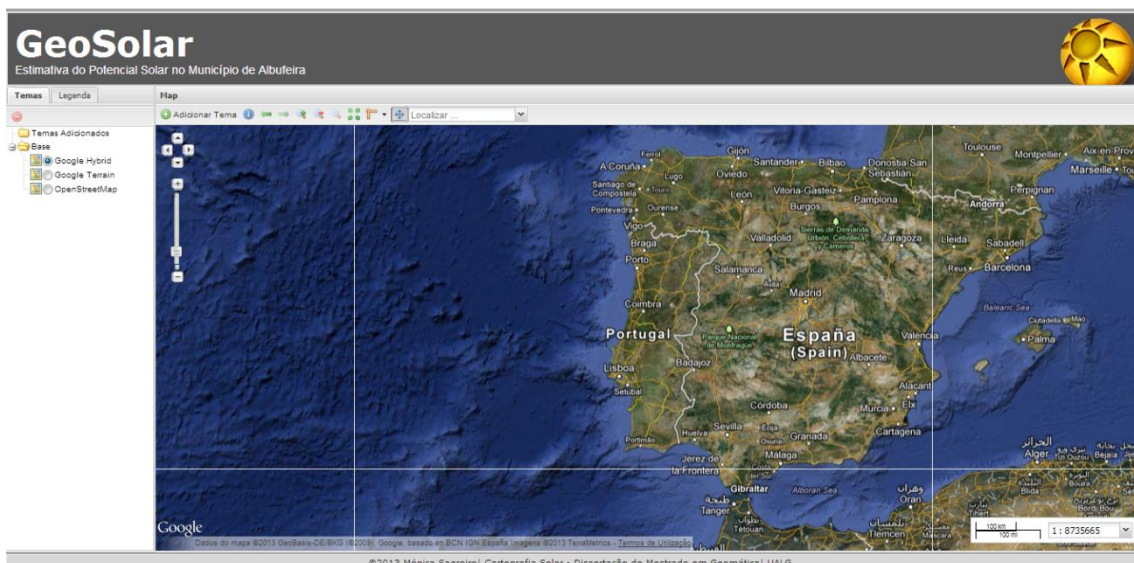
```

...
map: {
  id: "mymap",
  title: "Map",
  projection: "EPSG:900913",
  center: [-917853, 4452348],
  zoom: 13,
  layers: [{
    source: "osm",
    name: "mapnik",
    group: "background"
  }, {
    source: "local",
    name: "geosolar:Radiacao Global",
    title: "Radiacao Global",
    selected: true
  }, {
    source: "google",
    name: "HYBRID",
    group: "background"
  }
  ]},
...

```

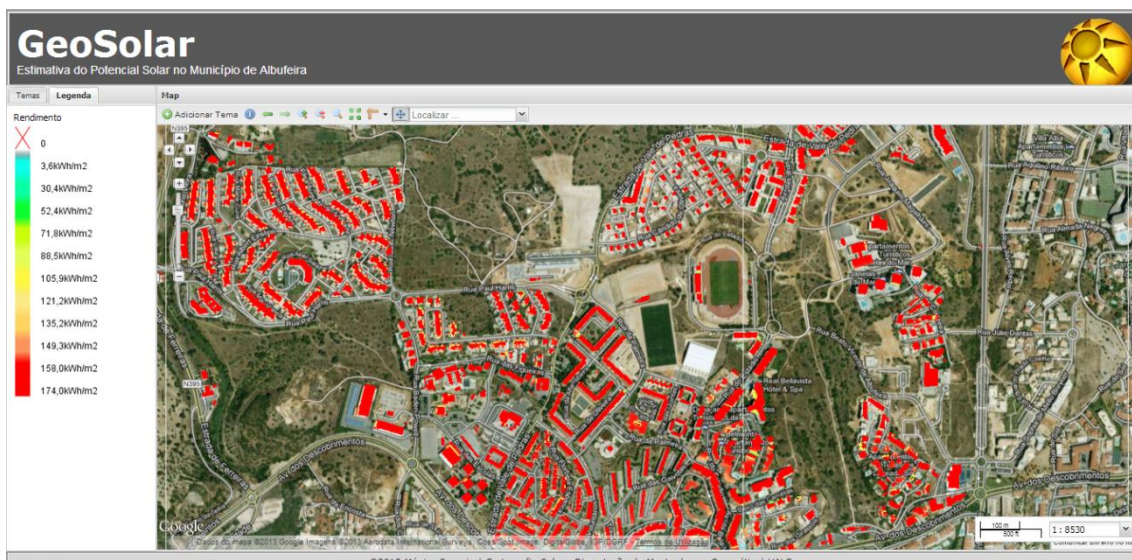
Figura 5.42 – Exemplificação de parte do código correspondente ao *map*

Nestes dois grupos, foi também definida a cartografia base a utilizar no *viewer*, e.g. *OpenStreetMap*, *Google Hybrid* (imagem com os nomes das ruas) e/ou *Google Terrain*. Outras configurações foram realizadas, no entanto para o texto tentou-se fazer uma síntese das principais estando o código final da aplicação disponível nos anexos. Como resultado final da aplicação obteve-se o WebSIG GeoSolar (Figuras 5.43 e 5.44).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.43 – Aplicação WebSIG GeoSolar



Fonte: Elaboração Própria

Figura 5.44 – Exemplificação da análise espacial do potencial solar através do GeoSolar.

Capítulo 6

Resultados

Para se fazer bem geografia não se pode fazer só geografia.

Orlando Ribeiro

Segundo VALLÊRA (2006), um dos grandes benefícios potenciais das energias renováveis resulta da criação de toda uma fileira, desde a investigação e desenvolvimento à conceção, produção, projeto, instalação e exploração.

De facto o carácter interdisciplinar é de grande importância para o aperfeiçoamento dos conhecimentos acerca das energias renováveis, e é essa multidisciplinaridade que produz e torna possíveis estudos como a presente dissertação.

Não sendo um trabalho técnico para implementação de tecnologia ao nível do aproveitamento da energia solar, teve como principal objetivo mostrar o potencial de radiação solar global para uma determinada área de estudo no Município de Albufeira, o qual integrado numa perspetiva do ordenamento do território e planeamento urbano, se poderá traduzir num meio de suporte à tomada de decisões e posteriormente à implementação de painéis fotovoltaicos ou até mesmo à projeção soluções passivas, no domínio, por exemplo, da arquitetura sustentável, quanto ao aproveitamento eficiente da energia solar.

Todo o trabalho desenvolvido foi encarado como um desafio, que consideramos positivo na medida em que os resultados atingidos foram de encontro às expectativas criadas.

