

Instituto Politécnico de Castelo Branco

Escola Superior de Tecnologia

# **PROMETEO - Ferramenta de Registo de Ocorrências Meteorológicas**

**Ricardo Manuel Valentim Fontes**

Trabalho apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento de Software e Sistemas Interactivos, realizado sob a orientação científica do Doutor José Carlos Meireles Monteiro Metrôlho, Professor Adjunto da Unidade Técnico-Científica de Informática da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

**Novembro 2010**



## Agradecimentos

Este trabalho foi possível graças a um conjunto de pessoas que me apoiaram e a quem expresso aqui o meu agradecimento.

Em primeiro lugar agradeço ao Professor Doutor José Carlos M. M. Metrôlho a confiança que depositou em mim e a orientação deste trabalho.

Este estudo foi possível graças ao incentivo do Doutor Hélder Silvano, pois além de ter cedido, para a realização do trabalho, a estação de meteorologia que está instalada na Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco (ESTCB), prestou apoio ao longo da elaboração deste trabalho. A sua orientação e a análise atenta deste texto em muito contribuíram para o melhorar.

Aos colegas da ESTCB, João Cordeiro e Pedro Gonçalves agradeço o encorajamento e estímulo, e ao Paulo Dias as inúmeras horas que passámos a discutir código.

A Bruno Mateus, Cristiana Vilela e Carla Pereira, cabe-me reconhecer as suas disponibilidade e amizade, frutos de muitas horas de lazer que ajudaram a reunir e carregar baterias para a conclusão deste trabalho.

A elaboração dos logótipos foi da responsabilidade do amigo Leonel Gomes, da Xdeco.

Aos licenciados Ivo Gonçalves e Miguel Antunes, fico grato pelo auxílio e trabalho desenvolvido no LiveMeteoView, que permitiu sublinhar a importância deste projecto.

Do ponto de vista institucional, importa destacar o apoio logístico que a ESTCB disponibilizou para a montagem da estação de meteorologia nas suas instalações, de onde foram originados os resultados deste trabalho.

À minha irmã e futuro cunhado agradeço a ajuda que deram na minha passagem por Lisboa em formação e à minha mãe todo o apoio que me deu. Se hoje sou alguém, se sou um ser humano digno e honesto, devo-lhe tudo isso.

Por fim, dedico este trabalho à memória de duas pessoas, pois quando damos conta já é tarde para lhes agradecer, mas que, sem o saberem, muito contribuíram:

- ao meu Pai, pois a ele devo a minha existência;
- ao meu Avô, que partiu na fase de conclusão deste trabalho, por me acolher na sua casa ao longo do meu percurso académico em Castelo Branco e por ter sido o pai que nunca tive.

Ricardo Fontes

Castelo Branco, Portugal

22 de Novembro de 2010

## Resumo

Este projecto, baptizado de **PROMETEO**, pretende solucionar um dos problemas que os proprietários de Estações Meteorológicas (EM) se deparam, o qual se prende com a falta de divulgação e aproveitamento dos dados recolhidos pelas mesmas. Actualmente em Portugal (Novembro de 2010), não existe uma aplicação informática, à escala nacional, que agregue os dados destas dezenas de estações num único “local” de informação, e que torne a tarefa de encontrar dados referente às mesmas uma tarefa simples.

Assim, surgiu a ideia de desenvolver um sistema que concentrasse e ao mesmo tempo disponibilizasse informação recolhida pelas estações, de forma a contribuir, não só para o registo de uma colecção de dados o mais ampla possível, como ainda para o desenvolvimento de acções de socorro por parte dos que têm por missão a protecção civil.

## Palavras Chave

*Meteorologia, Software, Webservices, Internet, Framework*

## Abstract

This project, named **PROMETEO**, intends to solve one of the problems that owners of Weather Stations face, which is the lack of publicity and exploitation of the information collected by them. Currently in Portugal (November 2010), there is no nationwide computer application collecting data from these dozens of stations into a single database, which would simplify the task of finding data concerning them.

Knowing this, appeared the idea of developing a system that would concentrate and provide the data collected by the stations, in order to contribute not only to record a set of data as wide as possible, but also for supporting rescue operations from those who are responsible for civil protection.

## Keywords

*Meteorology, Software, Webservices, Internet, Framework*



# Índice Geral

|  |             |
|--|-------------|
| <b>AGRADECIMENTOS</b> .....                                    | <b>II</b>   |
| <b>RESUMO</b> .....  | <b>V</b>    |
| <b>PALAVRAS CHAVE</b> .....                                    | <b>VI</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>VII</b>  |
| <b>KEYWORDS</b> .....  | <b>VIII</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                                     | <b>17</b>   |
| 1.1. ENQUADRAMENTO .....                                       | 17          |
| 1.2. MOTIVAÇÃO .....   | 18          |
| 1.3. CONTRIBUTOS DO TRABALHO .....                             | 19          |
| 1.4. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO .....                            | 19          |
| <b>2. METEOROLOGIA</b> .....                                   | <b>21</b>   |
| 2.1. HISTÓRIA .....  | 21          |
| 2.2. INSTITUTO DE METEOROLOGIA .....                           | 22          |
| 2.3. RELEVÂNCIA DOS DADOS METEOROLÓGICOS PARA O PROJECTO ..... | 23          |
| <b>3. TRABALHO RELACIONADO</b> .....                           | <b>25</b>   |
| 3.1. LIVEMETEOVIEW .....                                       | 26          |
| 3.2. METEO CLIMATIC .....                                      | 27          |
| 3.3. AWEKAS .....  | 28          |
| 3.4. WEATHER UNDERGROUND .....                                 | 29          |
| 3.5. ANÁLISE COMPARATIVA .....                                 | 30          |
| <b>4. MODELAÇÃO DO SISTEMA E ANÁLISE DE REQUISITOS</b> .....   | <b>31</b>   |
| 4.1. UML .....   | 31          |
| 4.1.1. <i>Diagramas Caso de Uso</i> .....                      | 31          |
| 4.1.2. <i>Diagramas de Interação</i> .....                     | 36          |
| 4.1.3. <i>Diagrama de Classes</i> .....                        | 40          |
| 4.2. ANÁLISE DE REQUISITOS .....                               | 42          |
| <b>5. ARQUITECTURA E TECNOLOGIAS</b> .....                     | <b>43</b>   |
| 5.1. PORTAL PROMETEO .....                                     | 44          |
| 5.2. PROMETEOLIVEDISPLAY .....                                 | 45          |
| 5.3. PROMETEOVIEW .....  | 46          |
| 5.4. PROMETEOGADGET .....                                      | 47          |
| 5.5. PROMETEOSTATION .....                                     | 47          |
| 5.6. PROMETEOCIV .....   | 48          |
| 5.7. ARQUITECTURA PROMETEO .....                               | 49          |
| 5.8. FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO .....        | 52          |
| 5.8.1. <i>Joomla!</i> .....                                    | 52          |
| 5.8.2. <i>Janrain API</i> .....                                | 53          |
| 5.8.3. <i>PHP</i> .....  | 54          |
| 5.8.4. <i>MYSQL</i> .....                                      | 55          |

|           |                                     |           |
|-----------|-------------------------------------|-----------|
| 5.8.5.    | <i>Javascript</i> .....             | 55        |
| 5.8.6.    | <i>Google Maps API</i> .....        | 55        |
| 5.8.7.    | <i>Open Flash Chart</i> .....       | 55        |
| 5.8.8.    | <i>JSON</i> .....                   | 56        |
| 5.8.9.    | <i>XML</i> .....                    | 56        |
| 5.8.10.   | <i>Help Center Live</i> .....       | 57        |
| <b>6.</b> | <b>AMBIENTE DE TESTES</b> .....     | <b>59</b> |
| 6.1.      | EM – EST_CASTELO BRANCO .....       | 59        |
| 6.1.1.    | <i>Sensores</i> .....               | 61        |
| 6.1.2.    | <i>Sistema de Alimentação</i> ..... | 63        |
| 6.1.3.    | <i>Localização</i> .....            | 64        |
| 6.1.4.    | <i>Comunicação</i> .....            | 66        |
| 6.2.      | METEOABRANTES.....                  | 67        |
| 6.2.1.    | <i>Sensores</i> .....               | 68        |
| 6.2.2.    | <i>Sistema de Alimentação</i> ..... | 70        |
| 6.2.3.    | <i>Localização</i> .....            | 71        |
| 6.2.4.    | <i>Comunicação</i> .....            | 72        |
| <b>7.</b> | <b>CONCLUSÕES</b> .....             | <b>75</b> |
| 7.1.      | TESTES E RESULTADOS .....           | 75        |
| 7.2.      | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....          | 78        |
|           | <b>REFERÊNCIAS</b> .....            | <b>81</b> |
|           | <b>ANEXOS</b> .....                 | <b>85</b> |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Foto de uma EMA.....                                     | 23 |
| Figura 2: LiveMeteoView .....                                       | 26 |
| Figura 3: MeteoClimatic .....                                       | 27 |
| Figura 4 : AWEKA .....  | 28 |
| Figura 5: Weather Underground .....                                 | 29 |
| Figura 6 : Caso de Uso da Plataforma PROMETEO.....                  | 32 |
| Figura 7 : Diagrama de sequência: Inserir Estação .....             | 36 |
| Figura 8 : Diagrama de sequência: Gerir Estação .....               | 37 |
| Figura 9 : Diagrama de sequência: Gerar Gráficos.....               | 38 |
| Figura 10 : Diagrama de sequência: Consultar Dados Directos .....   | 38 |
| Figura 11 : Diagrama de sequência: Consultar Dados Indirectos ..... | 39 |
| Figura 12: Diagrama de Classes .....                                | 41 |
| Figura 13: Portal PROMETEO .....                                    | 44 |
| Figura 14: PrometeoLiveData.....                                    | 45 |
| Figura 15: PrometeoView .....                                       | 46 |
| Figura 16: PrometeoGadget.....                                      | 47 |
| Figura 17 - PrometeoStation .....                                   | 48 |
| Figura 18 - Arquitectura PROMETEO.....                              | 49 |
| Figura 19 - Esquema de Replicação PROMETEO .....                    | 50 |
| Figura 20 : Plataforma PROMETEO tendo em conta a Modelação .....    | 51 |
| Figura 21 - <i>Workflow</i> da autenticação PROMETEO .....          | 53 |
| Figura 22 - PROMETEO <i>Single Sign On</i> .....                    | 54 |
| Figura 23 - Estrutura JSON do PrometeoLiveData .....                | 56 |
| Figura 24 - Fotografia da Estação .....                             | 59 |
| Figura 25 - Consola Davis Monitor II .....                          | 60 |
| Figura 26 - Anemómetro .....  | 61 |
| Figura 27 - Pluviómetro.....  | 62 |
| Figura 28 - Placa SensorLink .....                                  | 63 |
| Figura 29 - Painel Solar .....                                      | 63 |
| Figura 30 - Bateria Seca de Apoio.....                              | 64 |
| Figura 31 - Painel Solar e Estação (ao fundo).....                  | 65 |
| Figura 32 - Divisão .....   | 65 |
| Figura 33 : LiveMeteoView APP .....                                 | 66 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 34 - Fotografia da Estação.....                                   | 67 |
| Figura 35- Fotografia da Consola.....                                    | 68 |
| Figura 36 - Escudo Protector.....  | 69 |
| Figura 37- Sensor de Radiação Solar ou de Radiação Ultravioleta .....    | 70 |
| Figura 38 - Placa SensorLink .....                                       | 70 |
| Figura 39 - Painel Solar .....   | 71 |
| Figura 40 - Localização da Estação .....                                 | 72 |
| Figura 41 : Temperaturas Mínimas e Máximas do Ar (Fonte: PROMETEO) ..... | 75 |
| Figura 42 : Temperaturas mínimas e máximas do ar (Fonte: meteo.pt).....  | 76 |
| Figura 43 : Precipitação diária durante Novembro (Fonte: PROMETEO) ..... | 76 |
| Figura 44: Precipitação diária durante Novembro (Fonte: meteo.pt).....   | 77 |
| Figura 45: Percentagem de amostras captadas e perdidas.....              | 78 |
| Figura A : Modelo de Replicação Master/Slave .....                       | 90 |
| Figura B : Modelo de Replicação Dual Master.....                         | 90 |
| Figura C : Modelo de Replicação Dual Master with Slaves.....             | 91 |
| Figura D : Modelo de Replicação Replication Ring.....                    | 91 |

## Índice de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela I: Comparação de Sistemas Meteorológicos.....            | 30 |
| Tabela II - Caso de Uso : Regista Estação .....                 | 33 |
| Tabela III - Caso de Uso : Solicita Apoio <i>Helpdesk</i> ..... | 33 |
| Tabela IV - Caso de Uso : Gerir Estação .....                   | 34 |
| Tabela V - Caso de Uso :Associa Gráficos .....                  | 34 |
| Tabela VI - Caso de Uso : Consulta Dados Directos .....         | 35 |
| Tabela VII - Caso de Uso : Consulta Dados Indirectos .....      | 35 |
| Tabela VIII : Tabela Descritiva das Classes.....                | 41 |
| Tabela A: Tabela das Estações EMA .....                         | 86 |



## Lista de Acrónimos

|      |  |
|------|--|
| EM   | Estações Meteorológicas                |
| EMA  | Estações Meteorológicas Automáticas    |
| JSON | <i>JavaScript Object Notation</i>      |
| XML  | <i>eXtensible Markup Language</i>      |
| HTML | <i>HyperText Markup Language</i>       |
| OMG  | <i>Object Management Group</i>         |
| SI   | Sistema Internacional de Unidades      |
| RF   | Rádio Frequência                       |
| CMS  | <i>Content Management System</i>       |
| SSO  | <i>Single Sign On</i>                  |
| IIS  | <i>Internet Information Services</i>   |
| FAQ  | <i>Frequently Asked Questions</i>      |
| PECL | <i>PHP Extension Community Library</i> |





# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento

Poder entender os fenómenos atmosféricos e os aspectos climáticos sempre foi, e é, uma importante área de investigação da humanidade. Perceber como evoluem as condições meteorológicas, o clima, e prever essa evolução, é possível e depende de medições correctas e localizadas das diversas variáveis meteorológicas (temperatura, humidade, pressão atmosférica, vento...). Várias são as aplicações para as quais há interesse em conhecer e prever a evolução daquelas grandezas (ex. alerta de situações de risco, optimização de culturas, etc.). As medições são geralmente realizadas em intervalos regulares e em várias Estações Meteorológicas (EM), distribuídas num determinado espaço geográfico de análise. A maior rede de EM existente em Portugal pertence ao Instituto de Meteorologia [1], que a mantém, sendo também a entidade responsável pela produção de previsões e avisos meteorológicos. Apesar disso, no nosso País, tal como noutras partes do mundo, existe um número cada vez mais elevado de EM privadas, instaladas e mantidas por entusiastas da área, sendo alguns cidadãos com conhecimentos técnicos da área. Outras pertencem a entidades tais como Câmaras Municipais, Associações de Agricultores, Produtores Florestais, Empresários Agrícolas ou Florestais, Concessionários de Auto-estradas, Empresas da Área do Ambiente, etc.. Alguns dos responsáveis por tais estações têm um gosto especial por recolher, tratar e publicar os dados recolhidos pelas estações a seu cargo, dados esses que por vezes não são devidamente divulgados, uma vez que nem todos possuem os conhecimentos necessários para desenvolver aplicações que permitam partilhar os dados via Internet. Por outro lado, em muitos casos, os responsáveis pelas estações não vêem qualquer interesse na divulgação de tais dados, mantendo-os apenas para uso pessoal/profissional. A informação recolhida por este universo de estações pode ser valiosa se agregada e estudada no seu conjunto, e é tendo isso como premissa que o presente trabalho foi desenvolvido.

## 1.2. Motivação

Ao pesquisar o que se passa em países tais como os Estados Unidos da América<sup>1</sup>, ou na vizinha Espanha<sup>2</sup>, verifica-se que, para além de redes estatais, têm vindo a ganhar dimensão redes constituídas por estações não oficiais, as quais representam uma mais-valia não apenas na observação meteorológica, como também na previsão, mercê de *software* dedicado cada vez mais elaborado.

Num tempo em que as mutações climáticas estão na ordem do dia, com todos os perigos daí resultantes, estamos em crer que quanto mais informação houver, menor será o risco de enfrentar situações imprevistas e ao mesmo tempo adoptar estratégias adequadas a essas mutações.

Assim sendo, surgiu a ideia de desenvolver um projecto desta natureza, que possa vir a constituir uma contribuição, à escala nacional, servindo de complemento à insubstituível rede nacional/oficial do Instituto de Meteorologia.

Outro factor motivador para a realização deste projecto foi o facto de exigir o domínio de um vasto leque de competências técnicas no domínio do desenvolvimento de *software*, sem as quais seria impossível realizá-lo. Este factor permitiu adquirir experiência numa vasta área, desde o domínio de várias linguagens de programação até à administração de servidores.

A possibilidade de continuar o desenvolvimento do projecto fora do meio académico é outra forte motivação. É uma excelente oportunidade de concentrar forças em algo que poderá resultar num produto útil e inovador, na visão da Entidade Externa, o Dr. Hélder Silvano, do *MeteoAbrantes*, do orientador Prof. José Carlos Metrôlho e minha também.

---

<sup>1</sup> <http://www.weather.com/> (consultado em 16 de Junho de 2010)

<sup>2</sup> <http://www.meteoclimatic.com> (consultado em 16 de Junho de 2010)

### 1.3. Contributos do Trabalho

Este trabalho teve como objectivo o desenvolvimento de uma plataforma de suporte à actualização dinâmica e distribuída da informação das EM, baseada na detecção das diversas estações numa área específica. Neste âmbito, foram considerados os seguintes requisitos para a plataforma:

- Integrar EM privadas e oficiais;
- Implementar mecanismos de monitorização dos dados emitidos pelas EM;
- Acompanhar e complementar as diversas plataformas geridas pelas entidades oficiais nos domínios da meteorologia e da protecção civil.

Desta forma, e tendo em conta os requisitos da plataforma, foi efectuado o levantamento das tecnologias necessárias para realizar este projecto. Todo o trabalho permitiu desenvolver diversas soluções que pretendem dar suporte ao estudo teórico realizado da arquitectura e sublinhar a importância e contribuição deste trabalho para a sociedade e organizações. Assim, as ferramentas desenvolvidas estão descritas no Capítulo 5- Arquitectura e Tecnologias.

### 1.4. Organização do Documento

Neste capítulo, Introdução, apresentou-se uma introdução relativamente a este projecto. Desta forma, quem se interessar pela leitura do relatório, deverá adquirir conhecimento relativamente ao propósito do mesmo, lendo este capítulo.

O segundo capítulo, Meteorologia, enquadra o leitor relativamente aos vários aspectos relacionados com os dados meteorológicos relevantes para o actual trabalho.

O terceiro capítulo aborda o estado da arte relativamente a sistemas existentes na mesma área deste projecto.

O capítulo quatro, Modulação do Sistema e Análise de Requisitos, é onde se apresenta a modulação e se analisam os requisitos a que o projecto deverá dar resposta. Este capítulo expõe de forma detalhada o que será o projecto final, como se espera que venha a funcionar.

O capítulo cinco, Arquitectura e Tecnologias, descreve as funcionalidades pretendidas com o projecto, nomeadamente os módulos em que se divide o protótipo bem como todas as ferramentas e tecnologias que foram usadas para a concepção do mesmo.

O capítulo seis, Ambiente de Testes, demonstra e descreve detalhes da implementação do protótipo. É descrito o ambiente onde a plataforma foi testada.

O último capítulo, Conclusões, como o próprio nome indica, refere-se às conclusões finais.

Por fim existe uma secção de referências, na qual são indicadas as fontes que foram consultadas e citadas ao longo do relatório, e que serviram de ajuda para a realização deste trabalho.

## 2. Meteorologia

### 2.1. História

O termo Meteorologia surge por volta de 340 AC, quando um filósofo grego chamado Aristóteles escreveu um livro de filosofia natural com o título de “Meteorologia” [2]. Neste livro ele apresentava a soma do conhecimento sobre o tempo e o clima da época, tal como as nuvens, a chuva, a neve, o vento, etc..

O nascimento da Meteorologia como uma ciência natural surgiu com a invenção dos primeiros instrumentos meteorológicos, tais como [3]:

- O pluviómetro, em versão ainda rudimentar, em 500 AC, na Grécia Antiga;
- O termómetro, no século XVII, com o contributo fundamental de Galileo Galilei;
- O barómetro, no século XVII, com o contributo fundamental de Torricelli.