Ao serem definidos dois grande objetivos para o desenvolvimento do trabalho, os quais propunham o cálculo da radiação solar global incidente para área definida e a construção de uma aplicação para disponibilização da informação via *web*, criou-se a

oportunidade para evidenciar as vantagens que oferecem os sistemas de informação geográfica em todo o processo de gestão e planeamento do aproveitamento da energia solar.

Os SIG são, efetivamente, um importante alicerce para a análise espacial e cada vez mais estão presentes no nosso quotidiano, ajudando a modelar a grande diversidade de problemas reais.

Desta forma, a utilização destes sistemas tornou possível a execução do trabalho e sem a sua utilização seria muito mais difícil alcançar os objetivos apontados. O facto de se utilizar, por um lado, *softwares* ditos comerciais e, por outro, *softwares* livres ou usualmente conhecidos por *open source*, permitiu tomar conhecimento das diferentes soluções existentes e compreender que o software *open source* está, também, bastante competitivo ao nível de soluções disponíveis.

Apesar de não ter sido utilizada tecnologia LIDAR, tecnologia que permite uma precisão na ordem dos centímetros, devido á inexistência desta informação para a área de estudo, conseguiu-se encontrar um situação viável e que pode ser um ponto de partida para desenvolvimentos futuros.

Para o cálculo do potencial solar, foi utilizado o *software* comercial ArcGIS10 e através da extensão *Solar Radiation* alcançaram-se valores aceitáveis comprovando, uma vez mais, que a Região Algarvia apresenta condições privilegiadas no que toca às horas de sol existentes. Em termos de energia solar incidente a área de estudo apresenta um total de 359156,2MWh, possibilitando uma produção de energia de aproximadamente 43098,74 MW/h, sendo que a área necessária para produzir 1MWh é de 6m².

A integração da informação adquirida com a internet através de um WebSIG (GeoSolar) traduziu-se num importante contributo para divulgação dos dados e para o acesso generalizado à informação. A utilização de *software* livre revelou-se bastante importante possibilitando a disponibilização da informação geográfica num servidor web de mapas, o *Geoserver*, de custo zero e com grande potencial em termos de serviços disponibilizados, apresentando-se como uma solução bastante competitiva no que toca ao seu concorrente comercial o *ArcGisServer*, por sinal, bastante dispendioso. Para além do *Geoserver*, a utilização de aplicações suportadas pelo OpenGeoSuite,

nomeadamente o *Client-SDK*, permitiram desenvolver a aplicação GeoSolar (aplicação final do presente trabalho) de forma simplificada, exemplificando-se assim o importante contributo destas soluções de código aberto no domínio da informação espacial.

Capítulo 7

Considerações Finais

O princípio da finalidade não é constitutivo, mas regulador.

Emanuele Kant

Como referido, a grande dependência externa de Portugal face aos combustíveis fósseis é um dos muitos aspetos que vulnerabilizam a economia do nosso país no presente contexto económico e social. Esta temática tem ganho uma crescente atenção por parte dos governos, assistindo-se cada vez mais à promoção da utilização de fontes de energias renováveis como alternativa aos combustíveis convencionais.

Do conjunto das fontes renováveis, a energia solar é uma das mais promissoras em termos de aproveitamento, característica justificada pelo facto de ser considerada uma fonte de energia limpa pois o seu funcionamento não implica emissões indesejáveis (BRITO e SILVA, 2006) e com fortes potencialidades de utilização em Portugal, principalmente no sul do país.

Com efeito, Portugal, é um dos países europeus que recebe índices mais elevados de radiação solar por unidade de superfície, facto que resulta da sua posição geográfica, no flanco sul europeu, de clima de características mediterrânicas a subtropical. (RAMOS e VENTURA, 1997). Com valores médios de radiação solar na ordem do 1500 kWh/m² apresenta excelentes condições para o aproveitamento da energia solar, em especial na região do Algarve que se caracteriza por valores de insolação entre as 3000 e as 3200 horas.

Um dos aspetos mais importantes para o desenvolvimento das energias renováveis, prende-se com análise do potencial associado. Como tal, no caso específico da energia solar, o presente trabalho mostrou como este tipo de análise é importante e

como pode ser tratado através dos SIG, importantes ferramentas de processamento de dados espaciais.

A existência de modelos solares permite por, isso mesmo, antever as características de determinada área ao nível do seu potencial e analisar se a mesma possui ou não características essenciais para a instalação de sistemas de aproveitamento de energia solar, apoiando desta forma a tomada de decisões.

Para além do interessante, em termos académicos, consideramos que o resultado final deste trabalho poderá contribuir como ferramenta de suporte às próprias opções de organização espacial em apoio dos instrumentos de ordenamento do território e planeamento urbano. Além disso, a disponibilização da informação via web possibilita um acesso geral dos dados à população em geral, permitindo tanto ao cidadão em geral como aos profissionais, uma mais completa perceção das melhores áreas para aproveitamento da energia solar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, Anthimio J.; MARQUES, Carlos, V. - Insolação. Atlas do ambiente. Notícia Explicativa. Lisboa: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. I.1 (1987).
- AZEVEDO, Anthimio J.; MARQUES, Carlos, V. – Radiação Solar. Atlas do ambiente. Notícia Explicativa. Lisboa: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. I.3 (1988).
- BRITO, Miguel C.; GOMES, Nuno; SANTOS, Teresa; TENEDÓRIO, José A. - Photovoltaic potential in a Lisbon suburb using LIDAR data. Solar Energy. The Official Journal of the International Solar Energy Society. ISSN 0038-092X. Vol.86. (2012). P. 283-288.
- BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. – Energia Fotovoltaica: conversão de energia solar em eletricidade. O Instalador. (2006)
- CAETANO, Fátima - Energia: O motor da humanidade. Energia elétrica. Ingenium. ISSN 0870-5968. II Série, n.º 105 (2008) p. 16-17.
- CAETANO, M., NUNES, V. e NUNES, A. - **CORINE Land Cover 2006 for Continental Portugal**. Relatório técnico. Lisboa: Instituto Geográfico Português, 2009.
- COSME, António - **Projeto em Sistemas de Informação Geográfica**. Lisboa: Lidel, 2012. ISBN 978-972-757-849-8.
- DAVEAU, Suzanne - **Portugal Geográfico**. 3.ª ed. Lisboa: João Sá Costa, 2000. ISBN 972-9230-41-2.
- DECRETO- LEI n.º 38 382/51. D.R. I Série. 166 (51-08-07) 715-729, aprova o Regulamento Geral das edificações Urbanas.
- DRAGICEVIC, Suzana. - The Potential of Web-based GIS, In Journal of Geographical Systems. Journal of Geographical Systems. ISSN 1435-5930. Vol.6, n. º2. (2004) p.79-81.
- DUBAYAH, Ralph. and Rich, Paul M. - GIS-based solar radiation modeling. In GIS and Environmental Modeling: progress and research issues. USA:Fort Collins, Co., 1995. ISSN 0-470-23677-9. Pt. 24, p. 129-134.
- DUBAYAH, Ralph. and Rich, Paul.M. - Topographic solar radiation models for GIS, International Journal of Geographical Information Systems. ISSN 1365-8816. Vol. 9, n. º4 (1995) p.405-419.
- FU, Pinde., RICH, Paul M. - Design and implementation of Solar Analyst: an ArcView extension for modeling solar radiation landscape scales. In PROCEEDINGS OF THE NINETEENTH ANNUAL ESRI USER CONFERENCE, 1999.
- FU, Pinde; RICH, Paul M. – The Solar Analyst 1.0. User Manual [Em linha]. USA: Helios Environmental Modeling Institute, LLC, 1999 [Consult. 17 Mai. 2012]. Disponível em:
<[URL:http://www.fs.fed.us/informs/solaranalyst/solar_analyst_users_guide.pdf](http://www.fs.fed.us/informs/solaranalyst/solar_analyst_users_guide.pdf)>
- FURFARI, Samuel - **O Mundo e a Energia Desafios Geopolíticos 1. As Chaves para a compreensão**. Vigo: XoánVásquez Mao, 2010. ISBN 978-84-693-4778-2.

FURFARI, Samuel - **O Mundo e a Energia Desafios Geopolíticos 2. Jogos de Poder.** Vigo: Xoán Vázquez Mao, 2010. ISBN 978-84-693-4779-9.

GARCIA, Ricardo - **Sobre a Terra. Um guia para quem lê e escreve sobre ambiente.** Lisboa: Público, 2004. ISBN 972-8179-85-5.

GEIGER, Rudolf - **Manual de Microclimatologia. O Clima da Camada de Ar Junto ao Solo.** 2.^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990. ISBN 972-31-0522-5.

GOMES, Nuno Miguel Pereira Gomes - **Integração de Dados LIDAR com imagens de muito alta resolução espacial para determinação de áreas urbanas com potencial solar.** Lisboa: [s. n.]. 2011. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.

GREENPRO - **Energia Fotovoltaica: manual sobre tecnologias, projeto e instalação.** Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2004.

HOBBS, J. E. – **Radiation. Applied Climatology.** Londres: Butterworths, 1980.

HOFIERKA, Jaroslav; SÚRI, Marcel - The solar radiation model for Open source GIS: implementations and applications. In proceedings of the open source gis-grass users conference. Trento, 2002, p.1-19.

HUANG, Shengli; FU, Pinde - Modeling Small Areas is a Big Challenge, using the solar radiation analysis tools in ArcGIS Spatial Analyst. **ArcUser** [Em linha]. (2009), p. 28-30. [Consult.17Mai.2012]. Disponível na internet: <http://www.esri.com/news/arcuser/0309/files/solar.pdf> >.

HUBBERT, Martin K. – Energy and Power. A Scientific American Book. [Em Linha]. USA: W.H.Freeman & Co Ltd, 1971 [Consult.12 Fev. 2013]. Disponível na internet:<URL: <http://www.hubbertypeak.com/hubbertype/energypower/>>. ISBN 9780716709381.

IZQUIERDO, Salvador, RODRIGUES, Marcos, FUEYO, Norberto - A method for estimating the geographical distribution of the available roof surface area for large-scale photovoltaic energy-potential evaluations. Solar Energy. The Official Journal of the International Solar Energy Society. ISSN 0038-092X. Vol. 82, n.º 10 (2008) p 929-939.

KRAAK, M. (2004) The role of the map in a Web-Gis environment. Journal of Geographical Systems. ISSN 1435-5930. Vol. 6, n.º 2 (2004) p. 83-93.

LAVADO, Ana Luísa Catarré - **Os Atuais Desafios da Energia. Implementação e Utilização das Energias Renováveis.** Lisboa: [s.n.]. 2009. Dissertação apresentada à, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

MATOS, João Luís - **Fundamentos de Informação Geográfica.**2.^a ed. Lisboa: Lidel, 2001. ISBN 972-757-185-9

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Plano Regional de Ordenamento do Território. Algarve. Volume 1. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve. maio 2007.

NP 405-1. 1995, Informação e documentação - Referências Bibliográficas: documentos Impressos. IPQ

NP 405-4. 1995, Informação e documentação - Referências Bibliográficas: parte 4: documentos eletrónicos. IPQ.

PARTIDÁRIO, Maria do Rosário - **Introdução ao Ordenamento do Território**. Lisboa: Universidade Aberta, 1999. ISBN 972-674-273-0

PEIXOTO, José Pinto - **A radiação solar e o meio ambiente**. Col. O Ambiente e o Homem. Lisboa: Comissão Nacional do Ambiente, 1981.

PEREIRA, Manuel Collares - O Aproveitamento da Energia Solar em Portugal. Ingenium. ISSN 0870-5968. II Série, n.º 131 (2012) p. 27 – 28.

PEREIRA, Manuel. Collares - Energia e Ambiente num Mundo com muita Gente. Nação e Defesa. ISSN 0870-757X. 4.ª Série, n.º 122 (2009) p. 25-41.

PORTUGAL. Instituto Nacional de Estatística - **XV Recenseamento Geral da População e V Recenseamento Geral da Habitação** [Em linha]. Lisboa: INE [Consult. em 12 Dez. 2012]

Disponível em

WWW:<[URL:http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_a_presentacao](http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_a_presentacao)>

RAMOS, Catarina., VENTURA, José Eduardo - A Energia Solar em Portugal: Potencialidades e Diferenciação Regional. III Congresso da Geografia Portuguesa, Porto, 1997. Lisboa: Edições Colibri e Associação Portuguesa de Geógrafos 1999, p. 453-461.

REPUBLICA PORTUUESA. Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis: ao abrigo da Diretiva 2009/28/CE, de 23 de abril de 2009.

RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS de 15 de abril de 2010. “D.R. I Série”. 73 (10-04-15) 1289-1296.

SCHWARZ, Henrique - Energia, Geopolítica e a Política da Biosfera. Nação e Defesa. ISSN 0870-757X. 3.ª Série, n.º 116 (2007) p.7-29.

SILVA, António Costa - A Segurança Energética da Europa. Nação e Defesa. ISSN 0870-757X. 3.ª Série, n.º 116 (2007) p. 31-72.