Com as observações obtidas dos instrumentos disponíveis, foi possível explicar certos fenómenos usando experiências científicas e as leis da física que iam sendo desenvolvidas. Mais e melhores instrumentos foram desenvolvidos nos anos de 1800 e a Meteorologia progrediu. Foram depois surgindo ideias sobre ventos e tempestades e foram desenhados os primeiros mapas meteorológicos, sendo formulado, por volta de 1920, na Noruega, o conceito de massas de ar e de frentes.

Nos anos 40, com a Segunda Guerra Mundial, as observações diárias de temperatura, humidade e pressão, através de balões meteorológicos, deram uma visão tridimensional da atmosfera, dados essenciais para a estratégia militar.

A meteorologia continuou a evoluir durante os anos 50, quando foram desenvolvidos computadores de alta velocidade para dar solução às equações que descrevem o comportamento da atmosfera. Com estes mapas, os computadores foram usados para prever o estado da atmosfera.

Em 1960, foi lançado o primeiro satélite meteorológico - TIROS I. Este enviava informações do espaço através de fotos de nuvens e tempestades, ou seja, da circulação de vapor de água à volta do globo, tiradas de dia e de noite.

Desde então, e até aos dias de hoje, mais satélites sofisticados foram, e estão a ser, desenvolvidos para fornecer informação a computadores com cada vez mais capacidade de processamento de dados, permitindo previsões de tempo mais precisas e duradoiras [3].

## **História da Meteorologia em Portugal**

As primeiras manifestações da Meteorologia, como ciência, em Portugal, foram as observações meteorológicas realizadas pelo médico Tomás Heberden, no Funchal, entre 1747 e 1753 [4]. Entretanto, o primeiro observatório meteorológico português foi construído somente um século depois, vindo a ser chamado de Instituto do Infante D. Luís. Em 1865, inicia-se o serviço diário de previsão do tempo, sendo os boletins enviados aos jornais locais. Neste mesmo ano, começaram a ser anunciados sinais de mau tempo em várias estações semaforicas [4], sobretudo para defesa da navegação.

No primeiro ano do século XX, foi instituído o Serviço Meteorológico dos Açores, extinto em 1946 com a criação do Serviço Meteorológico Nacional de Portugal [5]. Com o advento da previsão numérica do tempo, houve a necessidade da actualização de equipamentos meteorológicos, e o primeiro sistema de radiossondagem veio a funcionar em 1930, sendo o primeiro radar meteorológico português instalado em Lisboa, em 1969 [6].

O Serviço Meteorológico Nacional viria a ser desactivado em 1976, e na sua reestruturação veio a ser chamado de Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, e de Instituto de Meteorologia, I. P., em 1993. A instalação de estações meteorológicas automáticas viria a ocorrer somente em 1991 [7].

## **2.2. Instituto de Meteorologia**

IM é a abreviatura de Instituto de Meteorologia, o qual é um laboratório de estatal onde se faz a vigilância do estado do tempo e dos sismos, bem como o acompanhamento do clima e das alterações climáticas. Para o efeito, o IM utiliza informação que recebe da sua rede de estações, das redes da Europa e do mundo, através de um circuito especial de comunicação.

O IM disponibiliza vários serviços, entre os quais previsões e avisos em caso de mau tempo, sobretudo para a Protecção Civil, prestando também serviços aos seus utilizadores, em várias áreas como a agricultura, a aviação, as pescas, etc.[8].

### Rede de Estações Meteorológicas Automáticas

A rede nacional de estações meteorológicas automáticas de superfície (EMA), encontra-se em funcionamento operacional no Instituto de Meteorologia desde Junho de 2002, com 93 EMA (78 no Continente, 9 no arquipélago dos Açores e 6 no arquipélago da Madeira), as quais registam de 10 em 10 minutos os elementos meteorológicos principais, e elaboram de forma automática mensagens que são enviadas para a sede do IM e difundidas internacionalmente [8]. Na Figura 1 podemos ver o exemplo de uma EMA.



Figura 1 - Foto de uma EMA

Em Anexo encontra-se uma lista completa de todas as estações, até à data de 02-10-2010.

### 2.3. Relevância dos Dados Meteorológicos para o Projecto

Sendo parte do projecto (além da disponibilização dos dados via Web) a constituição de uma rede complementar, e não oficial, de estações meteorológicas, o tratamento de dados será uma componente menos desenvolvida, embora sendo referidos parâmetros meteorológicos na sua descrição científica.

Se, para determinados efeitos, será apenas necessário apresentar e registar, para uso posterior, dados directos como temperatura, humidade, velocidade e direcção do vento, pressão atmosférica, e pluviosidade, noutras situações é também fundamental o desenvolvimento da apresentação e registo daquilo a que poderíamos chamar de dados indirectos, obtidos a partir dos anteriores, entre os quais encontramos, por exemplo, o índice de frio, o índice de calor, o

*humidex*<sup>3</sup> e o índice de risco de incêndio (FWI), entre outros. Ou seja, tudo o que for possível apresentar e registar a partir de uma estação meteorológica, seja de forma directa (dados directos), seja de forma indirecta (dados indirectos), será objecto do projecto, numa perspectiva dinâmica: a **preocupação primordial incidirá sobre os dados directos**, a par de uma preocupação evolutiva e cronologicamente mais distante, que incidirá sobre os dados indirectos. Para tal, é importante o enquadramento estabelecido pela arquitectura de desenvolvimento, abordada num passo posterior do Relatório (Capítulo 5, Secção 7 - Arquitectura PROMETEO), para o entendimento do que são os resultados do trabalho, a par dos aspectos evolutivos do mesmo.

Mais do que uma rede de dados disponíveis para consulta e tratamento, o projecto contempla a necessidade cada vez mais premente de um alto estado de preparação dos cidadãos face aos efeitos crescentes de fenómenos meteorológicos extremos, cada vez mais frequentes, atribuídos ao denominado “Aquecimento Global”. Independentemente de discussões académicas sobre o tema, que ainda divergem sobre se a Terra aquece ou arrefece (iniciadas por Paul R. Ehrlich [9], em 1968, com a demonstração do aquecimento global a partir da concentração de gases de estufa, e hoje esbatidas na ideia já provada de que o planeta está sujeito a ciclos sucessivos de aquecimento/arrefecimento), a verdade indesmentível é que eventos como quedas improváveis de neve, tempestades de origem tropical ou extra tropical, declínio médio da pluviosidade e crescente secura fazem ano após ano as manchetes dos meios de informação, perante a incontestável alteração do clima. Como tal, embora caiba aos cientistas o estudo e a procura de soluções perante tais adversidades, estas são fonte de enormes perdas, seja de bens, seja mesmo de vidas humanas. Independentemente do maior ou menor estado de preparação das forças que constituem a Protecção Civil, cabe a cada um dos cidadãos auto-proteger-se, assim como contribuir para a protecção do seu semelhante. Uma das mais-valias do projecto reside precisamente nas potencialidades que apresenta a esse nível.

Por exemplo, e tomando a eventualidade de uma forte tempestade de origem tropical se abater sobre o território nacional, vinda de sudoeste e dirigindo-se a nordeste, se um cidadão albacastrense tiver a oportunidade de ler num monitor os valores de dados meteorológicos extremos obtidos sequencialmente no Algarve, no Alentejo e no Ribatejo, terá todas as condições para prever a sua própria sujeição, num dada linha de tempo futuro, a tais efeitos e para tomar as precauções desejáveis. Outro factor que abona em favor deste trabalho é o facto de o acesso a Internet está cada vez banalizado, o que o torna útil para disponibilizar informação aos utentes e os fins para os quais essa informação pode ser útil são imensos (ex. Preparar uma viagem em território nacional e saber com base nos dados das estações condições meteorológicas em diversas zonas do país).

---

<sup>3</sup> Índice usado pelos meteorologistas Canadianos que descreve a temperatura sentida por um cidadão comum combinando a temperatura e humidade registada no momento.



### 3. Trabalho Relacionado

Existem actualmente diversos sistemas de redes de dados meteorológicos, motivados pelo exponencial crescimento do número de estações privadas. Não é muito normal ver estações oficiais associadas a tais sistemas, sobretudo pelo facto de as entidades oficiais, em menor ou maior grau, serem muito fechadas a contributos de entidades de cariz diferente e também pouco dadas a fornecerem conteúdos sem o suporte de uma base mercantilista. Este facto explica-se por duas razões, uma que se prende com as pressões estatais para que tais entidades encontrem por si próprias formas de financiamento que implicam a comercialização dos dados e outra que é meramente corporativa.

Assim sendo, as estações privadas, sem que os respectivos detentores estejam sujeitos a tais constrangimentos, são livres de se associarem a organizações similares, prestando serviços de grande valor científico e de protecção civil. Aliás, segundo o Dr. Hélder Silvano, *“não são raros os casos de organizações do género que, nos respectivos países, estão muito à frente dos próprios serviços estatais, havendo inclusive casos em que tais organizações surgiram como resultado da ineficiência dos serviços oficiais”*.

Não é esse o caso de Portugal. Embora o Instituto de Meteorologia se mantenha relativamente fechado a influências exteriores e procure constantemente a criação de serviços que lhe permitam algum financiamento interno, a prestação de informação, sobretudo através do seu Web Site<sup>4</sup>, tem procurado seguir uma linha de modernidade e progresso. Possui no entanto a tarefa dificultada por imposições estatais de carácter economicista, que fazem com que a rede de estações esteja mesclada de máquinas automáticas e não automáticas, não tendo ainda havido o ensejo de publicar dados em tempo real. Na realidade, a maioria dos dados publicados *online* apresenta uma periodicidade horária, o que, se tem validade para efeitos estatísticos e de análise futura, não permite uma visualização para efeitos, por exemplo, de protecção civil. Tal facto é ultrapassado pelas redes de estações privadas, que com grande liberdade de acção promovem um serviço de cariz público complementar com enorme valor cívico.

---

<sup>4</sup> <http://www.meteo.pt> (consultado em 14 de Novembro de 2010)

### 3.1. LiveMeteoView

O projecto LiveMeteoView<sup>5</sup> foi desenvolvido por alunos finalistas do curso de Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, ano lectivo 2009/10. Os seus autores, Ivo Gonçalves e Miguel Antunes, desenvolveram uma solução que vai ao encontro das necessidades dos muitos entusiastas da meteorologia que pretendam publicar os dados das suas estações.

A solução foi projectada com o intuito de ser uma solução para adoptar à escala nacional. Pretendeu-se juntar informações de pelo menos uma estação por distrito, num único portal (Figura 2). Esta informação seria recolhida das estações através de uma aplicação especialmente desenvolvida para o efeito (LiveMeteoView APP). Desta forma, o utilizador poderá ver a sua estação registada no sistema, numa página Web, sem fazer uso da aplicação desenvolvida [10].



Figura 2: LiveMeteoView

<sup>5</sup> <http://www.livemeteoview.com> (consultado em 10 de Novembro de 2010)

### 3.2. Meteo Climatic

Com sede em Espanha, a rede MeteoClimatic<sup>6</sup> foi realizada para estações exclusivamente da Península Ibérica. Conta com um mapa de situação logo na página de início (Figura 3), que apresenta o estado geral do tempo da península. Clicando-se numa determinada zona, prossegue-se para um mapa mais restrito, de âmbito regional, o qual apresenta ligações para cada uma das estações aí existentes. Os dados são actualizados, por norma, de 10 em 10 minutos. A língua apresentada é o Castelhana e há ligações para mapas que transformam os dados meteorológicos em gradações de cores para os diferentes parâmetros. Acedendo-se a cada estação, existem várias possibilidades de visualização de dados, podendo mesmo estar presentes gráficos das últimas horas. Está também presente uma imagem de *webcam* da estação, caso tenha sido implementada. É importante referir, também, que está presente, numa *frame* à parte, um prognóstico de superfície para a península.



Figura 3: MeteoClimatic

<sup>6</sup> <http://www.meteoclimatic.com/> (consultado em 20 de Setembro de 2010)

### 3.3. AWEKAS

Com sede na Alemanha, a rede Awekas<sup>7</sup> tem âmbito mundial e pode ser adaptável, em termos de página inicial (Figura 4), à região ou país de proveniência do utilizador/observador. No conjunto de línguas disponíveis, contudo, o Português não está disponível. O mapa inicial apresenta cada estação como um ponto vermelho, o qual, sob passagem do rato, apresenta uma legenda com os últimos dados. Clicando-se, acede-se aos dados da estação propriamente dita, actualizados de 10 em 10 minutos. Essa visualização reveste-se de um aspecto muito agradável, já que os dados são apresentados num conjunto de gráficos muito bem conseguidos. Numa *frame* do lado direito da página, está sempre presente um conjunto de situações extremas que tenham ocorrido ultimamente no espaço da rede Awekas, seja por actualização automática, seja por introdução directa dos utilizadores inscritos. Na parte superior da página, corre um *banner* com as últimas adições de dados por parte de diversas estações. Também existe a possibilidade de aceder a cada parâmetro meteorológico de forma independente, através de um *link* próprio.

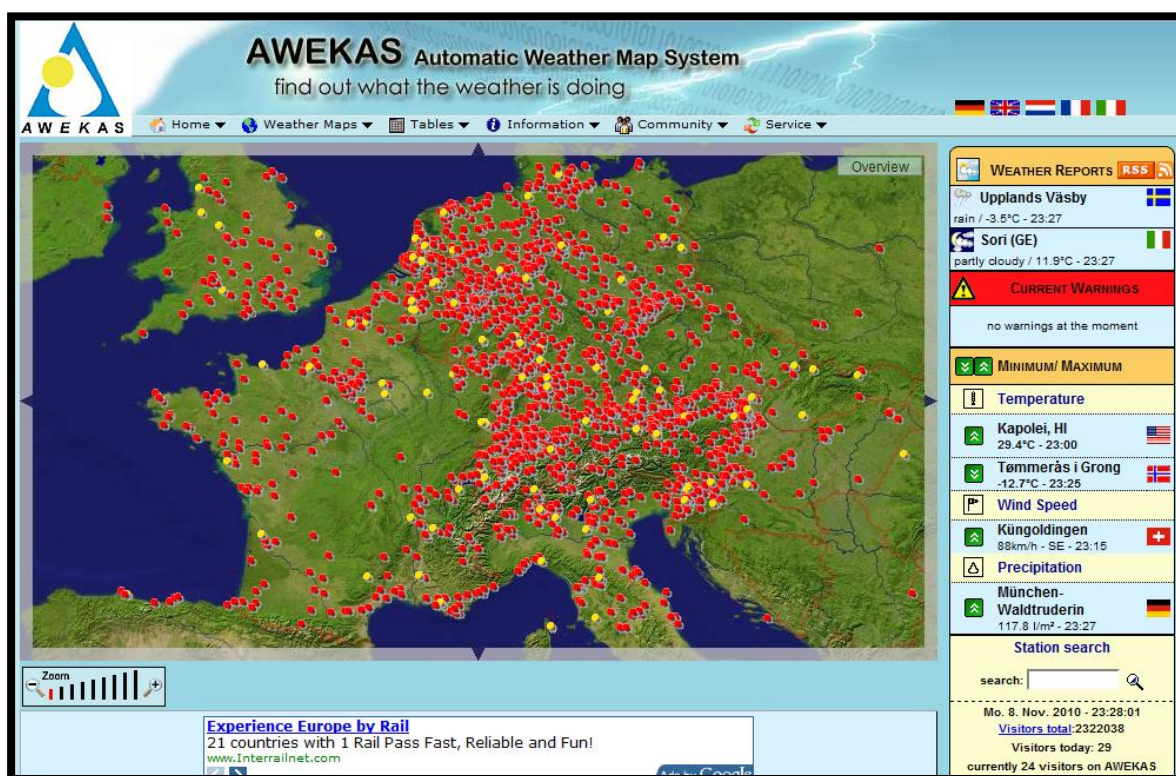


Figura 4 : AWEKA <sup>8</sup>

<sup>7</sup> <http://www.awekas.at> (consultado em 20 de Setembro de 2010)

<sup>8</sup> <http://www.awekas.at/en/uebersicht.php> (consultado em 20 de Setembro de 2010)



### 3.4. Weather Underground

Esta é a mais conhecida e mais utilizada rede mundial de estações privadas e também oficiais, tendo nascido em 1991 a partir de um conjunto de professores da Universidade de Michigan [11], oferecendo actualmente dados de mais de 13000 estações de todo o mundo e recebendo cerca de 116 milhões de visita por mês, conforme o próprio site o refere. Para além de apresentar dados das estações associadas, mantém um histórico em texto e gráficos do dia em apreço. Tem ainda muita informação sobre praticamente tudo o que existe em matéria de meteorologia e geofísica. É autenticamente uma escola de meteorologia. Quanto aos dados disponibilizados em si, para além de ter também uma ligação a *webcam*, caso exista, tem a função *rapid fire*, que é apresentada quando alguma situação meteorológica extrema ocorre. É parametrizável em termos linguísticos e no que respeita às escalas de dados. Embora não muito agradável em termos gráficos, trata-se de um *site* simples (Figura 5), com muita informação útil. A actualização ocorre praticamente em tempo real, expressão que em termos meteorológicos significa apenas alguns segundos entre cada ciclo de leitura/amostragem.

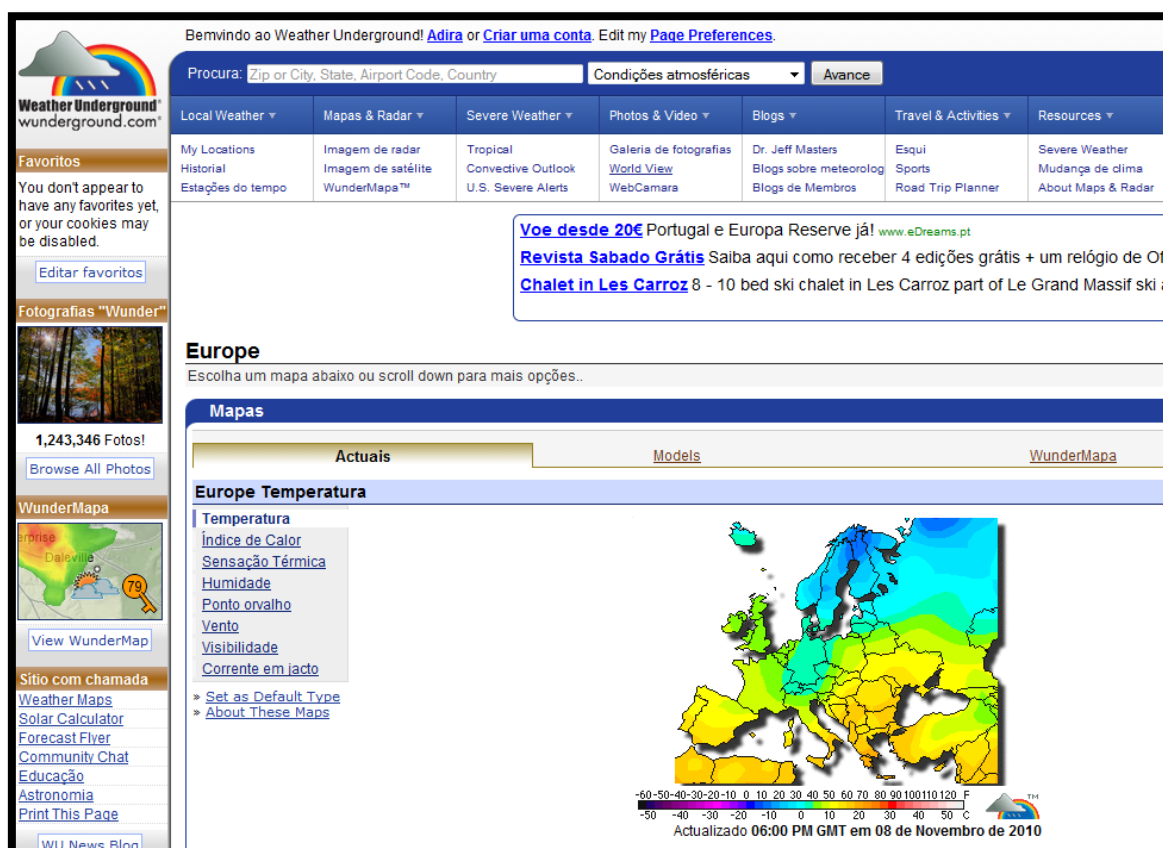


Figura 5: Weather Underground <sup>9</sup>

<sup>9</sup> <http://www.wunderground.com/> (consultado em 20 de Setembro de 2010)

### 3.5. Análise Comparativa

Não existe, por enquanto, uma rede com tais características de carácter nacional. No entanto, algumas estações privadas nacionais fazem parte de redes já existentes na Europa, como vimos neste Capítulo. O **PROMETEO**, neste sentido, procurará preencher essa lacuna nacional, como poderemos ver na seguinte Tabela.