STEINIGER, Stefan; HUNTER, Andrew J. S. - The 2012 free and open source GIS software map – A guide to facilitate research, development, and adoption. Computers, Environment and Urban Systems. ISSN 0198-9715. (2012) p. 1- 15.

STRAHLER, Arthur N.; STRAHLER, Alan. H. - **Solar Radiation. Environmental Geoscience: Interaction between Natural Systems and Man**. California: Hamilton Publishing Company, 1973. ISBN 0471831638.

SUI, Daniel; GOODCHILD, Michael F. - Gis as a media? International Journal of Geographical Information Science. ISSN 1365-8816. Vol. 15, n.º 5 (2001) p. 387-390.

SURI, Marcel; HOFIERKA, Jaroslav - A new GIS-Based solar radiation model and its application to photovoltaic assessments. Transactions in GIS. ISSN 1467-9671. Vol. 8, n.º 2 (2004) p.175-190.

SÚRI, Marcel; HULD, Thomas A.; DUNLOP, Ewan D.; OSSENBRINK, Heinz A. - Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. Solar Energy. The Official Journal of the International Solar Energy Society. ISSN 0038-092X. Vol. 81, n.º 10 (2007) p. 1295–1305.

SURI, Marcel; HULD, Thomas A.; Dunlop, Ewan.D. - PV-GIS: a web based solar radiation database for the calculation of PV potential in Europe. International Journal of Sustainable Energy. ISSN 1478-6451. Vol. 24, n.º 2 (2005) p. 55-67.

VALLÊRA, António – Energia Solar Fotovoltaica. Gazeta da Física. ISSN 0396-3561. Vol. 29, n.º 1-2 (2006) p. 36-41.

WIGINTON, L.K.; NGUYEN, H.T.; PEARC, J.M. - Quantifying rooftop solar photovoltaic for regional renewable energy policy. Computers, Environment and Urban Systems. ISSN 0198-9715. Vol. 34 (2010) p. 354-357.

WITTMAN, H; BAJONS, P.; DONEUS, M., FRIESINGER, H. - Identification of roof areas suited for solar energy conversion systems. Renewable Energy ISSN 0960-1481. Vol. 11, n.º 1 (1997) p. 25-36.

YANG, Chaowei. [et al.] - Performance-improving techniques in web-based GIS. International Journal of Geographical Information Science. Vol. 19, n.º 3 (2005) p. 319-342.

SITES CONSULTADOS

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home> (janeiro, 2012)

<http://resources.arcgis.com/content/arcgisdesktop/10.0/about> (fevereiro, 2012)

<http://mapas.sapo.pt> (fevereiro, 2012)

<http://maps.google.pt> (fevereiro, 2012)

<http://www.apambiente.pt> (março, 2012)

<http://www.mapquest.com> (março, 2012)

<http://www.eea.europa.eu/pt> (abril, 2012)

<http://www.esri.com/> (maio, 2012)

<http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html> (julho, 2012)

<http://www.iea.org> (junho, 2012)

<http://www.igeo.pt> (junho, 2012)

<http://www.igeoe.pt> (junho, 2012)

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm> (agosto, 2012)

<http://www.dgeg.pt> (outubro, 2012)

<http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome> (setembro, 2012)

<http://opengeo.org/products/suite> (dezembro, 2012)

<http://opengeo.org/technology/sdk> (dezembro, 2012)

<http://www.opengeospatial.org> (janeiro, 2013)

<http://www.openstreetmap.org> (janeiro, 2013)

<http://www.cm-albufeira.pt> (março, 2013)

<http://www.europarl.europa.eu> (março, 2013)

ANEXOS

ANEXO I

Código Model Builder

▪ **Relatório *Model Builder*: Edifícios**

Executing (Select Data): SelectData

C:\CMA_Solar\SHP\Concelho\concelho_2004_10k\mnt\con_albufeira_mnt.dgn

Polyline

Start Time: Sun Apr 04 22:54:06 2013

Succeeded at Sun Apr 04 22:54:06 2013 (Elapsed Time: 0.00 seconds)

Executing (Feature To Polygon): FeatureToPolygon

C:\CMA_Solar\SHP\Concelho\concelho_2004_10k\mnt\con_albufeira_mnt.dgn\Polyline C:\CMA_Solar\MB\edif_polygon.shp # ATTRIBUTES #

Start Time: Sun Apr 04 22:54:07 2013

Reading Features...

Cracking Features...

Assembling Features...

Succeeded at Sun Apr 04 22:54:51 2013 (Elapsed Time: 44.00 seconds)

Executing (Clip): Clip C:\CMA_Solar\MB\edif_polygon.shp

C:\CMA_Solar\areaestudo\Outros\area_teste.shp C:\CMA_Solar\MB\edif_clip.shp #

Start Time: Sun Apr 04 22:54:51 2013

Reading Features...

Cracking Features...

Assembling Features...

Succeeded at Sun Apr 04 22:54:57 2013 (Elapsed Time: 6.00 seconds)

Executing (Clip (2)): Clip C:\CMA_Solar\areaestudo\Edificios\edificado.shp

C:\CMA_Solar\areaestudo\Outros\area_teste.shp

C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp #

Start Time: Sun Apr 04 22:54:57 2013

Reading Features...

Cracking Features...

Assembling Features...

Succeeded at Sun Apr 04 22:54:58 2013 (Elapsed Time: 1.00 seconds)

Executing (Spatial Join): SpatialJoin C:\CMA_Solar\MB\edif_clip.shp
C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp C:\CMA_Solar\MB\Edificios.shp
JOIN_ONE_TO_ONE KEEP_ALL "num_porta" "num_porta" true true false 36 Text 0
0 ,First,#,C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp,num_porta,-1,-1;pisos_sup
"pisos_sup" true true false 11 Double 0 11
,First,#,C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp,pisos_sup,-1,-1;Altura "Altura" true
true false 7 Long 0 7 ,First,#,C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp,Altura,-1,-
1;observ "observ" true true false 50 Text 0 0
,First,#,C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp,observ,-1,-1;H_c_R_c "H_c_R_c" true
true false 5 Long 0 5 ,First,#,C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp,H_c_R_c,-1,-1;Id
"Id" true true false 6 Long 0 6 ,First,#,C:\CMA_Solar\MB\edificado_clip.shp,Id,-1,-1"
INTERSECT # #

Start Time: Sun Apr 04 22:54:59 2013

Succeeded at Sun Apr 04 22:55:04 2013 (Elapsed Time: 5.00 seconds)