Tabela I: Comparação de Sistemas Meteorológicos

|  | LiveMetroView | MetroClimatic | AWEKAS | Weather Underground | PROMETEO |
|--|---------------|---------------|--------|---------------------|----------|
| Capacidade de Monitorizar EM Privadas              | ✓             | ✓             | ✓      | ✓                   | ✓        |
| Permite Georeferência com Mapas Interactivos       | ✓             | ✓             | ✓      | ✓                   | ✓        |
| Capacidade de ler estações METAR/Oficiais          | ✗             | ✗             | ✗      | ✓                   | ✓        |
| Possibilidade de comunicar fisicamente com a EM    | ✓             | ✗             | ✗      | ✗                   | !        |
| Alarmes  | ✗             | ✗             | ✗      | ✓                   | !        |
| Partilha de dados                                  | ✗             | ✗             | ✗      | ✗                   | ✓        |
| Leitura de Ficheiros Clientraw ( Weather Display ) | ✗             | ✓             | ✓      | ✓                   | ✓        |
| Gratuito   | ✓             | ✓             | ✓      | ✓                   | ✓        |
| Desenvolvido em Português                          | ✓             | ✗             | ✗      | ✗                   | ✓        |
| Implementação de Gráficos                          | ✗             | ✗             | ✗      | ✓                   | !        |

! Funcionalidade Prevista para a plataforma, mas actualmente não desenvolvida

## 4. Modelação do Sistema e Análise de Requisitos

A modelação de um sistema consiste na análise detalhada do problema, com vista à recolha dos requisitos que fazem parte da aplicação a desenvolver e à identificação do que o sistema deverá realizar, qual o seu comportamento e quais as suas funcionalidades.

### 4.1. UML

A linguagem *Unified Modeling Language* (UML) [12] surge como o sucessor natural de um conjunto de métodos de análise e projecto orientados a objectos. A UML, padronizada pelo *Object Management Group* (OMG)<sup>10</sup>, é um modelo de linguagem que permite modelar os requisitos especificados. Devido ao seu elevado poder expressivo, riqueza da sintaxe e semântica, e para além da sua ampla divulgação na área de modelação de software, é propícia ao desenvolvimento de aplicações que utilizam linguagens orientadas a objectos. Os modelos apresentados são obtidos por refinamento do espaço do problema e análise das entidades, e respectivas inter-relações existentes no universo do problema a modelar. Cada modelo é constituído por um conjunto de diagramas, correspondentes a perspectivas ou pontos de vista específicos do modelo. Estes diagramas constituem representações parciais do sistema, cuja coerência semântica com os outros diagramas do mesmo modelo tem de ser assegurada [12].

Os diagramas utilizados para a modelação deste projecto foram: diagramas caso de uso e Diagramas de sequência.

#### 4.1.1. Diagramas Caso de Uso

Um caso de uso é “uma sequência de acções que um ou mais actores realizam num sistema de modo a obterem um resultado particular” [13].

Os diagramas de caso de uso permitem representar/capturar as interacções entre os utilizadores e os sistemas e também as funcionalidades implementadas no sistema a modelar. É importante notar que os diagramas de caso de uso não descrevem o modo como se deve construir o *software*, mas sim, o modo como se deve comportar. Será seguidamente apresentado (Figura 6) o diagrama de caso de uso do sistema assim como a descrição específica dos casos de uso mais relevantes apresentados no diagrama.

---

<sup>10</sup> <http://www.omg.org> (consultado a 17 de Novembro de 2010)

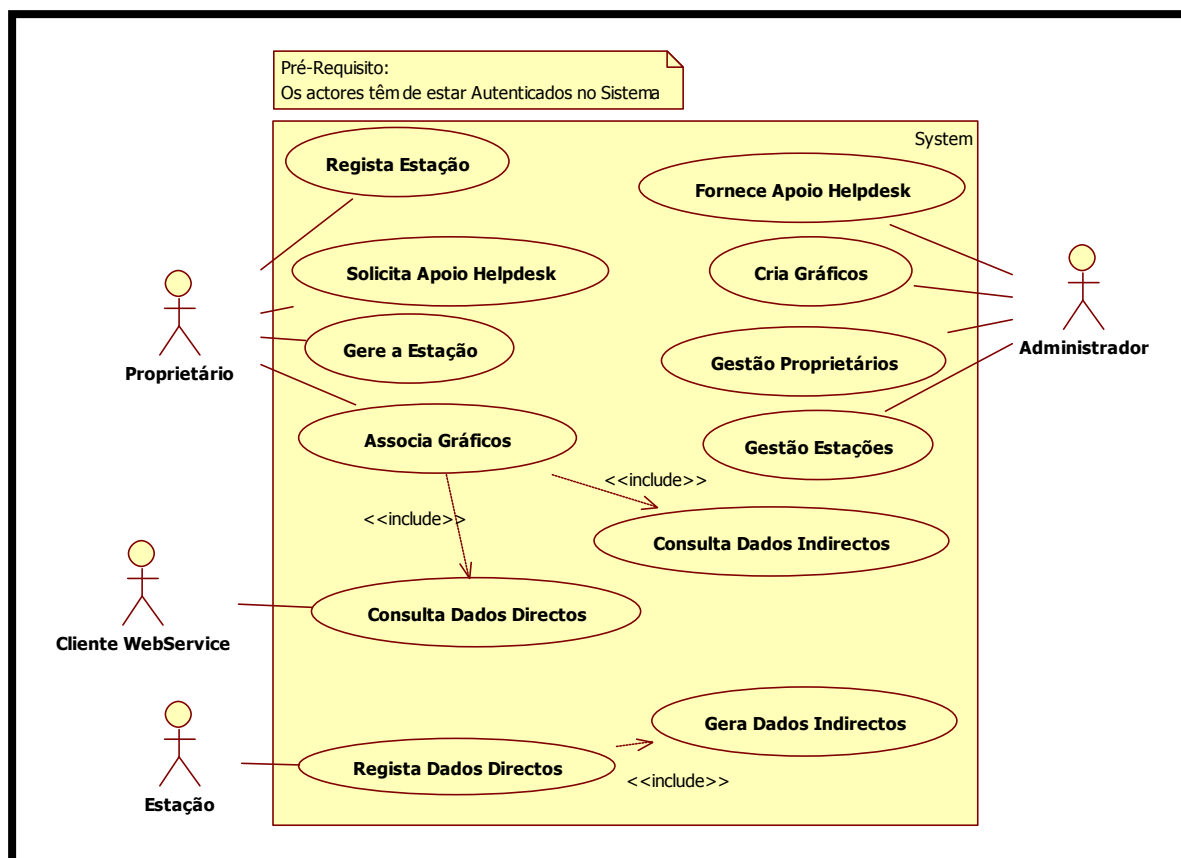


Figura 6 : Caso de Uso da Plataforma PROMETEO

Os actores que irão interagir com a plataforma **PROMETEO**, assim como as responsabilidades de cada um, encontram-se descritos em seguida:

**Administrador:** Este actor representa o administrador da plataforma **PROMETEO**. Tem como funções a gestão dos proprietários e das suas estações. Este actor poderá também gerir os processos de *Helpdesk*, criar e actualizar gráficos.

**Proprietário:** É um actor que é o proprietário de uma ou mais estações, como proprietário poderá gerar gráficos com os dados da sua estação, solicitar apoio *HelpDesk* e gerir toda a informação captada pela sua estação.

**Estação:** Representa um actor que está associado ao processo de registo da informação na Base de Dados, podendo apenas escrever dados directos que por sua vez dão origem a dados indirectos.

**Cliente Webservice:** Representa um actor que está associado às acções do *PrometeoLiveDisplay*, podendo apenas consultar os dados directos fornecidos pela estação.



De seguida são mencionados apenas os Casos de Uso do Actor Proprietário.

Tabela II - Caso de Uso : Regista Estação

### Regista Estação

|  |
|--|
| <b>Descrição</b>   |
| Este caso de uso refere o modo como um actor efectua um registo de uma estação de Meteorologia.  |
| <b>Actores</b>   |
| Proprietário   |
| <b>Pré Condições</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor tem de estar autenticado no sistema.</li> </ul>   |
| <b>Sequência Normal de Acções</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor abre o formulário de registo de uma nova estação</li> <li>• Preenche todos os dados</li> <li>• O registo fica pendente e fica à espera de aprovação do Administrador</li> </ul> |

Tabela III - Caso de Uso : Solicita Apoio Helpdesk

### Solicita Apoio Helpdesk

|  |
|--|
| <b>Descrição</b>   |
| Este caso de uso refere o modo como um Proprietário pode entrar em contacto com o Administrador para apoio técnico / esclarecimento de dúvidas.  |
| <b>Actores</b>   |
| Proprietário   |
| <b>Pré Condições</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor tem de estar autenticado no sistema.</li> </ul>   |
| <b>Sequência Normal de Acções</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor acede à opção “HelpDesk”</li> <li>• Mediante da disponibilidade do Administrador, poderá entrar em contacto via Chat ou por E-mail com o Administrador PROMETEO</li> <li>• Caso seja por E-mail é gerado um <i>ticket</i> de apoio</li> </ul> |

Tabela IV - Caso de Uso : Gerir Estação

| <b>Gerir Estação</b>              |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Descrição</b>                  |   |
|                                   | Este caso de uso refere o modo como o proprietário gere os detalhes da sua estação e informação por ela captada.  |
| <b>Actores</b>                    |   |
|                                   | Proprietário  |
| <b>Pré Condições</b>              |   |
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor tem de estar autenticado no sistema.</li> </ul>  |
| <b>Sequência Normal de Acções</b> |   |
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor acede ao menu da Estação que pretende gerir</li> <li>• Alterar e configura todos os parâmetros disponíveis nos formulários da Plataforma</li> <li>• Regista a informação na Base de Dados</li> </ul> |

Tabela V - Caso de Uso :Associa Gráficos

| <b>Associa Gráficos</b>           |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Descrição</b>                  |  |
|                                   | Este caso de uso refere o modo como o proprietário pode usar os dados directos e indirectos da sua estação para gerar gráficos.  |
| <b>Actores</b>                    |  |
|                                   | Proprietário   |
| <b>Pré Condições</b>              |  |
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor tem de estar autenticado no sistema.</li> <li>• Deverá haver gráficos associados às grandezas pretendidas</li> </ul>  |
| <b>Sequência Normal de Acções</b> |  |
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor acede ao menu da Estação que pretende criar um gráfico</li> <li>• Selecciona qual a grandeza que pretende representar no gráfico e o espaço temporal</li> <li>• O Caso de Uso finaliza com a criação de um gráfico</li> </ul> |
| <b>Cenário Alternativo</b>        |  |
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor acede ao menu dos Gráficos</li> <li>• Associa um dos gráficos disponíveis na Plataforma à sua estação, indicando o espaço temporal</li> <li>• O Caso de Uso finaliza com a criação de um gráfico</li> </ul>                   |

Tabela VI - Caso de Uso : Consulta Dados Directos

### Consulta Dados Directos

|   |
|---|
| <b>Descrição</b>  |
| Este caso de uso refere o modo como o proprietário pode visualizar os dados directos captados pela estação podendo associar.  |
| <b>Actores</b>  |
| Proprietário  |
| <b>Pré Condições</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor tem de estar autenticado no sistema.</li> </ul>  |
| <b>Sequência Normal de Acções</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor acede ao menu da Estação que pretende criar um gráfico</li> <li>• Visualiza e selecciona os dados captados pela estação</li> </ul> |

Tabela VII - Caso de Uso : Consulta Dados Indirectos

### Consulta Dados Indirectos

|   |
|---|
| <b>Descrição</b>  |
| Este caso de uso refere o modo como o Proprietário pode visualizar os dados directos captados pela Estação podendo associar.  |
| <b>Actores</b>  |
| Proprietário  |
| <b>Pré Condições</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor tem de estar autenticado no sistema.</li> </ul>  |
| <b>Sequência Normal de Acções</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• O actor acede ao menu da Estação que pretende criar um gráfico</li> <li>• Visualiza e selecciona os dados indirectos calculados através dos dados captados pela estação</li> </ul> |

### 4.1.2. Diagramas de Interacção

Os diagramas de interacção são úteis para representar cenários de utilização, ou seja para especificar a realização de um determinado caso de uso. Os diagramas de interacção podem-se dividir em:

- Diagramas de sequência;
- Diagramas de colaboração.

Enquanto o diagrama de sequência dá ênfase à ordenação temporal das mensagens trocadas entre objectos sendo particularmente úteis para detalhar um cenário de um caso de uso especificando situações complexas, o diagrama de colaboração é um diagrama de interacção com ênfase estrutural dos objectos que trocam mensagens entre si, sendo adequados para ilustrar relações entre objectos [14].

Apenas serão apresentados os diagramas de sequência dos cenários de utilização mais relevantes do sistema, tais como:

#### Inserir Estação

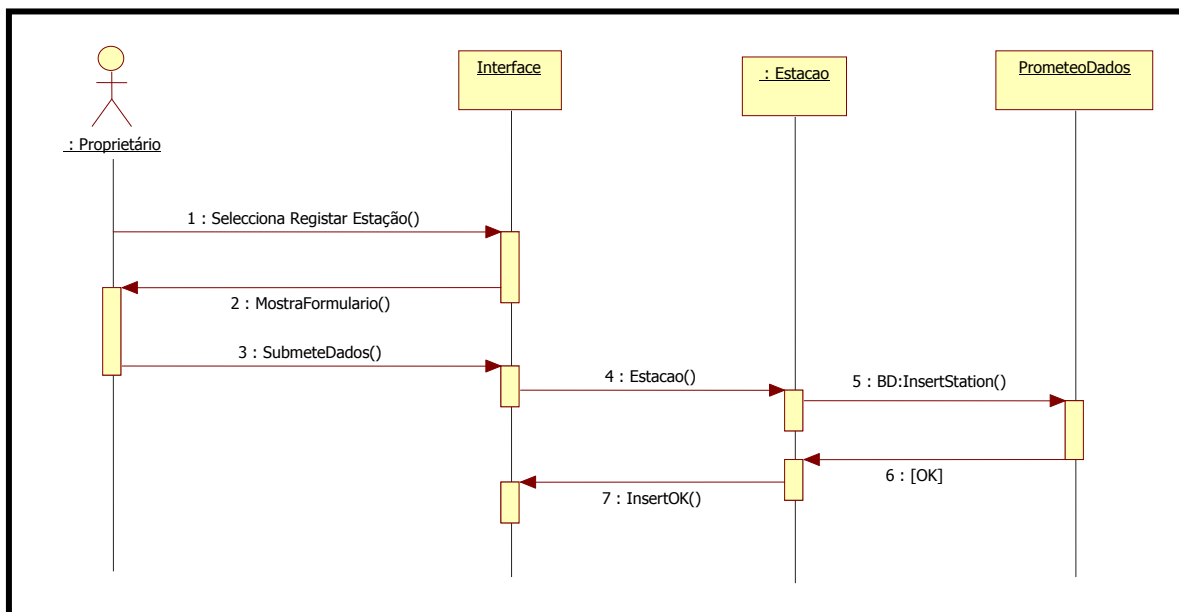


Figura 7 : Diagrama de sequência: Inserir Estação

Gerir Estação

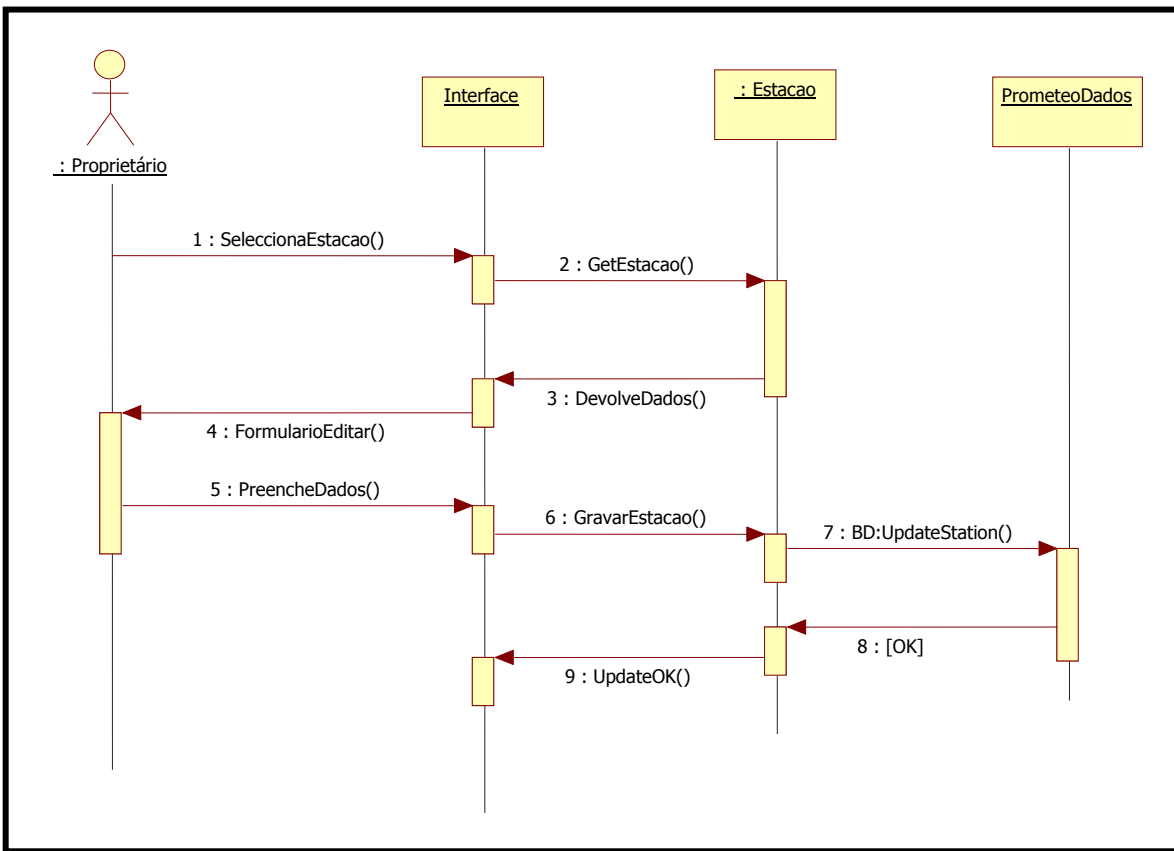


Figura 8 : Diagrama de sequência: Gerir Estação

## Gerar Gráficos

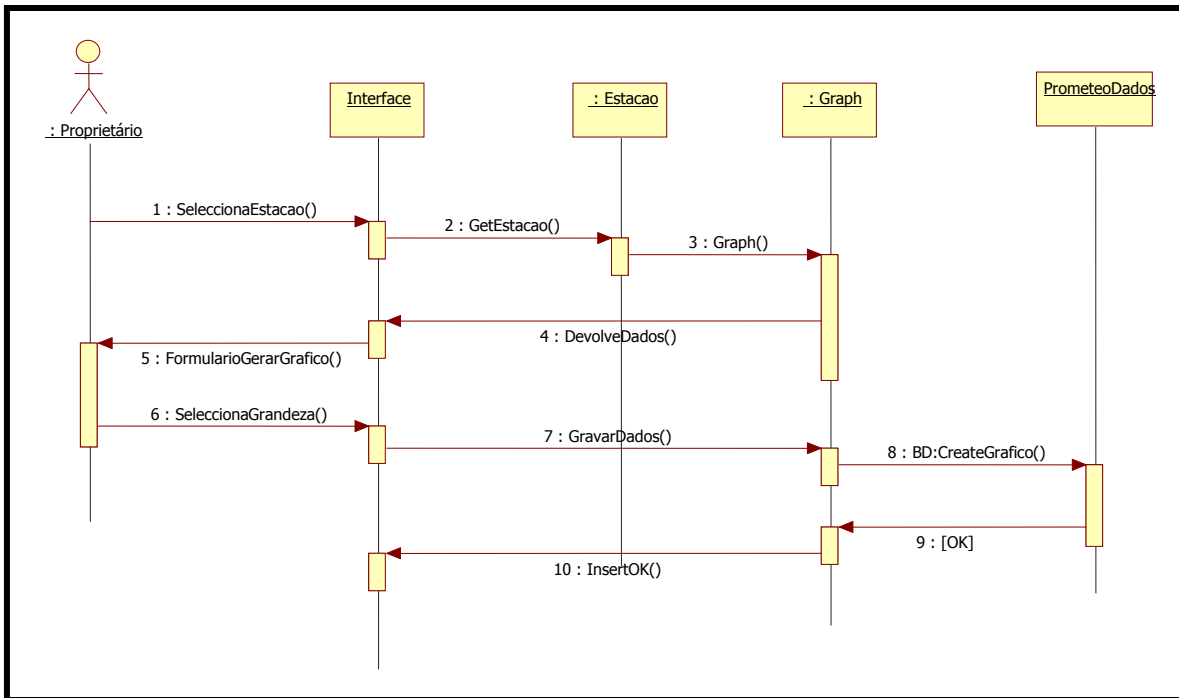


Figura 9 : Diagrama de sequência: Gerar Gráficos

## Consultar Dados Directos

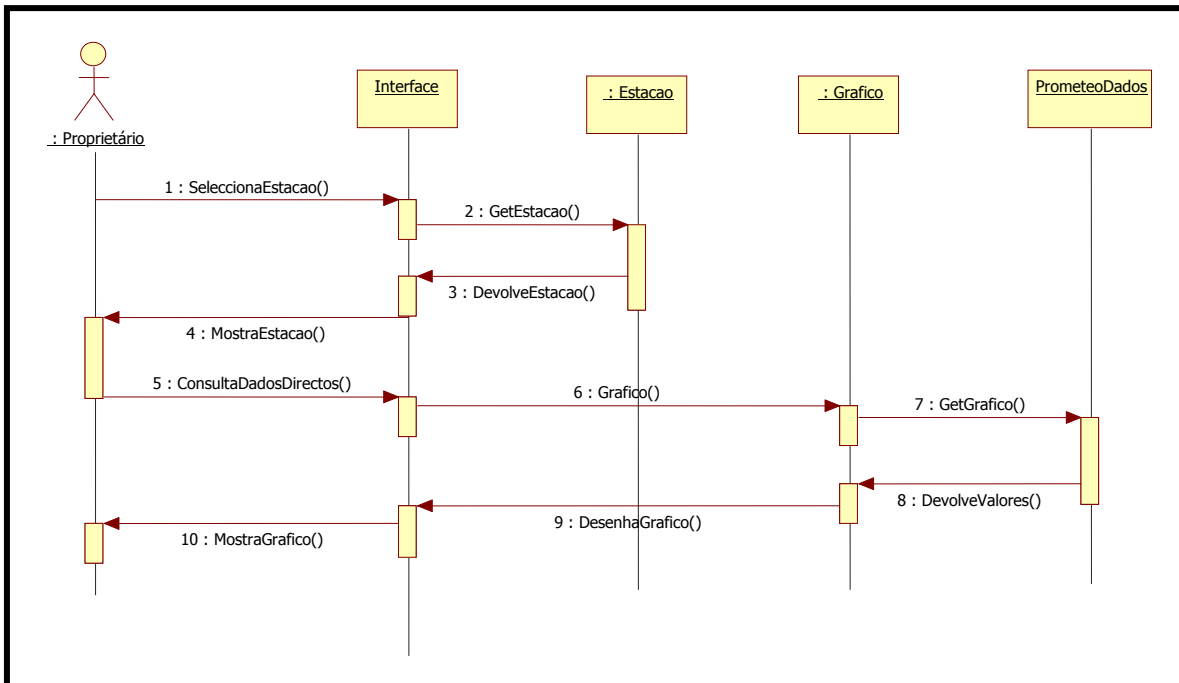


Figura 10 : Diagrama de sequência: Consultar Dados Directos

Consultar Dados Indirectos

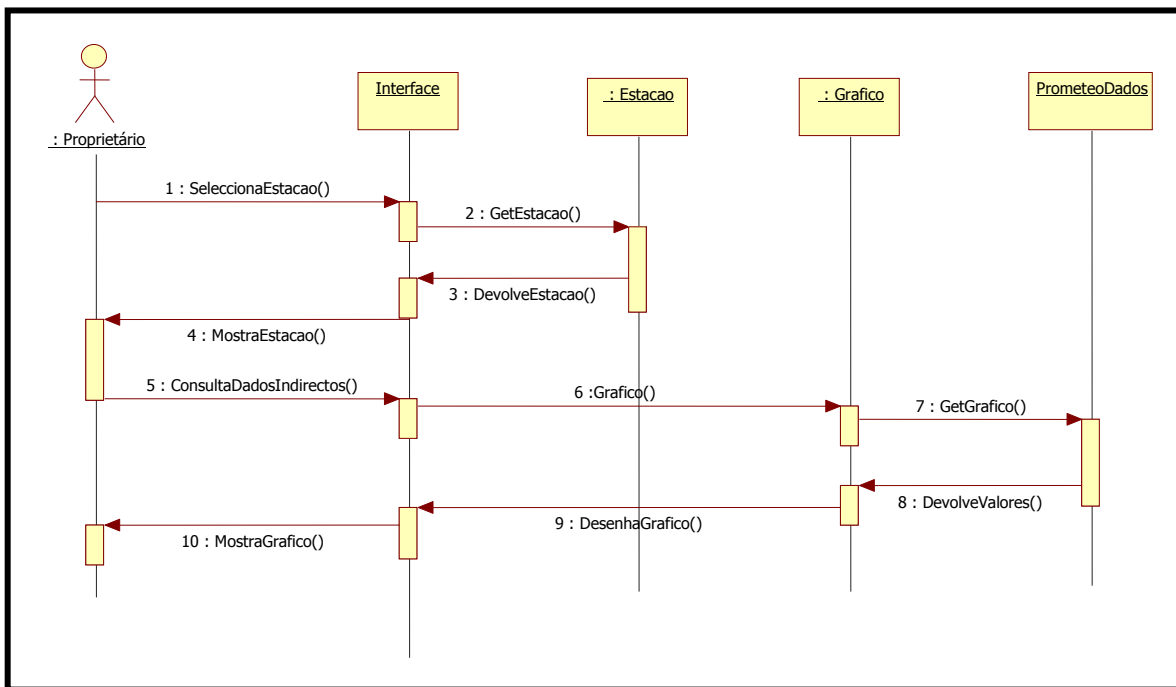


Figura 11 : Diagrama de sequência: Consultar Dados Indirectos

### 4.1.3. Diagrama de Classes

O diagrama de classes é uma descrição formal da estrutura de objectos num sistema. Este tipo de diagrama descreve os tipos de objectos que existem no sistema e os vários tipos de relacionamentos estáticos que existem entre eles. Expressam a estrutura estática do sistema em termos das classes e relacionamentos entre estas classes [15].

Os diagramas de classes podem ser entendidos sobre três perspectivas diferentes, cada uma para um tipo de observador diferente, sendo elas [12]:

(1) Conceptual, a classe representa os conceitos abstractos do domínio em estudo. Nesta perspectiva desenha-se o diagrama sem pensar no tipo de implementação que irá ter (i.e. é independente da linguagem de programação que vai ser empregue).

(2) Especificação, o diagrama de classes é efectuado já a pensar em termos de *software*, é encarada de um ponto de vista exterior e não em termos de implementação. O foco é nas principais interfaces da arquitectura, nos métodos principais e não como estes vão ser implementados. Por vezes nesta perspectiva usa-se o conceito de “tipo” para designar as interfaces, quando ainda não se pensou na sua implementação que pode ser variada. Esta perspectiva destina-se a pessoas que não precisam saber dos detalhes de desenvolvimento.

(3) Implementação, nesta perspectiva o diagrama de classe é elaborado já a pensar na forma como as classes irão ser implementadas. Esta perspectiva aborda vários detalhes de implementação, tais como navegabilidade, tipo dos atributos, etc.

Neste tipo de diagramas é fundamental saber em que perspectiva se está a ler ou desenhar o diagrama, sendo que o diagrama de classes apresentado na Figura 12 está elaborado numa perspectiva conceptual.

Para cada classe no diagrama da Figura 12 serão descritos a sua entidade, os seus relacionamentos com as outras classes e os seus atributos (Tabela VIII). Assim, para o **PROMETEO**, foram identificados as classes relevantes no contexto que se pretendeu modelar e procura-se descrever as características comuns em termos de atributos. Pode verificar-se que o diagrama apresenta cinco classes, nomeadamente: Utilizador, “Estacao”, “Grafico”, “Graph” e Grandeza.



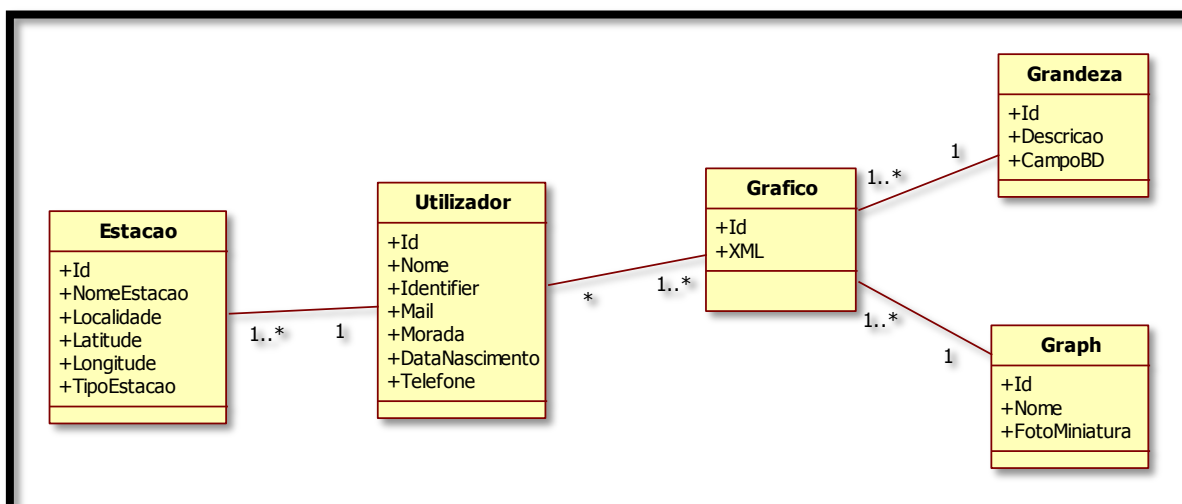


Figura 12: Diagrama de Classes

Tabela VIII : Tabela Descritiva das Classes

| Entidade   | Descrição  |
|------------|--|
| Utilizador | Representa o utilizador do sistema. É caracterizado por um número de identificação, nome, <i>identifier</i> para o sistema <i>single-sign-on</i> e restantes dados; Esta classe está associada às classes: “Grafico” e “Estacao”;                        |
| “Estacao”  | Representa a estação do sistema. É caracterizado por um número de identificação, nome, localidade e coordenadas GPS; Esta classe está associada à classe utilizador;   |
| “Grafico”  | É caracterizado pela identificação do gráfico e da estrutura de XML necessária para a criação do gráfico; Esta classe está associada às classes: Graph e Grandeza;   |
| Grandeza   | É a representação das grandezas que são mensuráveis pelas estações. É caracterizado pelo número de identificação e pelo campo da Base de dados onde vai recolher a informação necessária para o “Grafico”. Relaciona-se portanto com a classe “Grafico”. |
| Graph      | Representa os gráficos do sistema. Possui um número de identificação, descrição e campo “FotoMiniatura” para uma representação visual no sistema.  |

## 4.2. Análise de Requisitos

Para além da modelação apresentada neste capítulo, foram considerados vários requisitos não funcionais. Estes, embora não associados directamente com as aplicações, contribuem para o sucesso e o bom funcionamento das mesmas. Alguns desses requisitos são: usabilidade, desempenho, segurança entre outros.

**Usabilidade:** As aplicações destinam-se a utilizadores comuns, que poderão possuir pouco conhecimento na área das tecnologias de informação. Assim sendo, as *interfaces* das aplicações deverão ser bastante simples, adaptáveis, flexíveis e intuitiva. Sendo parte delas aplicações que serão executadas em ambiente Web, deverá ser compatível com a maioria dos *browsers* disponíveis no mercado.

**Fiabilidade:** No que diz respeito à fiabilidade, as aplicações deverão estar preparadas para ocorrências ou situações imprevisíveis (ex: falta de corrente), bem como apresentar o mínimo de falhas possível no sistema, evitando ao máximo algum tipo de conflito de *hardware* e de software, de maneira a não comprometer o bom desempenho da aplicação.

**Desempenho:** Em termos de desempenho, as aplicações estão dependentes do *overhead* e velocidade da rede informática. O servidor que irá armazenar a estrutura da plataforma, poderá ter alguma influência, mas se estiver de acordo com os requisitos mínimos estabelecidos, será capaz de suportar todas as exigências que lhe forem impostas. Sendo esta uma aplicação do tipo cliente-servidor, as transacções de informação estão sempre dependentes de vários troços da rede informática. Isto pode ter custos ao nível do desempenho e velocidade de transferências de dados.

**Segurança:** Consiste em manter a integridade da informação. Deste modo, existe uma aplicação que conta com um sistema de autenticação de utilizadores, prevenindo assim o acesso indevido à aplicação e à respectiva informação. Como a aplicação Web pode funcionar externamente a uma Intranet (ex: Internet), a exposição aumenta, logo a probabilidade de algum tipo de ataque aumenta também. Actualmente, o projecto reside num servidor da Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, o que significa que estão presentes as regras de segurança da instituição. Qualquer migração futura de servidores deverá ser considerada com um processo reflectido e periódico, para que não existam problemas na transição.

No capítulo seguinte será apresentada a arquitectura do sistema.

## 5. Arquitectura e Tecnologias

A arquitectura desenvolvida responde a um conjunto de requisitos que foram modelados no capítulo anterior.

Este projecto pretende agrupar a visualização das diversas estações meteorológicas privadas que existem pelo país num único sítio da Internet. Desta forma, concentra-se toda a informação centralizada, tornando a tarefa de encontrar informação sobre as estações mais fácil e simples para o utilizador. Por sua vez pretende constituir uma contribuição, à escala nacional, que possa vir a servir de estudo, dos dados armazenados, e para uma melhor análise por parte dos seus utilizadores.

## 5.1. Portal PROMETEO

O Portal PROMETEO (Figura 13) tem como finalidade a divulgação deste projecto de forma a dar a conhecer o que está a ser feito e os intervenientes. Pretende-se com este portal uma imagem simples e com conteúdos explícitos e de fácil compreensão, para cativar o interesse de quem o visita. Uma vez que não integra nenhuma informação recolhida pelas estações, considera-se um elemento externo à arquitectura seguidamente descrita.

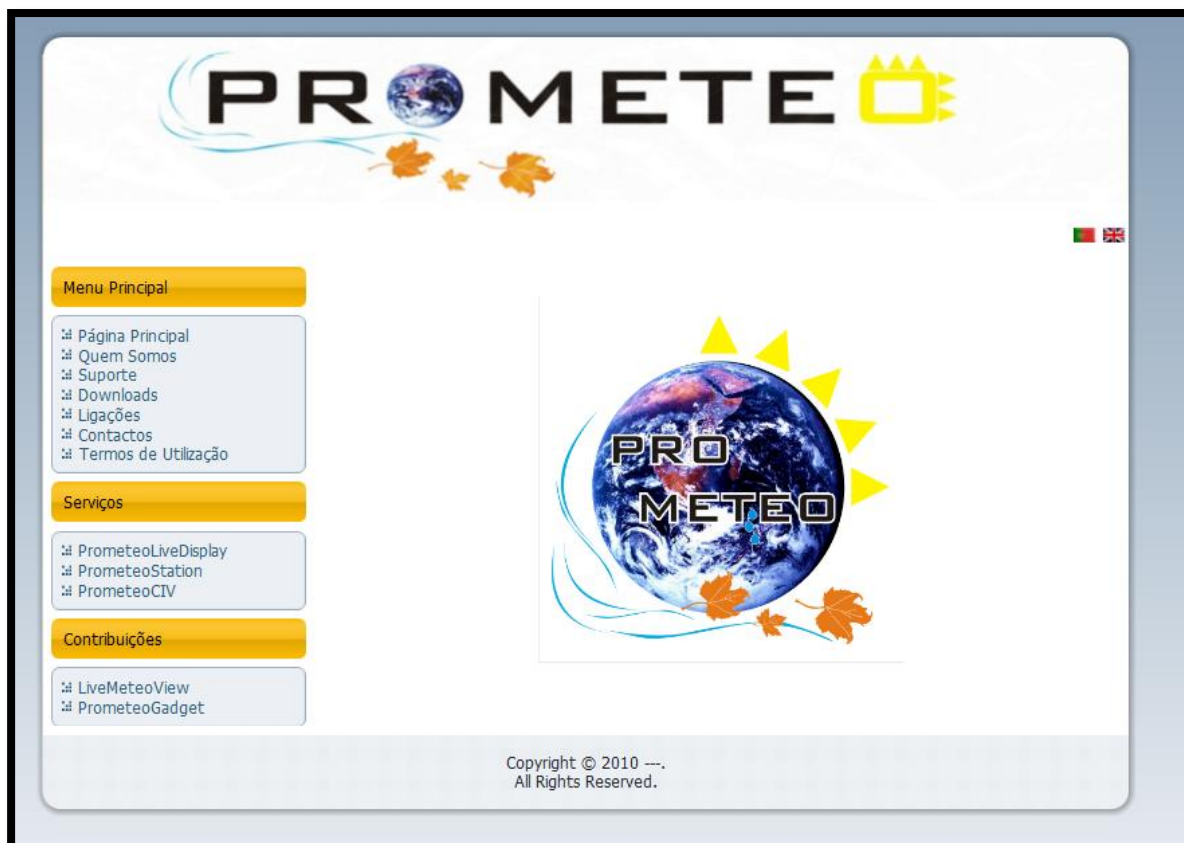


Figura 13: Portal PROMETEO<sup>11</sup>

<sup>11</sup> <http://prometeo.pt.vu> (consultado a 16 de Novembro de 2010)

## 5.2. PrometeoLiveDisplay

Para garantir que este projecto possa ser referenciado por terceiros e incentivar o aparecimento de aplicações nesta área, foi criado um conjunto de *webservices* (Figura 14) que disponibilizam o acesso à base de dados e aos seus dados, de uma forma controlada. Neste passo do projecto, apenas se pretende a divulgação de dados meteorológicos directos. Assim, recorreu-se a XML (eXtensible Markup Language)<sup>12</sup> e a JSON (*JavaScript Object Notation*)<sup>13</sup> para que programadores possam usar os dados recolhidos pelas estações aderentes à plataforma PROMETEO. É o canal de comunicação entre a base de dados e os potenciais clientes destes *webservices*.



Figura 14: PrometeoLiveDisplay<sup>14</sup>

<sup>12</sup> <http://www.w3schools.com/xml/> (consultado a 16 de Novembro de 2010)

<sup>13</sup> <http://www.json.org/> (consultado a 16 de Novembro de 2010)

<sup>14</sup> <http://sqlserver.est.ipcb.pt/prometeo/servicos/>

### 5.3. PrometeoView

O PrometeoView (Figura 15) pretende ser um portal onde os utilizadores podem consultar de uma forma livre os dados de todas as estações que fazem parte da plataforma do PROMETEO. Terão acesso à informação relativamente ao último dado registado pela estação e pretende, juntamente com o PrometeoGadget, dar relevância a este trabalho. Este também utilizará todas as funcionalidades do PrometeoLiveDisplay e mostrará a informação num formato de *website* possibilitando assim georreferenciar as estações com o Google Maps API™.



Figura 15: PrometeoView <sup>15</sup>

<sup>15</sup> <http://prometeoview.pt.vu> (consultado a 16 de Novembro de 2010)

## 5.4. PrometeoGadget

A Barra Lateral do Windows<sup>16</sup> é mostrada na parte lateral do ambiente de trabalho. Contém programas chamados de mini aplicações/*gadgets*, que proporcionam informação de acesso fácil a ferramentas frequentemente utilizados [16].

O **PrometeoGadget** (Figura 16) foi desenvolvido de forma a demonstrar a utilidade do **PrometeoLiveDisplay**. Assim, com esta mini aplicação, todos os utilizadores de Windows Vista e Windows 7 podem ter informação em directo das estações aderentes na barra Lateral do ambiente de trabalho. Está disponível para *download* no **Portal PROMETEO**.



Figura 16: PrometeoGadget

## 5.5. PrometeoStation

Como ferramenta de gestão e para a garantir a integridade dos dados que a estação está a fornecer à plataforma **PROMETEO**, o respectivo proprietário possui uma zona reservada onde pode configurar quais os gráficos que pretende que o **PROMETEO** gire com dados fornecidos e armazenados na base de dados **PrometeoHistorico**. Numa primeira fase, pretende-se apenas que seja uma zona de configuração da estação (Figura 17) para garantir a correcta comunicação dos dados. Funcionalidades futuras serão implementadas periodicamente, ouvindo sempre os proprietários, de forma a tornar o **PrometeoStation** uma ferramenta útil no universo da Meteorologia.

---

<sup>16</sup> Sistema Operativo criado pela Microsoft, empresa fundada por Bill Gates e Paul Allen.



Figura 17 - PrometeoStation<sup>17</sup>

## 5.6. PrometeoCIV

A fase mais ambiciosa deste projecto passa pela criação de uma aplicação de acesso especializado a entidades de interesse público.

Segundo o Dr. Hélder Silvano, “*entidades como Serviços Distritais e Municipais de Protecção Civil, bem como Corporações de Bombeiros terão interesse em aceder, privilegiadamente, à informação recolhida e armazenada no PROMETEO*”. No entanto, esta secção da plataforma deverá ser desenvolvida ouvindo sempre as entidades envolvidas, o que, nesta fase embrionária do projecto, seria prematuro. Esta valência específica do projecto assume claramente o âmbito de serviço público, tal como acontece, por exemplo, com o contributo eventual dos radioamadores para a Protecção Civil.

<sup>17</sup> <http://sqlserver.est.ipcb.pt/prometeo/> (consultado a 16 de Novembro de 2010)



## 5.7. Arquitectura PROMETEO

Como podemos ver na figura seguinte (Figura 18), a arquitectura **PROMETEO** baseia-se numa arquitectura de 3 camadas.

Optou-se por implementar o sistema baseado numa arquitectura de 3 camadas, uma vez que, esta possui as seguintes vantagens:

- As aplicações podem reutilizar componentes;
- Podem-se desenvolver grandes aplicações em pequenos passos;
- Fácil acesso aos dados por parte dos clientes;
- Segurança no acesso a dados;
- Redução dos custos e aumento da produtividade.

Na camada de Apresentação estão representados os clientes propriamente ditos. São estes clientes que utilizam a plataforma, por intermédio do **PrometeoLiveDisplay**, que fornece a informação da base de dados **PrometeoDados**. O fluxo de informação está representado pelas cores verdes e azuis.

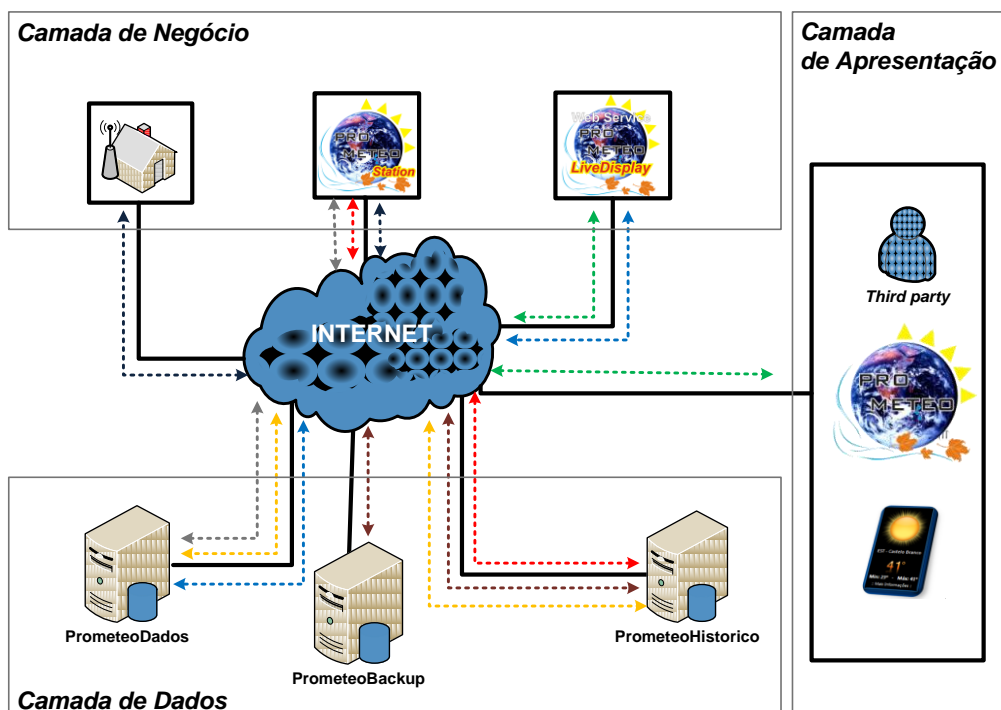


Figura 18 - Arquitectura PROMETEO

Relativamente à camada de dados, ela é composta por um conjunto de base de dados que garantem a tolerância a falhas (Figura 19) através os dois modos de replicação distintos (para mais informações sobre os modos de replicação estudados, consultar Anexo - Modelos de Replicação).

A base de dados **PrometeoDados** recebe pedidos de escrita das diversas estações (cor cinza da Figura 18). Assim, esta base de dados será exclusivamente para aceitar estes pedidos, logo optou-se um modo de Replicação Assíncrono com a base de dados **PrometeoHistorico** pois apresenta a vantagem de penalizar menos as bases dados. Como inconveniente, tem o facto de apresentar conjuntos de dados diferentes num dado instante e de não garantir a coerência dos dados a cada momento.

O **PrometeoHistorico** possui por sua vez uma replicação síncrona com a **PrometeoBackup** de modo a disponibilizar a melhor protecção possível de forma a garantir que todos os pedidos de escrita numa base dados são replicados simultaneamente.

Em ambas as bases de dados respeitou-se o modelo de replicação *Master / Slave*.

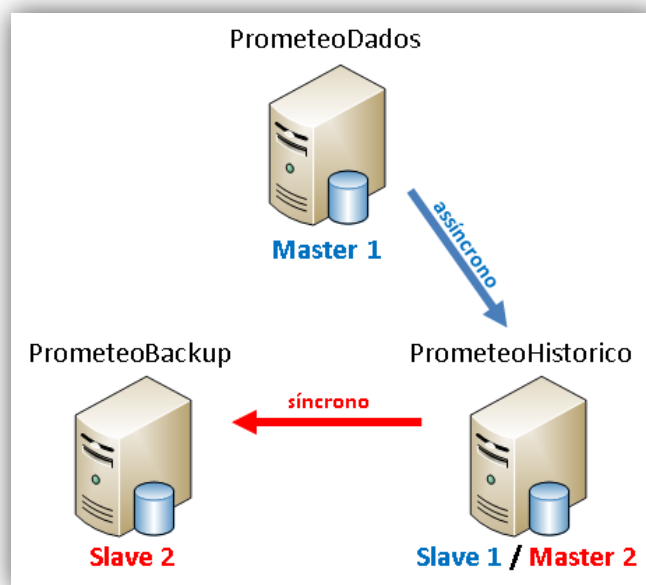


Figura 19 - Esquema de Replicação PROMETEO

Deste modo e uma vez que a base de dados **PrometeoDados** possui os últimos registos das estações (pedidos de escrita), esta é utilizada não só pelas estações, mas também pelo **PrometeoLiveDisplay**, que como foi referido anteriormente aceita os pedidos dos clientes (representado pelas cores azul e castanho da Figura 18). Durante o período de 24 horas os dados permanecem armazenados nesta base dados, mas ultrapassando esse tempo, é efectuada uma cópia para uma base de dados externa ao servidor, onde são armazenados todos os registos para

efeitos de histórico (cor amarela na Figura 18), uma base de dados chamada **PrometeoHistorico**. Simultaneamente é feita uma cópia para uma base de dados **PrometeoBackup**, que será uma versão *mirror* (cor castanha, Figura 18). Finalmente, no que diz respeito à camada de negócios, esta é constituída pelas estações que interagem directamente com a base de dados **PrometeoDados** (cor cinza, Figura 18) e a aplicação **PrometeoStation**, que interage com a base de dados **PrometeoHistorico** (cor vermelha, Figura 18).

Assim, tendo em conta a Modelação e a Arquitectura apresentado nos capítulos anteriores, podemos ver na Figura 20 a divisão pelos vários módulos da Plataforma **PROMETEO**.

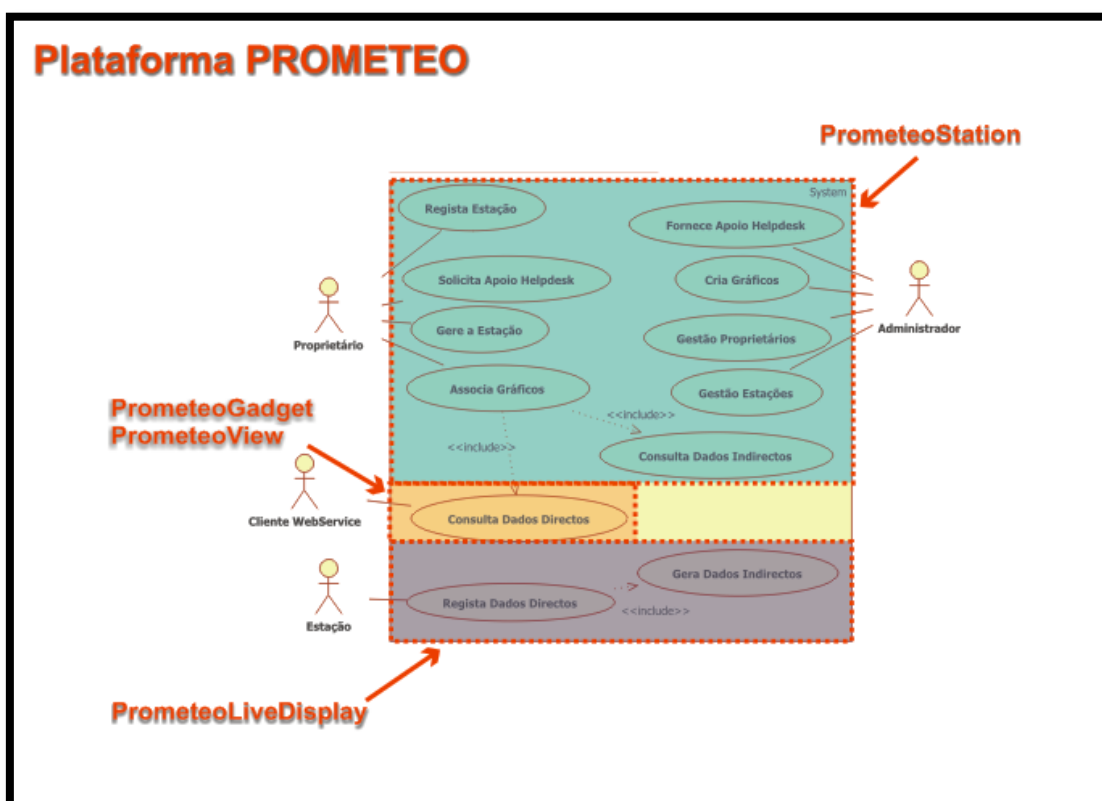


Figura 20 : Plataforma PROMETEO tendo em conta a Modelação

## 5.8. Ferramentas e Tecnologias de Desenvolvimento

### 5.8.1. Joomla!

Para a elaboração do Portal PROMETEO usou-se uma plataforma *Content Management System (CMS)*[17]. Este tipo de plataforma consiste num gestor de sítios e portais composto por *backoffice* e *frontoffice*, integrando assim ferramentas necessárias para criar e editar conteúdos, sem ser necessário alterar código. Desta forma, permite-se uma maior estruturação e facilidade em criar e publicar informação.

No mercado dos CMS é possível encontrar diversas soluções gratuitas, tais como o Joomla![18], Drupal[19], Wordpress[20], entre outras. Para a realização deste projecto foi escolhida a ferramenta Joomla!, pois destaca-se da “concorrência” devido às seguintes características:

- **Design/templates** - Os conteúdos estão separados do aspecto gráfico. Assim, é possível alterar o aspecto do Portal PROMETEO sem recurso a muito tempo de desenvolvimento. Ao projectar o Portal PROMETEO foi dada atenção a sua aparência, de forma a conseguir transmitir aos visitantes as valências do projecto;
- **Modules/Plugins** - Com o Joomla! é possível incrementar periodicamente novas funcionalidades ao portal, sem que se comprometa o site em geral;
- **Integrações Personalizadas** - Caso não exista a funcionalidade pretendida na biblioteca de módulos e *plugins*, o Joomla! permite que se possam adicionar *scripts php* externos às funcionalidades[21];
- **Fácil Gestão** - Através do seu *backoffice*, é simples alterar os conteúdos do portal e fazer uma gestão administrativa das permissões que cada pessoa pode ter na gestão do portal;
- **MultiLanguage** - Através de ferramentas de tradução do Joomla!, é possível orientar o portal para outros alvos fora de Portugal, integrando o sistema de vários idiomas, podendo o utilizador escolher a linguagem em que pretende visualizar os conteúdos;
- **Documentação** - está disponível uma grande variedade de documentação, como exemplos e *templates*, entre outros recursos com suporte para diversas linguagens;

- **Comunidade** - como o número de pessoas que fazem parte da comunidade é elevada, fica facilitada a tarefa em trocar experiências;
- **Multiplataforma** - Corre em Servidor Apache, que por sua vez corre em qualquer sistema operativo.

### 5.8.2. Janrain API

Para a autenticação dos proprietários das estações, foi pretendido integrar um sistema de *Single Sign On* (SSO)[22] que possibilitasse acesso automático às funcionalidades da estação, através de um sistema de autenticação em aplicações externas.

Janrain<sup>18</sup> é uma plataforma que está bastante integrada na comunidade do OpenID e possibilita a *websites* terem um sistema de autenticação integrado nas redes sociais e não só. Assim, para controlar toda a gestão de Estações, os proprietários apenas necessitam de ter uma conta Facebook, Google, Yahoo!, Twitter, LinkedIn, Windows Live, MySpace, entre outros[23].

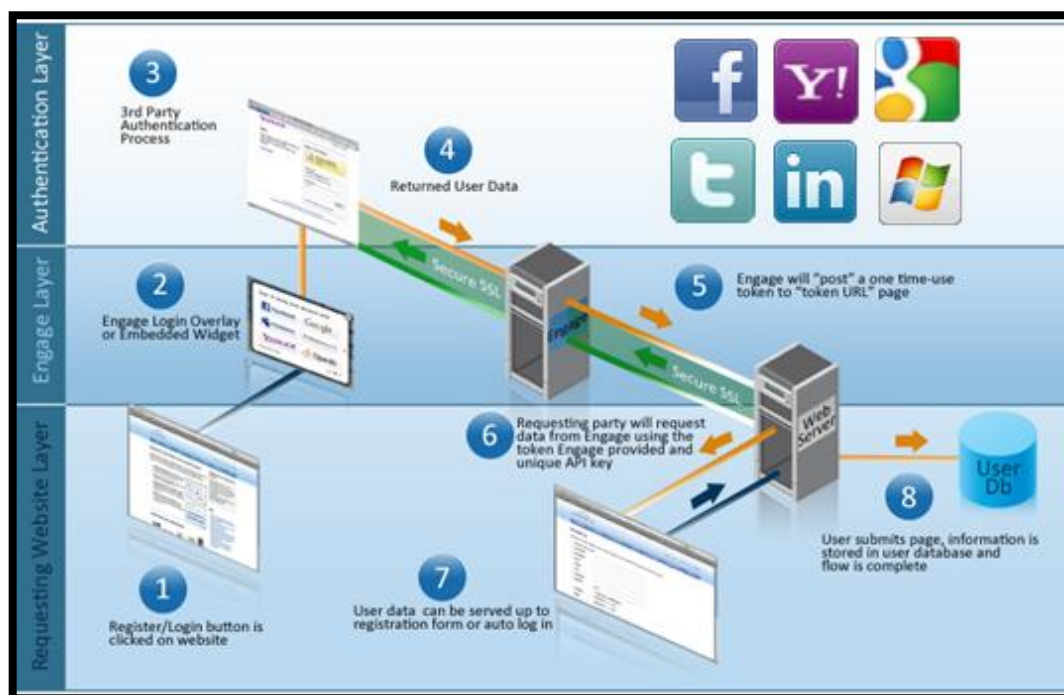


Figura 21 - Workflow da autenticação PROMETEO <sup>19</sup>

<sup>18</sup> <http://www.janrain.com> (consultado a 16 de Novembro de 2010)

<sup>19</sup> Foto retirada de: <https://docj27ko03fnu.cloudfront.net/rel/img/8ec2069e4d2defa98d9c8bb67bbb83ea.png> (consultado a 10 de Setembro de 2010)

Após *login* (passos 1,2,3,4 da Figura 21) com uma destas contas, o Janrain partilha o perfil com o *PrometeoStation* (passos 5,6 da Figura 21), permitindo que os proprietários acedam ao *backoffice*(passos 7,8 da Figura 21 e Figura 22) sem necessidade de memorizar mais um *login* e *password*.

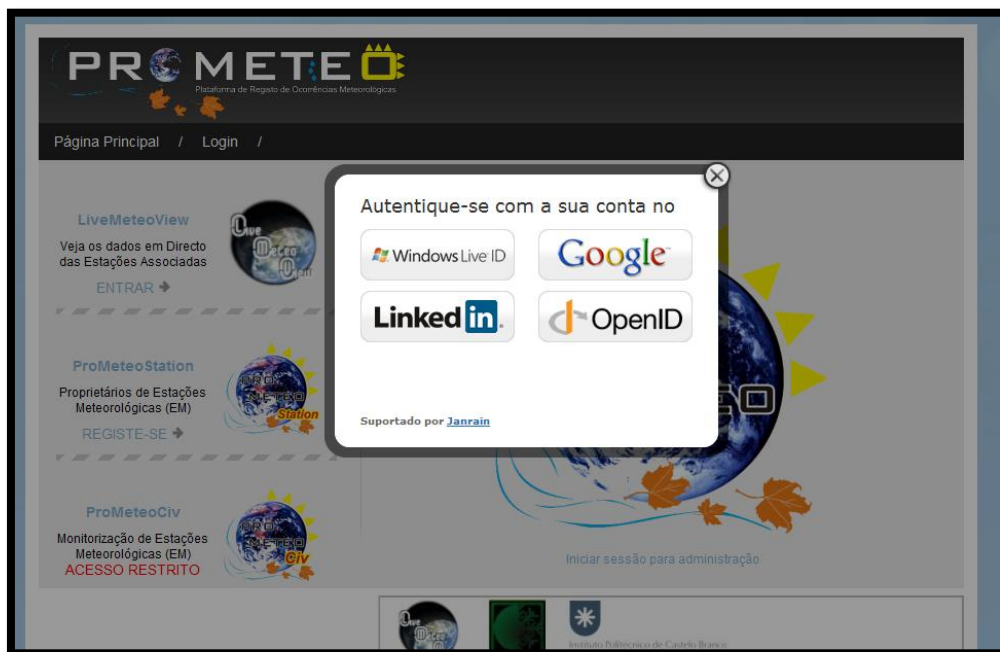


Figura 22 - PROMETEO Single Sign On

### 5.8.3.PHP

PHP (um acrónimo recursivo PHP *Hypertext Preprocessor*) é uma linguagem de programação de computadores interpretada, livre e muito utilizada para gerar conteúdo dinâmico na Web. Apesar de ser uma linguagem de fácil aprendizagem e de uso para pequenos *scripts* dinâmicos e simples, o PHP é uma poderosa linguagem orientada a objectos.

Trata-se de uma linguagem modularizada, o que a torna ideal para instalação e uso em servidores Web. Diversos módulos são criados no repositório de extensões *PECL* (*PHP Extension Community Library*) e alguns destes módulos são introduzidos como padrão em novas versões da linguagem. É semelhante, em tipos de dados, sintaxe e mesmo funções, com as linguagens C e C++. Pode ser, dependendo da configuração do servidor, embutida no código *HTML*[24].

#### 5.8.4.MYSQL

O MySQL [25] é um sistema de gestão de base de dados (SGBD) escolhido para dar suporte à plataforma do **PROMETEO**, que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*) como interface. É o sistema de base de dados *open-source* mais popular, devido ao seu desempenho, facilidade de utilização e alta fiabilidade.

#### 5.8.5.Javascript

Para criar maior interactividade com o proprietário, recorreu-se a esta linguagem de programação, pois permite uma validação dos formulários e da informação inserida do lado do cliente/*browser*. Ajuda e orienta o proprietário na validação dos dados a serem inseridos na Base de Dados.