▪ **Relatório *Model Builder*: Aplicação Solar**

Executing (Feature to Raster): FeatureToRaster
C:\CMA_Solar\areaestudo\Edificios\Edificios.shp Altura
C:\CMA_Solar\MB\edificios_rst 1

Start Time: Thu Apr 04 13:16:26 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:16:28 2013 (Elapsed Time: 2.00 seconds)

Executing (Extract by Mask): ExtractByMask
C:\CMA_Solar\SHp\Concelho\concelho_2004_10k\MNA\mna_10k_final
C:\CMA_Solar\MB\area_teste.shp C:\CMA_Solar\MB\mna_extract1

Start Time: Thu Apr 04 13:16:28 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:16:32 2013 (Elapsed Time: 4.00 seconds)

Executing (Raster to Point): RasterToPoint C:\CMA_Solar\MB\mna_extract1
C:\CMA_Solar\MB\mna_raster_point.shp Value

Start Time: Thu Apr 04 13:16:32 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:16:34 2013 (Elapsed Time: 2.00 seconds)

Executing (IDW (1m)): Idw C:\CMA_Solar\MB\mna_raster_point.shp GRID_CODE
C:\CMA_Solar\MB\idw_mna_rst3 1 2 "VARIABLE 12" #

Start Time: Thu Apr 04 13:16:35 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:16:56 2013 (Elapsed Time: 21.00 seconds)

Executing (Cell Statistics): CellStatistics
C:\CMA_Solar\MB\edificios_rst;C:\CMA_Solar\MB\idw_mna_rst3
C:\CMA_Solar\MB\cellsta_sum SUM DATA

Start Time: Thu Apr 04 13:16:56 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:16:57 2013 (Elapsed Time: 1.00 seconds)

Executing (Extract by Mask (2)): ExtractByMask C:\CMA_Solar\MB\cellsta_sum
C:\CMA_Solar\areaestudo\Edificios\Edificios.shp C:\CMA_Solar\MB\extr_cellsta

Start Time: Thu Apr 04 13:16:58 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:17:00 2013 (Elapsed Time: 2.00 seconds)

Executing (Zonal Statistics): ZonalStatistics
C:\CMA_Solar\areaestudo\Raster\edificios_rst VALUE
C:\CMA_Solar\MB\extr_cellsta C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean MEAN DATA

Start Time: Thu Apr 04 13:17:00 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:17:01 2013 (Elapsed Time: 1.00 seconds)

Executing (Area Solar Radiation): AreaSolarRadiation C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean
C:\CMA_Solar\MB\zonal_solar 37.0970672183467 200 "WholeYear 2012" 14 0.5
NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8 UNIFORM_SKY 0.3 0.5
C:\CMA_Solar\MB\zonal_dir C:\CMA_Solar\MB\zonal_dif
C:\CMA_Solar\MB\zonal_dur

Start Time: Thu Apr 04 13:17:01 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:22:22 2013 (Elapsed Time: 5 minutes 21 seconds)

Executing (Raster to Point (2)): RasterToPoint C:\CMA_Solar\MB\edificios_rst
C:\CMA_Solar\MB\edificios_point.shp VALUE

Start Time: Thu Apr 04 13:22:23 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:22:45 2013 (Elapsed Time: 22.00 seconds)

Executing (Points Solar Radiation): PointsSolarRadiation
C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\edificios_point.shp
C:\CMA_Solar\MB\point_solar.shp 0 37.0970672183467 200 "WholeYear 2012" 14
0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8 UNIFORM_SKY 0.3 0.5
C:\CMA_Solar\MB\point_dir.shp C:\CMA_Solar\MB\point_dif.shp
C:\CMA_Solar\MB\point_dur.shp

Start Time: Thu Apr 04 13:22:45 2013

Succeeded at Thu Apr 04 13:31:20 2013 (Elapsed Time: 8 minutes 35 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (2)): AreaSolarRadiation
C:\CMA_Solar\SHp\Concelho\concelho_2004_10k\MNA\mna_10k_final
C:\CMA_Solar\MB\abf_solar 45 200 "WholeYear 2012" 14 0.5 NOINTERVAL 1
FROM_DEM 32 8 8 UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\abf_dir
C:\CMA_Solar\MB\abf_dif C:\CMA_Solar\MB\abf_dur

Start Time: Thu Apr 04 13:31:21 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:15:36 2013 (Elapsed Time: 44 minutes 15 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (3)): AreaSolarRadiation
C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean "C:\Users\Mónica

Sagreiro\Documents\ArcGIS\Default.gdb\AreaSol_zona1" 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 1 31" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\1_dir C:\CMA_Solar\MB\1_dif
C:\CMA_Solar\MB\1_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:15:37 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:19:34 2013 (Elapsed Time: 3 minutes 57 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (4)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\2 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 32 60" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\2_dir C:\CMA_Solar\MB\2_dif
C:\CMA_Solar\MB\2_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:19:35 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:23:31 2013 (Elapsed Time: 3 minutes 56 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (5)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\3 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 61 91" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\3_dir C:\CMA_Solar\MB\3_dif
C:\CMA_Solar\MB\3_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:23:32 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:27:33 2013 (Elapsed Time: 4 minutes 1 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (6)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\4 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 92 121" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\4_dir C:\CMA_Solar\MB\4_dif
C:\CMA_Solar\MB\4_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:27:34 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:31:36 2013 (Elapsed Time: 4 minutes 2 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (7)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\5 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 122 152" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\5_dir C:\CMA_Solar\MB\5_dif
C:\CMA_Solar\MB\5_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:31:37 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:35:39 2013 (Elapsed Time: 4 minutes 2 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (8)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\6 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 153 182" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\6_dir C:\CMA_Solar\MB\6_dif
C:\CMA_Solar\MB\6_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:35:40 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:39:49 2013 (Elapsed Time: 4 minutes 9 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (9)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\7 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 183 213" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\7_dir C:\CMA_Solar\MB\7_dif
C:\CMA_Solar\MB\7_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:39:50 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:43:51 2013 (Elapsed Time: 4 minutes 1 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (10)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\8 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 214 243" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\8_dir C:\CMA_Solar\MB\8_dif
C:\CMA_Solar\MB\8_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:43:52 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:47:55 2013 (Elapsed Time: 4 minutes 3 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (11)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\9 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 245 274" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\9_dir C:\CMA_Solar\MB\9_dif
C:\CMA_Solar\MB\9_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:47:56 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:51:58 2013 (Elapsed Time: 4 minutes 2 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (12)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\10 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 275 305" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\10_dir C:\CMA_Solar\MB\10_dif
C:\CMA_Solar\MB\10_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:51:59 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:55:57 2013 (Elapsed Time: 3 minutes 58 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (13)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\11 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 306 335" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\11_dir C:\CMA_Solar\MB\11_dif
C:\CMA_Solar\MB\11_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:55:58 2013