A componente Javascript está também presente na criação do **PrometeoGadget**.

#### 5.8.6.Google Maps API

Fornecido pela Google, o Google Maps™ é uma aplicação Web que possui serviços baseados em mapas como o Google Ride Finder. Segundo um dos seus criadores [26], “o *Google Maps* é uma forma de organizar a informação de uma forma geográfica”. Através da API disponibilizada, é possível desenvolver passo a passo um sistema de geolocalização, recorrendo a funções em *javascript*.

Assim, recorrendo a este recurso da Google, poderemos localizar e referenciar mais facilmente as estações aderentes ao **PROMETEO** num mapa.

#### 5.8.7.Open Flash Chart

Open Flash Chart<sup>20</sup> é uma biblioteca *open-source* que recorre a bibliotecas Flash para gerar gráficos de valores dinâmicos. Numa aplicação que recolhe dados meteorológicos, tornava-se

---

<sup>20</sup> <http://teethgrinder.co.uk/open-flash-chart/> (consultado a 10 de Setembro de 2010)

imperativo que houvesse uma ferramenta que gerasse gráficos. Os gráficos permitem uma visão rápida e global do comportamento de uma grandeza (crescimento, diminuição, valores Máximos / Mínimos / Médios). Facilitam a comparação de dados e são de fácil compreensão para a população em geral. Assim, com o *Open Flash Chart*, é possível ao proprietário de uma estação personalizar e associar um tipo de gráfico a uma grandeza que quer analisar.

### 5.8.8. JSON

JSON [27] é um padrão para escrever estruturas de dados em JavaScript. JSON é utilizado principalmente para tráfego de informações em ambientes heterogêneos via HTTP, possuindo implementações em mais de 20 linguagens de programação

Para que todos os serviços do **PROMETEO** estejam em sintonia, é necessário que haja troca de dados entre estes mesmos serviços. Um desses serviços é o **PrometeoLiveDisplay**, que fornece informação da base de dados num *webservice* em formato JSON. Esta linguagem permite diversos modos de estruturação, o modo *object*, o modo *Array* e o modo *Value*[27]. No caso do **PrometeoLiveDisplay**, disponibiliza a informação em modo *object* (Figura 23).

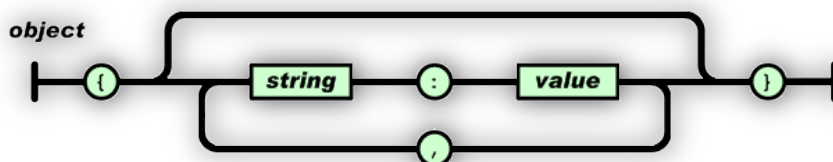


Figura 23 - Estrutura JSON do PrometeoLiveDisplay<sup>21</sup>

### 5.8.9. XML

XML uma linguagem universal para permitir a troca de informações de forma estruturada através da Internet. Permite que os programadores transportem dados de um servidor para outro da rede de forma transparente e organizada [28]. Com o mesmo propósito do JSON, o XML é usado como uma alternativa que é disponibilizada no **PrometeoLiveDisplay**, aumentando assim a versatilidade deste serviço.

<sup>21</sup> Foto disponível em: <http://www.json.org/object.gif> (consultado a 10 de Setembro de 2010)



### 5.8.10. Help Center Live

Quando se desenvolve algo para um público-alvo, ou quando se conta com a colaboração de terceiros, é necessária uma base de conhecimento partilhada. Assim, esta base de conhecimento pode ser definida como uma biblioteca de soluções de problemas, ou seja, um repositório contendo os problemas e dúvidas apresentados pelos utilizadores, como um serviço de procura de informação especializada.

O HelpDeskLive<sup>22</sup> é uma ferramenta *open-source* orientada para o *chat-online*, apoio a clientes e FAQs. Assim, torna-se fácil fornecer um sistema de suporte online em qualquer website. Com o *Help Center Live* é possível criar um canal de comunicação entre o cliente e o administrador. Desta forma, esta ferramenta será uma funcionalidade disponível no **PrometeoStation** que permitirá ajudar a integração dos proprietários das estações na Plataforma **PROMETEO**, possibilitando entrar em conversação, através de um *Chat*, caso os administradores estejam *online*, ou por *e-mail*.

---

<sup>22</sup> <http://www.helpcenterlive.com/> (consultado a 10 de Setembro de 2010)



## 6. Ambiente de Testes

Como caso de estudo, este projecto exige a interacção com estações meteorológicas. Deste modo, foi utilizada uma estação Davis Weather Monitor II cedida pela Entidade Externa, que se encontra instalada nas instalações da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, desde 8 de Junho de 2010 (Figura 24). Na fase de testes, foi também incluída uma estação Vantage Pro2 localizada na cidade de Abrantes.

### 6.1. EM - EST\_Castelo Branco

A estação em questão pode descrever-se em duas partes distintas: a estação propriamente dita e a consola de recolha de dados, designado de *WeatherLink*. A estação é constituída por vários sensores que captam dados em tempo real, simultaneamente enviados para o *WeatherLink*, que os armazena.



Figura 24 - Fotografia da Estação

O *WeatherLink* recebe os dados por rádio frequência e disponibiliza-os para consulta através do *display* da consola (Figura 25). Este componente, apesar de armazenar os dados, é bastante limitado, uma vez que tem capacidade apenas para 24 horas de informação.

O *WeatherLink* liga-se à consola, que possui um ecrã onde são mostrados os dados captados pela estação. O utilizador pode optar por escolher a informação da qual pretende conhecer os dados, visto dispor de diversos botões que alternam entre a informação recolhida dos diferentes sensores. O próprio *WeatherLink* possui sensores internos, nomeadamente temperatura e humidade interior. Estes dados, neste caso, não são relevantes, já que dependem sempre do local onde a consola se encontre alojada.

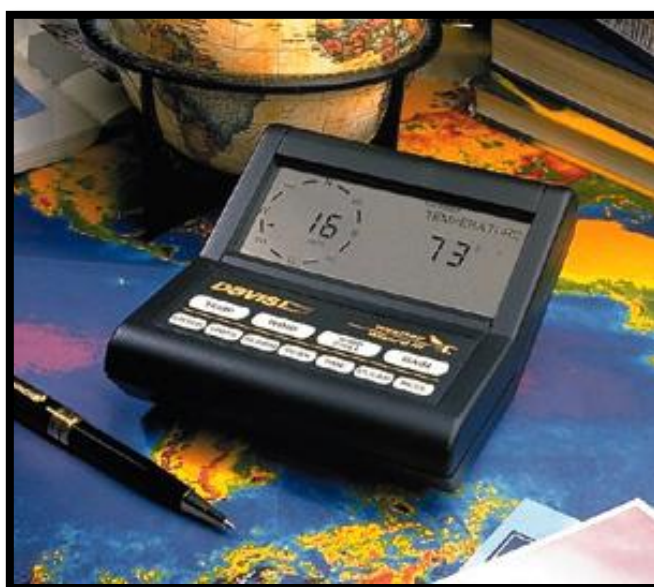


Figura 25 - Consola Davis Monitor II

### 6.1.1.Sensores

Seguidamente irão ser abordados os sensores que a estação possui.

#### Anemómetro

O anemómetro é um dispositivo que se destina a registar a velocidade / direcção de vento. É constituído por um moinho de 3 copos hemisféricos nas extremidades de um braço horizontal ligado a um eixo vertical (Figura 26). A rotação desse eixo é transmitida a um contador que integra directamente a velocidade de deslocação do vento. As unidades de medição da velocidade do vento são quilómetros, milhas, nós ou metros por segundo.



Figura 26 - Anemómetro

#### Higrómetro

A medida da percentagem da humidade realiza-se através de um sensor colocado dentro do mesmo escudo protector onde se encontra o anemómetro. Permite identificar, de forma automática, a quantidade de humidade presente na Atmosfera.

### Pluviómetro

O pluviómetro é um dispositivo que se destina a registar a quantidade de precipitação ocorrida num determinado espaço de tempo. O seu funcionamento consiste num balde que recolhe a precipitação, obrigando o mecanismo a encher-se e a esvaziar-se alternadamente através de dois copos semelhantes aos pratos de uma balança (Figura 27). Cada prato do mecanismo comporta 0.2 mm de precipitação (antes de esvaziado) [30]. Assim, a medição ocorre em  $\text{mm/m}^2$ .



Figura 27 - Pluviómetro

### Barómetro

Para poder realizar a identificação da pressão atmosférica, a estação meteorológica dispõe de um sensor ligado ao sistema que se denomina de barómetro. A unidade no Sistema Internacional de Unidades (SI) da pressão atmosférica é o Pascal (Pa).

## SensorLink

A Figura 28 representa a Placa de aquisição de dados. É neste componente que os sensores se ligam por RJ45<sup>23</sup>. É neste hardware que está o emissor de Radiofrequência (RF) que transmite os dados para o *WeatherLink*.



Figura 28 - Placa SensorLink

### 6.1.2. Sistema de Alimentação

Para a estação operar, necessita de uma alimentação contínua de 9VDC a 12 VDC de energia. Esta energia é-lhe fornecida por um painel solar (Figura 29) com capacidade para produzir até 12 VDC de energia em dia com boa exposição solar.



Figura 29 - Painel Solar

<sup>23</sup> O padrão *Registered jack* (RJ) especifica o RJ45 como um conector físico e seus cabos

Uma vez que o painel apenas funciona na presença de energia solar, foi necessário adicionar uma bateria seca (Figura 30), de forma a fornecer continuamente os 12V sem haver oscilações e interrupções na corrente fornecida à estação.

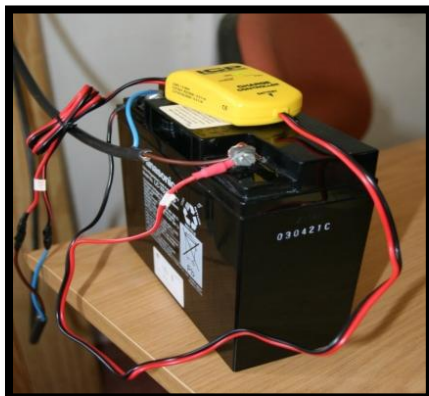


Figura 30 - Bateria Seca de Apoio

Assim, a energia do painel solar é canalizada para carregar a bateria seca, que por sua vez alimenta a estação. Desta forma, consegue garantir-se que a estação consegue operar no período nocturno.

### 6.1.3. Localização

A estação está colocada no telhado do Bloco B da Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco. Esta situação é favorável para obter dados meteorológicos mais fiáveis, uma vez que existe um risco menor de haver influências do meio envolvente.

O painel solar que serve de alimentação para a estação também se encontra no mesmo local (Figura 31). As características deste permitem-lhe captar raios solares na grande maioria do dia.





Figura 31 - Painel Solar e Estação (ao fundo)

Para aceder ao telhado, existe uma pequena divisão (Figura 32) que fornece esse mesmo acesso. É neste local que fica a bateria e o *WeatherLink*.

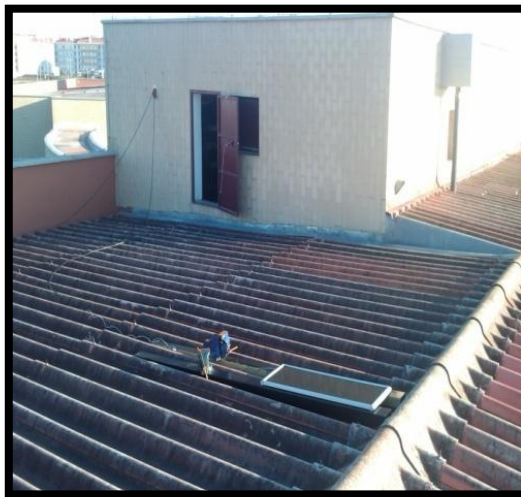


Figura 32 - Divisão

Esta divisão é um local protegido do meio exterior, perto do painel solar e da estação. Desta forma, protegem-se os componentes e não existe a necessidade de colocar fios muito extensos para ligar a bateria ao painel solar, e a bateria á estação. Como a estação comunica com o *WeatherLink* por rádio frequência, a *distância* máxima entre estes dois componentes é de 30 metros.

### 6.1.4. Comunicação

Como já foi mencionado, o *SensorLink* comunica com a Consola *WeatherLink* através de Radiofrequência e armazena os dados numa memória interna. Como a memória interna é reduzida, esta informação deverá ser armazenada e tratada num outro local, pois, caso contrário, acabará por se perder num prazo de 24h. Assim, é necessário enviar essa informação para um servidor de Base de Dados, com a finalidade de guardar a informação.

O *LiveMeteoView APP* (Figura 33) permite a recolha de dados existentes no módulo *Weatherlink* e enviá-los para uma base de dados.

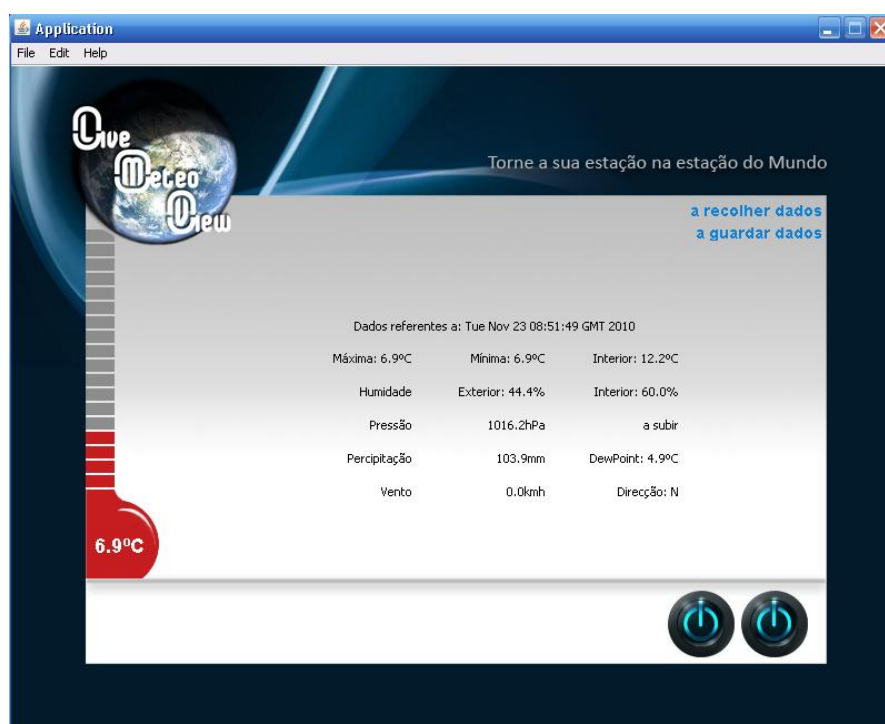


Figura 33 : LiveMeteoView APP

Esta aplicação faz parte integrante do Portal LiveMeteoView<sup>24</sup>. Trata-se de um projecto desenvolvido por alunos finalistas do curso de Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco, abordado anteriormente no Capítulo 3 - Trabalho Relacionado.

<sup>24</sup><http://www.livemeteoview.com>

## 6.2. MeteoAbrantes

A estação em questão (Figura 34) pode descrever-se em duas partes distintas: a estação propriamente dita e a consola de recolha de dados, designada de *WeatherLink*. A estação é constituída por vários sensores que captam dados em tempo real, simultaneamente enviados para o *WeatherLink*, que os armazena.



Figura 34 - Fotografia da Estação

O *WeatherLink* recebe os dados por rádio frequência e disponibiliza-os para consulta através do display da consola. Este componente tem uma capacidade razoável de armazenamento de dados (várias semanas), dependendo, evidentemente, da frequência de armazenamento.

O *WeatherLink* liga-se à consola, que possui um ecrã onde são mostrados os dados captados pela estação. O utilizador pode optar por escolher qual a informação da qual pretende conhecer os dados, visto dispor de diversos botões que alternam entre a informação recolhida dos diferentes sensores. O próprio *WeatherLink* possui sensores internos, nomeadamente temperatura e humidade interior. Estes dados, neste caso, não são relevantes, já que dependem sempre do local onde a consola (Figura 35) se encontra alojada.



Figura 35- Fotografia da Consola

### 6.2.1. Sensores

#### Anemómetro

Este sensor tem exactamente as mesmas características do respeitante à EM Monitor II.

#### Termómetro, Higrómetro e Barómetro

A medição da temperatura do ar, nesta estação meteorológica, realiza-se através de um sensor colocado dentro de um escudo protector (Figura 36), que lhe permite identificar, de forma automática, a temperatura real à sombra, na medida em que todo o dispositivo se encontra sob a luz directa do sol. O escudo protector referido tem basicamente o formato de uma caixa, no interior da qual se encontra colocado o sensor, caixa essa, que é formada a toda a volta por uma conjugação de palhetas que permitem a passagem do ar, mas não do calor provocado pela luz directa do sol. No mesmo dispositivo, encontra-se ainda colocado o higrómetro e o barómetro. A medição da temperatura realiza-se em graus *Celsius* ou *Fahreheit*.

O sensor de humidade permite identificar, de forma automática, a quantidade de humidade relativa presente na atmosfera, medida em percentagem.

A estação meteorológica dispõe ainda de um sensor ligado ao sistema, que se denomina de barómetro. Basicamente, a pressão atmosférica pode medir-se em diversas escalas, contudo, no nosso caso, optar-se-á pela medida em milibares. Normalmente, o bom tempo está associado a altas pressões da atmosfera, enquanto o mau tempo condiz com as baixas pressões.

O referido escudo protector é aspirado por uma ventoinha interna, de forma a manter o ambiente interior o mais inalterado possível.



Figura 36 - Escudo Protector

### Pluviómetro

Este sensor tem exactamente as mesmas características do respeitante à EM Monitor II.

### Sensores de Radiação Solar e de Radiação Ultravioleta

O que diferencia a estação Davis Monitor II da estação Davis Vantage Pro2 é precisamente a presença destes dois sensores. A radiação solar é tecnicamente conhecida por radiação solar global, uma medida de intensidade da radiação do Sol quando encontra uma superfície horizontal. Esta irradiação inclui tanto os componentes directos da radiação solar, como os componentes da reflexão produzida pelo céu. A medição da radiação solar dá uma medida da quantidade de radiação solar ao tocar o respectivo sensor em qualquer momento, expressa em Watts/metro quadrado (W/m<sup>2</sup>).

A energia do Sol chega à Terra sob a forma de raios visíveis infravermelhos e ultravioletas. A exposição a raios UV pode causar diversos problemas de saúde, como queimaduras solares, cancro de pele, envelhecimento prematuro da pele e cataratas, e pode mesmo debilitar o sistema imunitário. O sensor de UV (Figura 37) ajuda a analisar os níveis de variação da radiação ultravioleta e pode servir de aviso para situações em que a exposição é particularmente inaceitável. A leitura dos raios UV não tem em conta a reflexão causada pela neve, pela areia ou pela água, o que pode aumentar significativamente a exposição.



Figura 37- Sensor de Radiação Solar ou de Radiação Ultravioleta

### SensorLink

A Figura 38 representa a Placa de aquisição de dados. É neste componente que os sensores se ligam por RJ45<sup>25</sup>. É neste *hardware* que está o emissor de Radiofrequência (RF) que transmite os dados para o WeatherLink, bem como a bateria que acumula a energia solar captada pelo painel solar e a pilha de reserva.



Figura 38 - Placa SensorLink

### 6.2.2. Sistema de Alimentação

À semelhança da Monitor II, para operar, esta estação necessita de uma alimentação contínua de 9VDV a 12VDC de energia. Esta energia é-lhe fornecida por um painel solar (Figura 39) com capacidade para produzir até 12VDC de energia em dia com boa exposição solar. No caso da Davis Vantage Pro2 Plus, o painel solar vem embutido no hardware, fazendo parte do conjunto. Para além da bateria, também presente, existe ainda uma pilha suplementar que

---

<sup>25</sup> O padrão Registered jack (RJ) especifica o RJ45 como um conector físico e seus cabos

garante o fornecimento de energia caso as condições meteorológicas impeçam uma carga consistente.