Succeeded at Thu Apr 04 14:59:52 2013 (Elapsed Time: 3 minutes 54 seconds)

Executing (Area Solar Radiation (14)): AreaSolarRadiation

C:\CMA_Solar\MB\zonal_mean C:\CMA_Solar\MB\12 37.0970672183467 200
"MultiDays 2012 336 366" 14 0.5 NOINTERVAL 1 FROM_DEM 32 8 8
UNIFORM_SKY 0.3 0.5 C:\CMA_Solar\MB\12_dir C:\CMA_Solar\MB\12_dif
C:\CMA_Solar\MB\12_dur

Start Time: Thu Apr 04 14:59:53 2013

Succeeded at Thu Apr 04 15:03:47 2013 (Elapsed Time: 3 minutes 54 seconds)

ANEXO II

Códigos Style Layer Descriptor

▪ **SLD layer Concelho:**

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <NamedLayer>
    <Name>Polígono com Contorno</Name>
    <UserStyle>
      <Title>Concelho</Title>
      <FeatureTypeStyle>
        <Rule>
          <PolygonSymbolizer>
            <Fill>
              <CssParameter name="fill">#000000</CssParameter>
            </Fill>
            <Stroke>
              <CssParameter name="stroke">#A4A4A4</CssParameter>
              <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>
            </Stroke>
          </PolygonSymbolizer>
        </Rule>
      </FeatureTypeStyle>
    </UserStyle>
  </NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>
```

▪ **SLD layer Edifícios**

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <NamedLayer>
    <Name>Polígono com Contorno</Name>
    <UserStyle>
      <Title>Edifícios</Title>
```

```

<FeatureTypeStyle>
  <Rule>
    <PolygonSymbolizer>
      <Fill>
        <CssParameter name="fill">#FFFFFF</CssParameter>
        <CssParameter name="opacity">0</CssParameter>
      </Fill>
      <Stroke>
        <CssParameter name="stroke">#A4A4A4</CssParameter>
        <CssParameter name="stroke-width">0.5</CssParameter>
      </Stroke>
    </PolygonSymbolizer>
  </Rule>
</FeatureTypeStyle>
</UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

- **SLD *layer* Empresas**

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <NamedLayer>
    <Name>Ponto com Contorno</Name>
    <UserStyle>
      <Title>Empresas</Title>
      <FeatureTypeStyle>
        <Rule>
          <PointSymbolizer>
            <Graphic>
              <Mark>
                <WellKnownName>circle</WellKnownName>
              <Fill>
                <CssParameter name="fill">#00FFFF</CssParameter>
              </Fill>
              <Stroke>
                <CssParameter name="stroke">#08088A</CssParameter>
                <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>
              </Stroke>
            </Mark>
          </Graphic>
        </PointSymbolizer>
      </Rule>
    </FeatureTypeStyle>
  </UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

```

    </Stroke>
  </Mark>
  <Size>10</Size>
</Graphic>
</PointSymbolizer>
</Rule>
</FeatureTypeStyle>
</UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

▪ SLD *layer* Insolação em Portugal

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <NamedLayer>
    <Name>Polígono definidos em função dos atributos</Name>
    <UserStyle>
      <Title>Insolacao</Title>
      <FeatureTypeStyle>
        <Rule>
          <Name>Inferior a 1800</Name>
          <Title>Inferior a 1800</Title>
          <ogc:Filter>
            <ogc:PropertyIsLessThan>
              <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
              <ogc:Literal>1800</ogc:Literal>
            </ogc:PropertyIsLessThan>
          </ogc:Filter>
          <PolygonSymbolizer>
            <Fill>
              <CssParameter name="fill">#FFFFD4</CssParameter>
            </Fill>
          </PolygonSymbolizer>
        </Rule>
        <Rule>
          <Name>Entre 1800 e 1900</Name>
          <Title>Entre 1800 e 1900</Title>

```

```

<ogc:Filter>
  <ogc:And>
    <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
      <ogc:Literal>1800</ogc:Literal>
    </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
    <ogc:PropertyIsLessThan>
      <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
      <ogc:Literal>1900</ogc:Literal>
    </ogc:PropertyIsLessThan>
  </ogc:And>
</ogc:Filter>
<PolygonSymbolizer>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#FFFBC8</CssParameter>
  </Fill>
</PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 1900 e 2000</Name>
  <Title>Entre 1900 e 20000</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>1900</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2000</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFF6B8</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2000 e 2100</Name>
  <Title>Entre 2000 e 2100</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>

```

```

    <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
    <ogc:Literal>2000</ogc:Literal>
  </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
  <ogc:PropertyIsLessThan>
    <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
    <ogc:Literal>2100</ogc:Literal>
  </ogc:PropertyIsLessThan>
</ogc:And>
</ogc:Filter>
<PolygonSymbolizer>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#FFEDA9</CssParameter>
  </Fill>
</PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2100 e 2200</Name>
  <Title>Entre 2100 e 2200</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2100</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2200</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFE19A</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2200 e 2300</Name>
  <Title>Entre 2200 e 2300</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2200</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFD966</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>

```

```

    <ogc:PropertyIsLessThan>
      <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
      <ogc:Literal>2300</ogc:Literal>
    </ogc:PropertyIsLessThan>
  </ogc:And>
</ogc:Filter>
<PolygonSymbolizer>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#FFD58A</CssParameter>
  </Fill>
</PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2300 e 2400</Name>
  <Title>Entre 2300 e 2400</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2300</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2400</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFC67B</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2400 e 2500</Name>
  <Title>Entre 2400 e 2500</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2400</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2500</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFD58A</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>

```

```

    </ogc:PropertyIsLessThan>
  </ogc:And>
</ogc:Filter>
<PolygonSymbolizer>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#FFB66C</CssParameter>
  </Fill>
</PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2500 e 2600</Name>
  <Title>Entre 2500 e 2600</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2500</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2600</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FF9E5C</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2600 e 2700</Name>
  <Title>Entre 2600 e 2700</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2600</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2700</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>

```

```

<PolygonSymbolizer>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#FF8543</CssParameter>
  </Fill>
</PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2700 e 2800</Name>
  <Title>Entre 2700 e 2800</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2700</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2800</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FF753D</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2800 e 2900</Name>
  <Title>Entre 2800 e 2900</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2800</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2900</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FF582E</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>

```

```

    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 2900 e 3000</Name>
  <Title>Entre 2900 e 3000</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>2900</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>3000</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FF3D1F</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Entre 3000 e 3100</Name>
  <Title>Entre 3000 e 3100</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>3000</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>3100</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FF1F0F</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>

```

```

<Rule>
  <Name>Entre 3100 e 3200</Name>
  <Title>Entre 3100 e 3200</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>3100</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>3200</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FF0000</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>Superior a 3200</Name>
  <Title>Superior a 3200</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyName>CODINSO</ogc:PropertyName>
      <ogc:Literal>3200</ogc:Literal>
    </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#DF0101</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
</FeatureTypeStyle>
</UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

▪ SLD *layer* Radiação Solar em Portugal

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
<NamedLayer>
  <Name>Polígonos definidos em função dos atributos</Name>
  <UserStyle>
    <Title>Radiação Solar</Title>
    <FeatureTypeStyle>
      <Rule>
        <Name>Inferior a 140</Name>
        <Title>Inferior a 140</Title>
        <ogc:Filter>
          <ogc:PropertyIsLessThan>
            <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
            <ogc:Literal>140</ogc:Literal>
          </ogc:PropertyIsLessThan>
        </ogc:Filter>
        <PolygonSymbolizer>
          <Fill>
            <CssParameter name="fill">#FFFFE9</CssParameter>
          </Fill>
        </PolygonSymbolizer>
      </Rule>
      <Rule>
        <Name>140 a 145</Name>
        <Title>140 a 145</Title>
        <ogc:Filter>
          <ogc:And>
            <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
              <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
              <ogc:Literal>140</ogc:Literal>
            </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
            <ogc:PropertyIsLessThan>
              <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
              <ogc:Literal>145</ogc:Literal>
            </ogc:PropertyIsLessThan>
          </ogc:And>
        </ogc:Filter>
        <PolygonSymbolizer>
```

```

<Fill>
  <CssParameter name="fill">#FFFCC3</CssParameter>
</Fill>
</PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>145 a 150</Name>
  <Title>145 a 150</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>145</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>150</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFF49C</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>150 a 155</Name>
  <Title>150 a 155</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>150</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>155</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFE976</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>

```

```

</PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>155 a 160</Name>
  <Title>155 a 160</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>155</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThan>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>160</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThan>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFDA4F</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>
  <Name>160 a 165</Name>
  <Title>160 a 165</Title>
  <ogc:Filter>
    <ogc:And>
      <ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>160</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsGreaterThanOrEqualTo>
      <ogc:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
        <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>165</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsLessThanOrEqualTo>
    </ogc:And>
  </ogc:Filter>
  <PolygonSymbolizer>
    <Fill>
      <CssParameter name="fill">#FFC729</CssParameter>
    </Fill>
  </PolygonSymbolizer>
</Rule>
<Rule>

```

```

<Name>Superior a 165</Name>
<Title>Superior a 165</Title>
<ogc:Filter>
  <ogc:PropertyIsGreaterThan>
    <ogc:PropertyName>CODRADI</ogc:PropertyName>
    <ogc:Literal>165</ogc:Literal>
  </ogc:PropertyIsGreaterThan>
</ogc:Filter>
<PolygonSymbolizer>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#FFAF00</CssParameter>
  </Fill>
</PolygonSymbolizer>
</Rule>
</FeatureTypeStyle>
</UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

- SLD *layer* ZonalSolar (Radiação Global) por Gradação de Cores por intervalos

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
<NamedLayer>
  <Name>Gradação de Cores</Name>
  <UserStyle>
    <Title>Radiação Solar Global</Title>
    <FeatureTypeStyle>
      <Rule>
        <RasterSymbolizer>
          <ColorMap type="intervals">
            <ColorMapEntry color="#000000" opacity="0" quantity="30382.63086"/>
            <ColorMapEntry color="#0000FF" quantity="30382.63086"/>
            <ColorMapEntry color="#4D71FF" quantity="253055.8261"/>
            <ColorMapEntry color="#38A9FF" quantity="436761.2121"/>
            <ColorMapEntry color="#00FFFF" quantity="598199.2786"/>
            <ColorMapEntry color="#92FFB8" quantity="737370.0256"/>
            <ColorMapEntry color="#D1FF6C" quantity="882107.6024"/>
          </ColorMap>
        </RasterSymbolizer>
      </Rule>
    </FeatureTypeStyle>
  </UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

```

    <ColorMapEntry color="#FFFF00" quantity="1010144.691" />
    <ColorMapEntry color="#FFBC00" quantity="1127048.118"/>
    <ColorMapEntry color="#FF7300" quantity="1243951.545"/>
    <ColorMapEntry color="#FF0000" quantity="1316320.334"/>
    <ColorMapEntry color="#B40404" quantity="1449924.25"/>
  </ColorMap>
</RasterSymbolizer>
</Rule>
</FeatureTypeStyle>
</UserStyle>
</NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

- SLD *layer* Rendimento (Radiação Global) por Gradação de Cores por rampa

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<StyledLayerDescriptor version="1.0.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns="http://www.opengis.net/sld"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <NamedLayer>
    <Name>Gradação de Cores</Name>
    <UserStyle>
      <Title>Rendimento</Title>
      <FeatureTypeStyle>
        <Rule>
          <RasterSymbolizer>
            <ColorMap type="ramp">
              <ColorMapEntry color="#000000" quantity="0" label="0" opacity="0"/>
              <ColorMapEntry color="#0BFFEB" quantity="3645.915527" label="3,6kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#0BFFA6" quantity="30366.6984" label="30,4kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#0BFF30" quantity="52411.34425" label="52,4kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#CAFF0B" quantity="71783.91183" label="71,8kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#E4FD58" quantity="88484.40111" label="88,5kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#FFF842" quantity="105852.9101" label="105,9kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#FCEA84" quantity="121217.3602" label="121,2kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#FFD562" quantity="135245.7712" label="135,2kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#FC955D" quantity="149274.1822" label="149,3kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#FF0000" quantity="157958.4366" label="158,0kWh/m2" opacity="1"/>
              <ColorMapEntry color="#FF0000" quantity="173990.9063" label="174,0kWh/m2" opacity="1"/>
            </ColorMap>
          </RasterSymbolizer>
        </Rule>
      </FeatureTypeStyle>
    </UserStyle>
  </NamedLayer>
</StyledLayerDescriptor>

```

```
</RasterSymbolizer>  
</Rule>  
</FeatureTypeStyle>  
</UserStyle>  
</NamedLayer>  
</StyledLayerDescriptor>
```