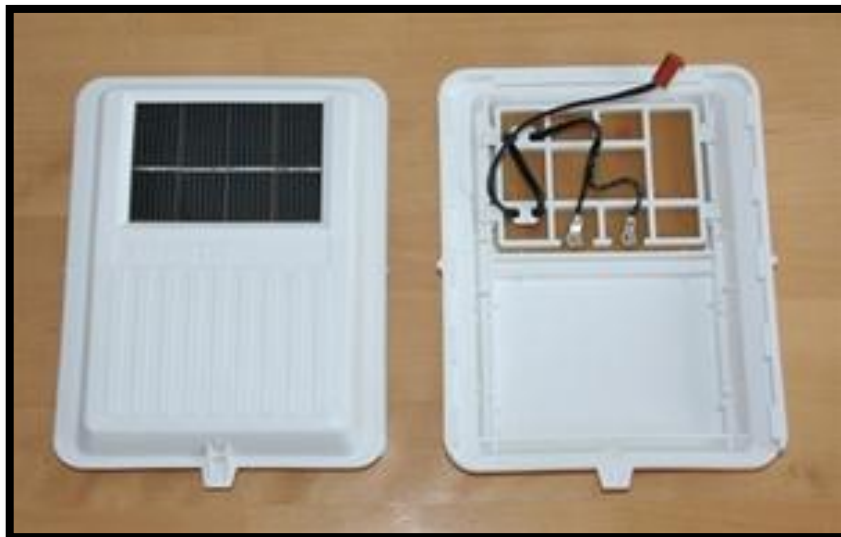


Figura 39 - Painel Solar

### 6.2.3. Localização

A estação está colocada acima telhado do edifício de habitação da Entidade Externa ( Figura 40). Esta situação é favorável para obter dados meteorológicos mais fiáveis, uma vez que existe um risco menor de serem influenciados pelo meio envolvente.

A orientação conseguida permite captar raios solares em quase todas as horas de luz solar.



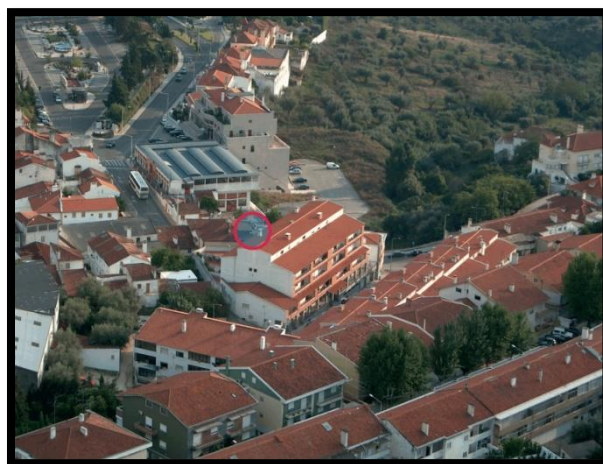


Figura 40 - Localização da Estação

#### 6.2.4. Comunicação

Como já foi mencionado, o *SensorLink* comunica com a Consola *WeatherLink* através de Radiofrequência e armazena os dados numa memória interna. Como a memória interna é limitada, a informação é ser armazenada e tratada noutra local, pois, caso contrário, perde-se ao fim de algum tempo. Assim, é necessário enviar essa informação para um servidor de Base de Dados, com a finalidade de guardar a informação.

Assim, no caso da estação Davis Vantage Pro2 Plus da Entidade Externa, é gerado um ficheiro que permite uma integração com a Base de Dados. O ficheiro em questão chama-se *ClientRaw* e é gerado pelo software *WeatherDisplay*.

#### Weather Display

O *WeatherDisplay* é um *software* bastante completo, capaz de realizar inúmeras tarefas, tendo a particularidade de ser multiplataforma (compatível com Windows 98/2000/ME/XP/Vista e NT4, Linux e Mac OS X 10.4/10.5). Este software é pago por todos aqueles que dele queiram usufruto. Foi desenvolvido a partir de Junho de 1999, com a finalidade de recolher dados de uma estação Davis Weather Monitor 91, para posteriormente colocar os dados num *website* [10]. O *WeatherDisplay*, ao disponibilizar o ficheiro *clientraw.txt*, possibilita que várias iniciativas, como o PROMETEO, possam integrar os dados captados em Bases de Dados externas.



Após apresentada as várias EM utilizadas para a recolha de dados bem como o sistema desenvolvido, isto é, **PROMETEO**, no próximo capítulo serão apresentados testes e resultados obtidos por estes.



## 7. Conclusões

### 7.1. Testes e Resultados

No decorrer deste trabalho foi implementada a infra-estrutura descrita no Capítulo 5, através da qual se fez a recolha dos dados da Estação de Castelo Branco desde o dia 8 de Junho de 2010 e até à conclusão deste documento, tendo-se registado 35.411 leituras com um tempo de intervalo de recolha de 5 minutos. Este intervalo de tempo é considerado aceitável para registar oscilações e variações da temperatura/humidade. Situações especiais, como a localização, poderão conduzir à diminuição do tempo de recolha de dados. A estação localizada em Abrantes foi adicionada ao **PROMETEO** no dia 25 de Julho, tendo esta um intervalo de tempo na recolha de dados de 1 minuto, de forma a perceber qual o comportamento da plataforma com este nível de “stress”.

Relativamente à estação de Castelo Branco, a plataforma demonstrou poder ser relevante para a meteorologia em Portugal uma vez que os dados recolhidos através dela são bastante próximos dos recolhidos pelo organismo nacional meteo.pt (ver Figura 41 vs Figura 42 e Figura 43 vs Figura 44). Assim, é possível afirmar que esta base de dados, do **PROMETEO**, é um sistema válido e que se o vir enquadrado numa rede de EM, como se pretende que venha a ser, pode servir claramente para aumentar a capacidade de registo de dados meteorológicos no nosso país. Constata-se que na plataforma desenvolvida, apenas os dados registados pelos sensores das estações em questão são recolhidos, no entanto foi projectada e implementada para de forma fácil agregar outros dados pertinentes para uma mais completa recolha dos dados meteorológicos, como por exemplo exposição solar.

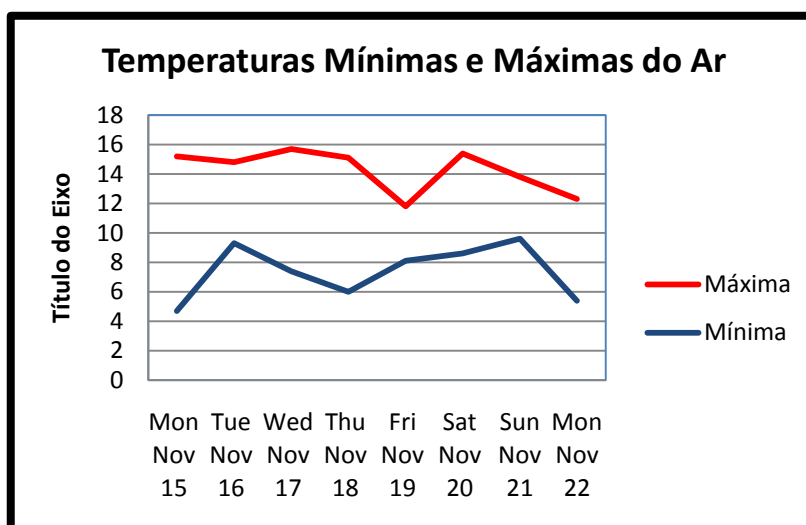


Figura 41 : Temperaturas Mínimas e Máximas do Ar (Fonte: PROMETEO)

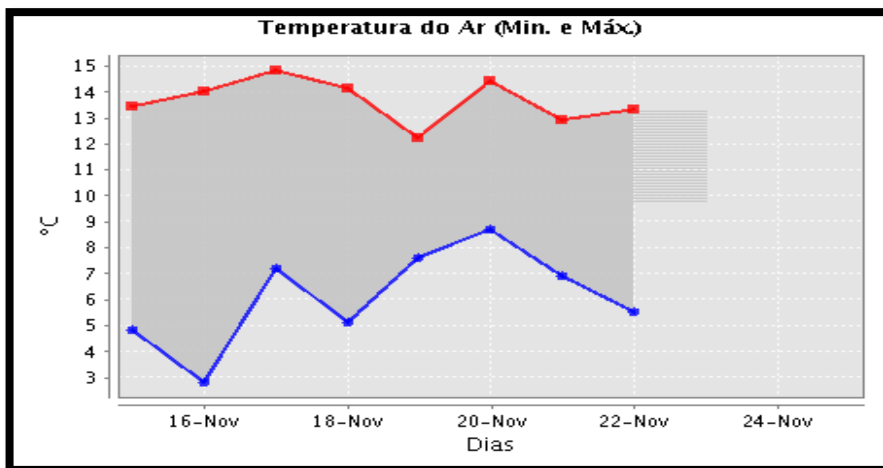


Figura 42 : Temperaturas mínimas e máximas do ar (Fonte: meteo.pt)

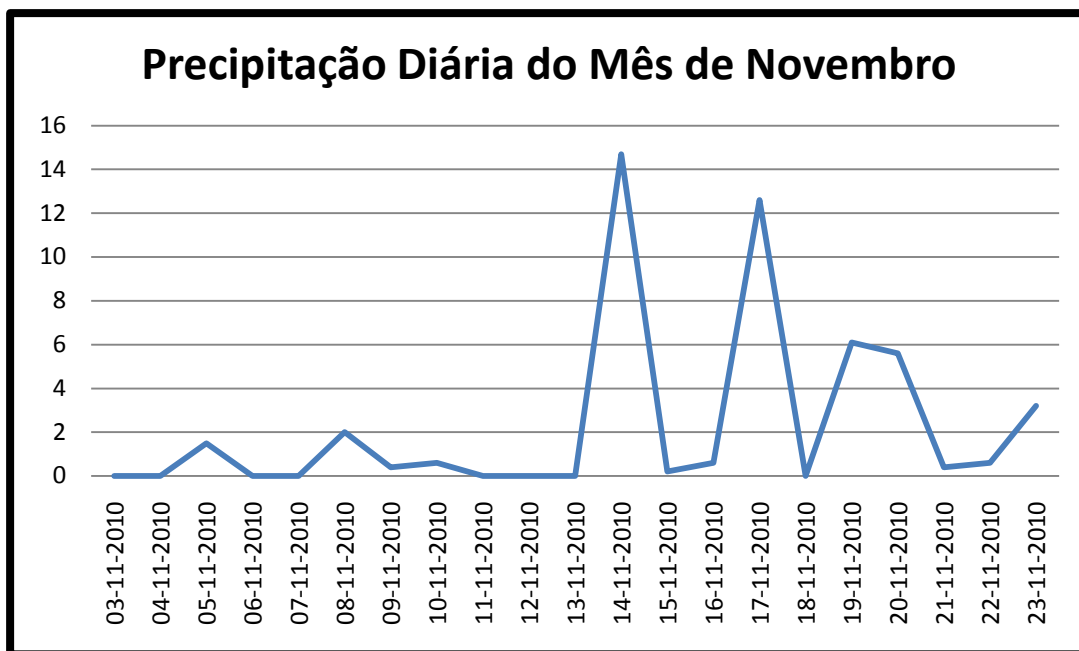


Figura 43 : Precipitação diária durante Novembro (Fonte: PROMETEO)

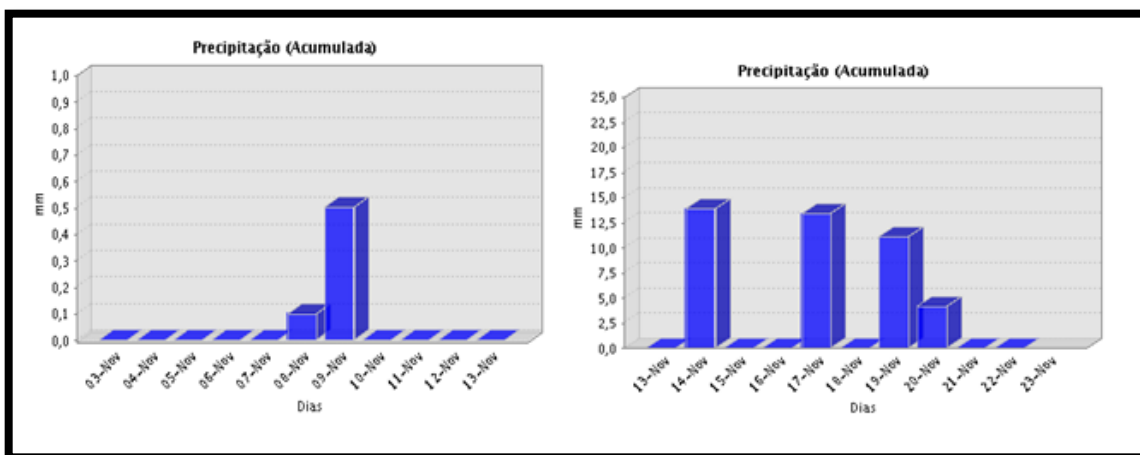


Figura 44: Precipitação diária durante Novembro (Fonte: meteo.pt)

Como podemos visualizar nos gráficos anteriores a plataforma permite ter uma margem de erro aceitável, relativamente ao que o sistema oficial do Instituto de Meteorologia. Possíveis discrepâncias nos resultados estão relacionadas com alguns problemas identificados durante a recolha de dados, sendo eles:

- **Localização** das estações: O facto de não estarem localizadas no mesmo sítio faz com que diferentes condições atmosféricas podem ocorrer, mesmo estando as EM na mesma Cidade;
- **Infra-estrutura**: Devido ao facto do PROMETEO estar implementado numa rede académica de servidores, o que por vezes implicava interrupções no serviço para manutenções pelos serviços informáticos da Escola Superior de Tecnologia;
- **Sustentabilidade Energética**: Mesmo estando ligada a uma bateria de *backup*, esta mostrou-se insuficiente em manhãs de pouco sol, ou de abstinência solar.

Os registos obtidos desde 8-06-2010 corresponderam a um período durante o qual a EM esteve *online* 72% do tempo (Figura 45). O período *offline* deveu-se aos factores anteriormente referidos, isto é, localização, infra-estrutura e/ou sustentabilidade energética.

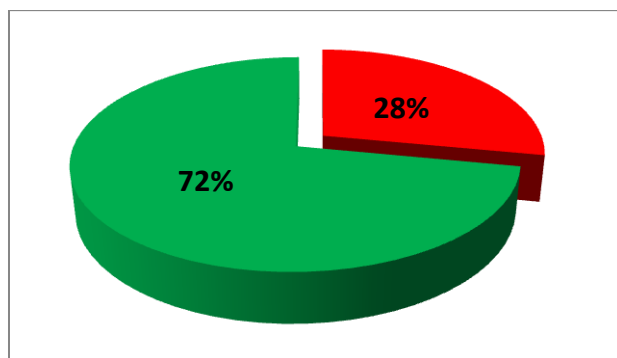


Figura 45: Percentagem de amostras captadas e perdidas

## 7.2. Considerações Finais

Segundo Hélder Silvano “O desenvolvimento tecnológico tem contribuído de forma eficaz para o crescimento da área da Meteorologia. Tal crescimento permitiu uma maior facilidade no acesso a equipamentos, outrora impensável, a entusiastas desta área. Com o surgir de novas tecnologias, os preços desceram e multiplicaram-se marcas e modelos, a custos cada vez mais acessíveis. Este factor contribuiu para um boom da meteorologia amadora. Os entusiastas passaram a ter a oportunidade de dispor da sua própria estação meteorológica e recolher os seus próprios dados.”

Conforme abordado neste trabalho, existem outros sistemas na área em que se enquadra o **PROMETEO**, no entanto este permite a disponibilidade dos dados por ele captados através de *webservices* para entidades terceiras com interesse nestas áreas.

A nível nacional, não existe uma iniciativa que concentre num único “local” a informação de diversas EM privadas dispersas pelo território nacional. Existem, sim, páginas pessoais desenvolvidas e mantidas pelos proprietários das estações, que divulgam os dados. É a esses que o **PROMETEO** se destina, primordialmente, mas, como já referido anteriormente, há também a preocupação de ajudar a cumprir o desígnio mais básico da Lei de Bases da Protecção Civil [30] o de que cada um dos cidadãos, com a informação mínima indispensável, possa contribuir para a sua própria segurança, bem como para a de outros.

Ao longo deste relatório foram abordadas temáticas que visam dar resposta às questões abordadas no parágrafo anterior. A arquitectura apresentada pretendeu, nesta fase, conduzir a um protótipo que serviu para validar o sistema e antever o que virá a ser o sistema final. Assim, a abordagem encarada ao longo deste projecto foi sempre tendo em conta não só as necessidades dos proprietários de EM, mas também das entidades Civas como Bombeiros e/ou Protecção Civil.

Os *webservices* disponibilizados foram testados através das duas aplicações desenvolvidas, **PrometeoView** e **PrometeoGadget**.

Futuramente poderá haver interesse e em dotar a plataforma de um *software* que incorpore as bibliotecas disponibilizadas e desenvolvidas pelos fabricantes de EM de forma a ter um *software* capaz de garantir compatibilidade com o maior número possível de estações.

Também está em fase de desenvolvimento um módulo para o **PROMETEO** que permitirá, aos utilizadores do **PrometeoView** e do **PrometeoStation**, configurar alertas SMS/E-mail relativamente a valores mínimos e máximos registados pelas EM, possibilitando uma melhor interacção entre o estado do tempo e as necessidades da população.





## Referências

- [1] Centro de Competência TIC Entre Mar E Serra, *Instituto de Meteorologia (Portugal)*. [citado a 07 de Julho de 2010]; Disponível em URL: [http://portateiseb23pv.cce.ms.pt/crie\\_isabel/instituto\\_meteorologia.htm](http://portateiseb23pv.cce.ms.pt/crie_isabel/instituto_meteorologia.htm)
- [2] Bindi, L.F. , *História da Meteorologia (parte 1)*. [citado a 12 de Julho de 2010]; Disponível em URL: [http://www.libreria.com.br/artigos.asp?id\\_artigo=502](http://www.libreria.com.br/artigos.asp?id_artigo=502)
- [3] Instituto de Meteorologia, *Área Educativa do Prof. Salpico*. [citado a 12 de Julho de 2010]; Disponível em URL: [http://www.meteo.pt/pt/areaeducativa/area\\_infantil/salpico.html](http://www.meteo.pt/pt/areaeducativa/area_infantil/salpico.html)
- [4] Instituto de Meteorologia, Instituto de Meteorologia, [citado a 17 de Julho de 2010]; Disponível em URL: [http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info\\_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist1.xml](http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist1.xml)
- [5] Instituto de Meteorologia, *Criação do Serviço Meteorológico dos Açores*. [citado de 12 de Julho de 2010]; Disponível em URL: [http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info\\_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist6.xml](http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist6.xml)
- [6] Instituto de Meteorologia, *Instalação do primeiro Radar Meteorológico em Lisboa*. [citado em 12 de Julho de 2010]; Disponível em URL: [http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info\\_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist14.xml](http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist14.xml)
- [7] Instituto de Meteorologia, *Projecto de Instalação de Estações meteorológicas automáticas*. [citado em 12 de Julho de 2010]; Disponível em URL: [http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info\\_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist17.xml](http://www.meteo.pt/pt/quemsomos/info_institucional/historia/portugal/index.html?page=hist17.xml)
- [8] Instituto de Meteorologia, *Estação Meteorológica Automática*. [citado em 17 de Julho de 2010]; Disponível em URL: <http://www.meteo.pt/pt/areaeducativa/observar.o.tempo/ema/index.html>
- [9] Paul R. Ehrlich, a.J.P.H., W. H. Freeman, *Ecoscience: Population, Resources, Environment*. (1977), W H Freeman & Co., ISBN: 0716700298
- [10] Gonçalves, I., Antunes M, *Relatório de Projecto LiveMeteoView* (2010), Escola Superior Tecnologia: Castelo Branco. [citado em 14 de Novembro de 2010];

- [11] **Weather Underground**, *The first Internet Weather Service: Weather underground*.  
[citado em 14 de Novembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://portuguese.wunderground.com/about/background.asp>
- [12] **Nunes, M. and H. O'Neill**, *Fundamental de UML. 3 ed.* (2004), FCA- Editora de Informática.  
ISBN: 9789727224814
- [13] **Grady Booch, Ivar Jacobson & Jim Rumbaugh**, *OMG Unified Modeling Language Specification, Version 1.4 draft.* (2001). [citado em 10 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL:  
<http://www.digilife.be/quickreferences/Books/OMG%20UML%20Specification%201.4.pdf>
- [14] **E. Gamma, R.H., R. Johnson, J. Vlissides**, *Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software.* (1994), Addison Wesley. ISBN: 0201633612
- [15] **Fowler, M.**, *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, Third Edition* (2003), Addison Wesley. ISBN: 0321193687
- [16] **Microsoft**, Barra Lateral do Windows e miniaplicações (descrição geral) [citado em 29 de Setembro]; Disponível em URL: <http://windows.microsoft.com/pt-PT/windows-vista/Windows-Sidebar-and-gadgets-overview>
- [17] **Battles, R.** *Is a Content Management System Right for you?*  
[citado em 13 de Outubro de 2010];  
Disponível em URL:  
[http://joviawebstudio.com/index.php/blog/is\\_a\\_content\\_management\\_system\\_right\\_for\\_you/](http://joviawebstudio.com/index.php/blog/is_a_content_management_system_right_for_you/)
- [18] **Joomla!** *What is Joomla!* [citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL:<http://www.joomla.org/about-joomla.html>
- [19] **Drupal.** *About Drupal.* [citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://drupal.org/about>
- [20] **Wordpress.com.** *The Features You'll Love.* [citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://en.wordpress.com/features>
- [21] **Joomla! Jumi - Joomla! Extensions Directory.** [citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://extensions.joomla.org/extensions/edition/custom-code-in-content/1023>
- [22] **OneSign®.** *Identity And Access Management Solutions with OneSign.*  
[citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: [http://www.imprivata.com/onesign\\_sso](http://www.imprivata.com/onesign_sso)