ANEXO III

Código Aplicação GeoSolar

```

/**
 * Add all your dependencies here.

 * @require widgets/Viewer.js
 * @require plugins/LayerTree.js
 * @require plugins/OLSource.js
 * @require plugins/OSMSource.js
 * @require plugins/WMSCSource.js
 * @require plugins/GoogleSource.js
 * @require plugins/ZoomToExtent.js
 * @require plugins/NavigationHistory.js
 * @require plugins/Zoom.js
 * @require plugins/AddLayers.js
 * @require plugins/RemoveLayer.js
 * @require RowExpander.js
 * @require plugins/ZoomToLayerExtent.js
 * @require plugins/WMSGetFeatureInfo.js
 * @require plugins/Legend.js
 * @require plugins/FeatureManager.js
 * @require plugins/FeatureGrid.js
 * @require plugins/Measure.js
 * @require plugins/Navigation.js
 * @require plugins/GoogleGeocoder.js
 * @require widgets/ScaleOverlay.js
 *
 */
var app = new gxp.Viewer({
  portalConfig: {
    layout: "border",
    region: "center",

    // by configuring items here, we don't need to configure portalItems
    // and save a wrapping container

```

```

items: [
    {
        id: "northpanel",
        xtype: "panel",
        layout: "fit",
        region: "north",
        border: false,
        height: 100,
        html: "<div style='color:#FFFFFF; background-color:#585858; border-style: groove; border-
width: 5px; padding:10px; width: 100%; text-align: Left'><div style='font-weight:bold; font-family:Verdana; font-
size:35pt;'>GeoSolar</div><div>Estimativa do Potencial Solar no Município de Albufeira</div><div
style='position:absolute; top: 0px; right: 0px'><img src='/theme/app/img/logo1.png'></div></div>"
    },
    {
        id: "centerpanel",
        xtype: "panel",
        layout: "fit",
        region: "center",
        border: false,
        items: ["mymap"]
    }, {
        id: "westpanel",
        xtype: "container",
        layout: "fit",
        region: "west",
        width: 200,
        items: [{
            xtype: 'tabpanel',
            activeTab: 0, // index or id
            items:[{
                title: 'Temas',
                id: 'treepanel',
                layout: "fit"
            },{
                title: 'Legenda',
                id: 'legendpanel',

```

```

        layout: "fit"
    }}
    }}
    },
    {
        id: "southpanel",
        xtype: "panel",
        layout: "fit",
        region: "south",
        border: false,
        height: 20,
        html: "<div style='color:#1C1C1C; font-family:Verdana; font-size:8pt; background-
color:#D8D8D8; padding:3px; width: 100%; border-style:groove; text-align: Center'>©2013 Mónica Sagreiro|
Cartografia Solar - Dissertação de Mestrado em Geomática| UALG </div>"
    },
    ],
    bbar: {id: "mybbar"}
},
// configuration of all tool plugins for this application
tools: [
{
    ptype: "gxp_layertree",
    baseNodeText: "Base",
    overlayNodeText: "Temas Adicionados",
    outputConfig: {
        id: "tree",
        border: true,
        tbar: [] // we will add buttons to "tree.bbar" later
    },
    outputTarget: "treepanel",
}, {
    ptype: "gxp_addlayers",
    actionTarget: "map.tbar",
    addActionText: "Adicionar Tema",
    addButtonText: "Adicionar Temas",

```

```

    addActionTip: "Adicionar Tema",
    instructionsText:"serviço",
    availableLayersText: "Temas Disponíveis",
    doneText: "Fechar",
    layerSelectionText: "Serviço:",
    panelTitleText: "Título",
    expanderTemplateText:"<p><b>Resumo:</b> {abstract}</p>",
  }, {
    ptype: "gxp_remove_layer",
    removeMenuText: "Remover Temas",
    removeActionTip: "Remover Temas",
    actionTarget: ["tree.tbar", "tree.contextMenu"]
  }, {
    ptype: "gxp_navigationhistory",
    actionTarget: "map.tbar",
    previousTooltip: "Ver Extensao Anterior",
    nextTooltip: "Ver Extensao Posterior"
  }, {
    ptype: "gxp_zoom",
    actionTarget: "map.tbar",
    zoomInTooltip: "Aproximar",
    zoomOutTooltip: "Afastar"
  }, {
    ptype: "gxp_zoomtolayerextent",
    actionTarget: "map.tbar",
    tooltip: "Zoom Layer"
  }, {
    ptype: "gxp_zoomtoextent",
    actionTarget: "map.tbar",
    tooltip: "Ver Extensao do Mapa"
  }, {
    ptype: "gxp_wmsgetfeatureinfo",
    outputConfig: {
      width: 400
    }
  }

```

```

},
  actionTarget: {
    target: "map.tbar",
    index: 1
  },
}, {
  ptype: "gxp_legend", // adiciona a □n da legenda
  outputTarget: "legendpanel",
  menuText: ""
}, {
  ptype: "gxp_featuremanager", // adiciona feautre manager
  id: "states_manager",
  paging: false,
  autoSetLayer: true
}, {
  ptype: "gxp_measure",
  actionTarget: "map.tbar",
  buttonText: "Medir",
  measureTooltip: "Medir",
  lengthMenuText: "Distância",
  lengthTooltip: "Distância",
  areaMenuText: "Área",
  areaTooltip: "Área"
}, {
  ptype: "gxp_navigation", // adiciona a ferramenta pan
  actionTarget: "map.tbar",
  menuText: "Mover",
  tooltip: "Mover"
}, {
  ptype: "gxp_googlegeocoder",
  outputTarget: "map.tbar",
  outputConfig: {
    emptyText: "Localizar ..."
  }
}

```

```

}
],
// layer sources
sources: {
  local: {
    ptype: "gxp_wmssource",
    url: "http://localhost:8080/geoserver/geosolar/wms",
    version: "1.1.1"
  },
  osm: {
    ptype: "gxp_osmsource"
  },
  ol: {
    ptype: "gxp_olsource"
  },
  google: {
    ptype: "gxp_googlesource"
  }
},
// map and layers
map: {
  id: "mymap", // id needed to reference map in portalConfig above
  title: "Map",
  projection: "EPSG:900913",
  center: [-914891, 4807761],
  zoom: 6,
  layers: [{
    source: "osm",
    name: "mapnik",
    group: "background"
  }, {
    source: "google",
    name: "TERRAIN",
    group: "background"
  }
]
}

```

```
    }, {  
      source: "google",  
      name: "HYBRID",  
      group: "background"  
    }  
  ],  
  items: [{  
    xtype: "gx_zoomslider",  
    vertical: true,  
    height: 100  
  },  
  {  
    xtype: "gxp_scaleoverlay"  
  }  
]  
});
```