- [23] **OpenID**, *Add OpenID to your site*, [citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://openid.net/>
- [24] **php.net**, *PHP Hypertext Preprocessor* [citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://www.php.net>
- [25] **MySQL**, *Why MySQL* [citado em 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://www.mysql.com/why-mysql/>
- [26] **Rasmussen, L.**, *Lars Rasmussen on Inventing Google Maps*.  
[citado em 25 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://www.apo.org.au/audio/lars-rasmussen-inventing-google-maps>
- [27] **Marques, L.** *JSON, ele certamente será útil para você.* [citado a 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://www.leonardomarques.net/site/json-ele-certamente-sera-util-para-voce.html>
- [28] **W3C**. *W3C. Extensible Markup Language*. [citado a 21 de Setembro de 2010];  
Disponível em URL: <http://www.w3.org/XML/>
- [29] **Civil, P.**, *Lei de Bases - Protecção Civil*. [citado a 24 de Novembro de 2010];  
Disponível em URL:  
[http://www.mai.gov.pt/data/areas\\_accao/Protecao\\_socorro/lei\\_bases\\_27\\_2006.pdf](http://www.mai.gov.pt/data/areas_accao/Protecao_socorro/lei_bases_27_2006.pdf)
- [30] **Davisnet**, *RainCollector II by Davis*. [citado a 14 de Outubro de 2010];  
Disponível em URL:  
[http://www.davisnet.com/weather/products/weather\\_product.asp?pnun=07852](http://www.davisnet.com/weather/products/weather_product.asp?pnun=07852)



# ANEXOS

## Tabela das Estações EMA

Tabela A: Tabela das Estações EMA

| Nome   | Distrito         | Latº    | Lonº    | Alt (m) | Início     |
|--|------------------|---------|---------|---------|------------|
| Flores - Aeroporto   | Açores           | 39º 27' | 31º 7'  | 28      | 01-01-1996 |
| Corvo  | Açores           | 39º 40' | 31º 7'  | 18      | 11-05-2002 |
| Horta - Observatório<br>Príncipe Alberto<br>Mónaco - Faial | Açores           | 38º 31' | 28º 37' | 60      | 01-01-1996 |
| Angra do Heroísmo -<br>Observatório - Terceira             | Açores           | 38º 39' | 27º 13' | 90      | 13-03-2000 |
| Ponta Delgada -<br>Nordela - S.Miguel                      | Açores           | 37º 44' | 25º 42' | 71      | 01-01-1996 |
| Santa Maria -<br>Aeroporto                                 | Açores           | 36º 58' | 25º 10' | 100     | 25-04-2002 |
| Funchal - Observatório -<br>Madeira                        | Madeira          | 32º 38' | 16º 53' | 58      | 01-01-1996 |
| Porto Santo - Aeroporto<br>- Madeira                       | Madeira          | 33º 4'  | 16º 20' | 78      | 01-01-1996 |
| Cabo Carvoeiro - Farol                                     | Leiria           | 39º 21' | 9º 24'  | 32      | 01-01-1996 |
| Sagres - Quartel da<br>Marinha                             | Faro             | 37º 0'  | 8º 56'  | 25      | 01-01-1996 |
| Lisboa - Geofísico   | Lisboa           | 38º 43' | 9º 8'   | 77      | 12-07-1999 |
| Sines - Monte Chãos  | Setúbal          | 37º 57' | 8º 50'  | 103     | 01-01-1996 |
| Porto - Pedras Rubras                                      | Porto            | 41º 14' | 8º 40'  | 63      | 01-01-1996 |
| Coimbra - Aeródromo  | Coimbra          | 40º 9'  | 8º 28'  | 170     | 01-01-1996 |
| Viana do Castelo -<br>Chafé - C. C.                        | Viana do Castelo | 41º 38' | 8º 48'  | 48      | 01-03-2006 |
| Faro - Aeroporto   | Faro             | 37º 0'  | 7º 58'  | 8       | 01-01-1996 |
| Faro - Cidade  | Faro             | 37º 1'  | 7º 55'  | 32      | 01-01-2002 |
| Évora - Cidade   | Évora            | 38º 34' | 7º 54'  | 309     | 01-01-2002 |
| Évora - C. C.  | Évora            | 38º 32' | 7º 53'  | 246     | 01-01-1996 |
| Viseu - C. C.  | Viseu            | 40º 42' | 7º 53'  | 636     | 01-01-1996 |
| Beja   | Beja             | 38º 1'  | 7º 52'  | 246     | 01-01-1996 |
| Vila Real - C. C.  | Vila Real        | 41º 16' | 7º 43'  | 555     | 01-01-1996 |
| Penhas Douradas -<br>Observatório                          | Guarda           | 40º 24' | 7º 33'  | 1380    | 01-01-1996 |
| Castelo Branco - C. C.                                     | Castelo Branco   | 39º 50' | 7º 28'  | 386     | 01-01-1996 |
| Portalegre   | Portalegre       | 39º 17' | 7º 25'  | 597     | 01-01-1996 |
| Bragança   | Bragança         | 41º 48' | 6º 44'  | 690     | 01-01-1996 |
| Odemira - S. Teotónio                                      | Beja             | 37º 31' | 8º 45'  | 76      | 09-09-1999 |
| Lisboa - Gago Coutinho                                     | Lisboa           | 38º 45' | 9º 7'   | 104     | 01-01-1996 |

|  |                  |         |        |      |            |
|--|------------------|---------|--------|------|------------|
| <b>Vila Nova de Cerveira - Aeródromo</b>         | Viana do castelo | 41º 58' | 8º 40' | 34   | 25-04-1999 |
| <b>Monção - Valinha</b>                          | Viana do Castelo | 42º 3'  | 8º 23' | 80   | 01-04-1999 |
| <b>Lamas de Mouro - Porto Ribeiro</b>            | Viana do Castelo | 42º 2'  | 8º 11' | 880  | 18-11-1999 |
| <b>Montalegre</b>                                | Vila Real        | 41º 49' | 7º 47' | 1005 | 12-07-1999 |
| <b>Ponte de Lima - Escola Agrícola</b>           | Viana do Castelo | 41º 45' | 8º 34' | 40   | 02-06-1999 |
| <b>Chaves - Aeródromo</b>                        | Vila Real        | 41º 43' | 7º 27' | 360  | 01-04-1999 |
| <b>Cabril - S. Lourenço</b>                      | Vila Real        | 41º 43' | 8º 1'  | 585  | 12-07-1999 |
| <b>Braga - Merelim</b>                           | Braga            | 41º 34' | 8º 27' | 65   | 01-04-1999 |
| <b>Cabeceiras de Basto</b>                       | Braga            | 41º 32' | 7º 58' | 350  | 24-11-1999 |
| <b>Mirandela</b>                                 | Bragança         | 41º 30' | 7º 11' | 250  | 23-07-1999 |
| <b>Macedo de Cavaleiros - Izedo-Morais</b>       | Bragança         | 41º 34' | 6º 47' | 702  | 07-12-1999 |
| <b>Miranda do Douro</b>                          | Bragança         | 41º 31' | 6º 17' | 693  | 09-06-1999 |
| <b>Mogadouro</b>                                 | Bragança         | 41º 20' | 6º 43' | 644  | 11-06-1999 |
| <b>Carrazêda de Ansiães</b>                      | Bragança         | 41º 14' | 7º 17' | 715  | 21-12-2001 |
| <b>Moncorvo</b>                                  | Bragança         | 41º 11' | 7º 1'  | 600  | 07-12-2001 |
| <b>Penafiel</b>                                  | Porto            | 41º 12' | 8º 16' | 298  | 14-12-2001 |
| <b>Moimenta da Beira</b>                         | Viseu            | 40º 59' | 7º 36' | 715  | 07-12-2001 |
| <b>Trancoso - Bandarra</b>                       | Guarda           | 40º 47' | 7º 22' | 850  | 01-04-2000 |
| <b>Arouca</b>                                    | Aveiro           | 40º 56' | 8º 15' | 340  | 12-12-2001 |
| <b>Figueira de Castelo Rodrigo - V.Torpim</b>    | Guarda           | 40º 45' | 6º 53' | 635  | 15-06-1999 |
| <b>Guarda</b>                                    | Guarda           | 40º 32' | 7º 16' | 1020 | 01-02-2000 |
| <b>Nelas</b>                                     | Viseu            | 40º 31' | 7º 51' | 425  | 01-04-1999 |
| <b>Pampilhosa da Serra</b>                       | Coimbra          | 40º 8'  | 7º 55' | 890  | 06-12-2001 |
| <b>Covilhã - Aeródromo</b>                       | Castelo Branco   | 40º 15' | 7º 28' | 482  | 05-05-1999 |
| <b>Lousã - Aeródromo</b>                         | Coimbra          | 40º 8'  | 8º 14' | 195  | 01-04-1999 |
| <b>Aveiro - Universidade</b>                     | Aveiro           | 40º 38' | 8º 39' | 5    | 01-04-1999 |
| <b>Anadia - Estação Vitivinícola da Bairrada</b> | Aveiro           | 40º 26' | 8º 26' | 45   | 01-04-2000 |
| <b>Figueira da Foz - Vila Verde</b>              | Coimbra          | 40º 8'  | 8º 48' | 4    | 22-10-1999 |
| <b>Ansião (Depósito de Água da Ameixeira)</b>    | Coimbra          | 39º 54' | 8º 24' | 405  | 15-10-1999 |
| <b>Leiria - Aeródromo</b>                        | Leiria           | 39º 46' | 8º 49' | 45   | 28-12-2007 |
| <b>Tomar - Valdonas</b>                          | Santarém         | 39º 36' | 8º 22' | 75   | 01-04-1999 |
| <b>Alcobaça - Estação Fruticultura Vieira</b>    | Leiria           | 39º 31' | 8º 58' | 38   | 01-04-1999 |

| Natividade                              |                |         |        |     |            |
|---|----------------|---------|--------|-----|------------|
| Rio Maior - E.T.A.R.                    | Santarém       | 39º 21' | 8º 56' | 69  | 01-04-1999 |
| Santarém - Fonte Boa (Est. Zootécnica)  | Santarém       | 39º 12' | 8º 44' | 73  | 01-04-1999 |
| Torres Vedras - Dois Portos             | Lisboa         | 39º 2'  | 9º 10' | 110 | 01-04-1999 |
| Coruche - Estação de Regadio (I.N.I.A.) | Santarém       | 38º 56' | 8º 30' | 25  | 01-04-1999 |
| Sacavém - Instituto Tecnológico Nuclear | Lisboa         | 38º 48' | 9º 5'  | 19  | 01-01-2008 |
| Cabo Raso - Farol                       | Lisboa         | 38º 42' | 9º 29' | 9   | 01-04-1999 |
| Barreiro - Lavradio                     | Setúbal        | 38º 40' | 9º 2'  | 6   | 01-04-1999 |
| Setúbal - Estação de Fruticultura       | Setúbal        | 38º 32' | 8º 53' | 35  | 01-04-1999 |
| Almada - Praia da Rainha                | Setúbal        | 38º 37' | 9º 12' | 7   | 26-11-2001 |
| Alcácer do Sal - Barrosinha             | Setúbal        | 38º 22' | 8º 29' | 29  | 01-04-1999 |
| Alvalade                                | Setúbal        | 37º 56' | 8º 23' | 61  | 01-04-1999 |
| Aljezur                                 | Faro           | 37º 19' | 8º 48' | 16  | 27-11-2001 |
| Sabugal - Martim Rei                    | Guarda         | 40º 15' | 7º 2'  | 858 | 18-06-1999 |
| Zebreira                                | Castelo Branco | 39º 52' | 7º 1'  | 375 | 07-07-1999 |
| Proença-a-Nova - Pista Moitas           | Castelo Branco | 39º 43' | 7º 52' | 379 | 01-04-1999 |
| Alvega                                  | Santarém       | 39º 28' | 8º 3'  | 51  | 30-07-1999 |
| Avis - Benavila                         | Portalegre     | 39º 6'  | 7º 52' | 150 | 01-04-2000 |
| Elvas - Est. Melhoramento Plantas       | Portalegre     | 38º 53' | 7º 8'  | 208 | 01-04-1999 |
| Estremoz - Techocas                     | Évora          | 38º 51' | 7º 30' | 366 | 01-04-1999 |
| Portel - Oriola                         | Évora          | 38º 19' | 7º 52' | 205 | 03-12-1999 |
| Amareleja                               | Beja           | 38º 13' | 7º 13' | 192 | 01-04-1999 |
| Mértola - Vale Formoso                  | Beja           | 37º 45' | 7º 33' | 190 | 01-04-1999 |
| Castro Verde - Neves Corvo              | Beja           | 37º 34' | 7º 58' | 225 | 01-04-1999 |
| Alcoutim - Martinlongo                  | Faro           | 37º 26' | 7º 46' | 290 | 21-12-1999 |
| Castro Marim - Res. Nac. do Sapal       | Faro           | 37º 13' | 7º 27' | 5   | 23-09-1999 |
| Almodôvar - Cerro Negro                 | Beja           | 37º 24' | 8º 5'  | 400 | 02-12-1999 |
| Portimão - Aeródromo                    | Faro           | 37º 8'  | 8º 34' | 14  | 01-04-2000 |
| Porto - Massarelos                      | Porto          | 41º 9'  | 8º 37' | 74  | 01-01-2002 |
| Serra do Pilar - V.N.Gaia               | Porto          | 41º 08' | 8º 36' | 93  | 01-07-2009 |
| Caramulo                                | Viseu          | 40º 34' | 8º 01' | 810 | 01-07-2009 |



|  |         |         |         |      |            |
|--|---------|---------|---------|------|------------|
| <b>Coimbra - Hospital da Universidade de Coimbra</b> | Coimbra | 40º 13' | 8º 24'  | 91   | 01-01-2002 |
| <b>Graciosa - Aeródromo</b>                          | Açores  | 39º 5'  | 28º 1'  | 25   | 08-05-2002 |
| <b>Leiria - Cidade</b>                               | Leiria  | 39º 44' | 8º 48'  | 42   | 01-05-2005 |
| <b>Lisboa - Estrela</b>                              | Lisboa  | 38º 43' | 9º 9'   | 87   | 01-01-2002 |
| <b>Lisboa - Alvalade</b>                             | Lisboa  | 38º 45' | 9º 8'   | 90   | 01-01-2002 |
| <b>Pico - Aeródromo</b>                              | Açores  | 38º 33' | 28º 26' | 33   | 11-05-2002 |
| <b>Lisboa - Estefânia</b>                            | Lisboa  | 38º 43' | 9º 8'   | 79   | 01-01-2002 |
| <b>Lisboa - Baixa</b>                                | Lisboa  | 38º 42' | 9º 8'   | 8    | 01-01-2002 |
| <b>Barreiro</b>                                      | Setúbal | 38º 39' | 9º 4'   | 15   | 01-01-2002 |
| <b>Setúbal</b>                                       | Setúbal | 38º 31' | 8º 52'  | 32   | 01-01-2002 |
| <b>Lisboa - Benfica</b>                              | Lisboa  | 38º 44' | 9º 11'  | 75   | 01-01-2002 |
| <b>Nordeste - S.Miguel</b>                           | Açores  | 37º 49' | 25º 8'  | 140  | 01-05-2002 |
| <b>Amadora</b>                                       | Lisboa  | 38º 45' | 9º 14'  | 143  | 01-01-2002 |
| <b>Cacém</b>   | Lisboa  | 38º 46' | 9º 17'  | 124  | 01-01-2002 |
| <b>Loures</b>  | Lisboa  | 38º 49' | 9º 10'  | 41   | 01-01-2005 |
| <b>Santana - S. Jorge - Madeira</b>                  | Madeira | 32º 50' | 16º 54' | 185  | 14-03-2002 |
| <b>Funchal - Lido - Madeira</b>                      | Madeira | 32º 38' | 16º 56' | 24   | 01-01-2002 |
| <b>Areeiro - Madeira</b>                             | Madeira | 32º 43' | 16º 55' | 1510 | 15-03-2002 |
| <b>Ponta do Sol - Lugar de Baixo - Madeira</b>       | Madeira | 32º 40' | 17º 5'  | 48   | 14-03-2002 |
| <b>Calheta - Ponta do Pargo - Madeira</b>            | Madeira | 32º 49' | 17º 16' | 312  | 14-03-2002 |

## Modelos de replicação

Existem vários modelos de replicação, que a seguir são apresentados:

### Master/Slave

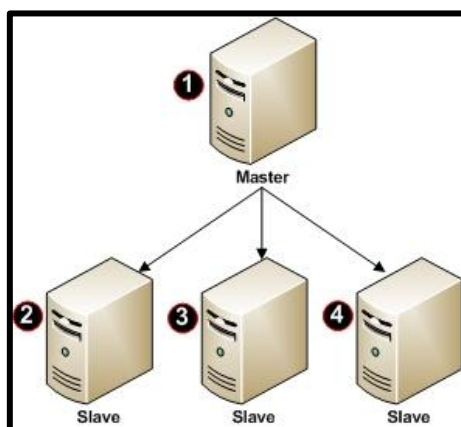


Figura A : Modelo de Replicação Master/Slave

Permite que uma mesma cópia de uma base de dados resida em mais do que um servidor

Possibilita balanceamento de carga para situações onde há maior quantidade de leituras do que de actualizações

### Dual Master

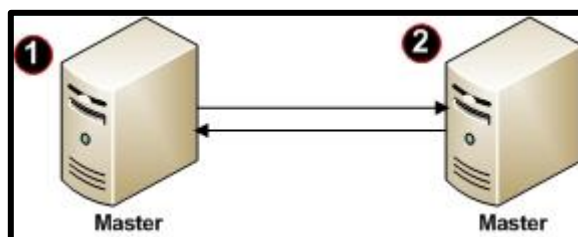


Figura B : Modelo de Replicação Dual Master

Permite que dois servidores gravem e propaguem modificações um ao outro, sendo útil para situações onde duas partes geograficamente separadas de uma organização necessitem de ler e gravar na mesma base de dados.

### Dual Master with Slaves

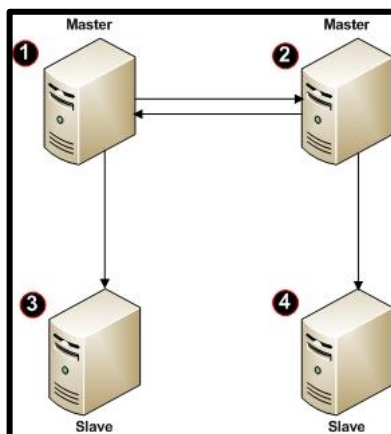


Figura C : Modelo de Replicação Dual Master with Slaves

Extensão do modelo anterior, acrescentando um ou mais *slaves*, melhorando o tempo de resposta de consultas

### Replication Ring (multimaster)

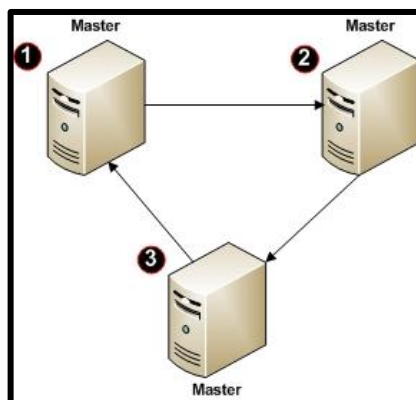


Figura D : Modelo de Replicação Replication Ring

Assim como o modelo *dual master*, cada servidor pode receber e propagar actualizações. Este modelo é bastante frágil, pois se um servidor estiver indisponível, o ciclo de propagações é quebrado.