

# Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



Dedico esta tese à instituição que é a base da minha vida,

a **minha família**.

Á minha **esposa**,

pela cumplicidade, compreensão e por todo o bem que me fazes.

Aos meus **filhos**,

pelo tempo de convivência “furtado”, que só fez fortalecer a vontade de estar com vocês.

Á minha **irmã**,

embora não esteja tão presente quanto gostaria, sei que para ela este será um momento de muita felicidade e principalmente de muito orgulho.

Aos meus **pais**,

carácter forjado no cabo da enxada, que na sua forma simples de encarar a vida estiveram determinados em assistirem a mais uma conquista de um filho.



## RESUMO

A sociedade actual é marcada pelo aumento de utilização das Tecnologias da Informação por forma a organizar, rentabilizar e otimizar os serviços, surgindo ainda um outro conceito associado, o da desmaterialização. Neste novo papel da sociedade, a informação e o conhecimento desempenham um papel essencial no desenvolvimento de factores competitivos decorrentes da necessidade de inovar e responder correctamente às necessidades das empresas.

As autarquias não fogem a realidade dos desafios impostos por este novo modelo: a quantidade de informação que manipulam tem vindo a aumentar de forma exponencial e a velocidade a que circula aumentou de forma redobrada.

As Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) têm vindo a multiplicar-se na última década, a sua gestão passa por um rigoroso processo de monitorização que obriga os técnicos a deslocações e relatórios diários para aferir o seu funcionamento. Por outro lado, impõe também a realização de recolhas das descargas para analisar determinados parâmetros, com vista à obtenção e posterior renovação da licença em função do seu bom funcionamento. Grande parte de todo este processo é feito em papel e manualmente, recorrendo ainda a folhas de *EXCEL*, exigindo muito de quem necessita de dar respostas adequadas.

Existe a necessidade de obter respostas rápidas, de perceber padrões de funcionamento, de cumprir com os valores definidos para as descargas e de ter as licenças em dia, sob pena das autarquias sofrerem multas e verem as ETAR's encerradas, retirando qualidade de vida às suas populações.

Nesse sentido, pretende-se simplificar todo este processo, recorrendo à criação de uma aplicação web que registará os dados de cada ETAR, todas as recolhas de descargas e análises efectuadas em cada uma delas, facilitando desta forma o acompanhamento destes resultados e posteriores renovações de licenças, associando e disponibilizando, simultaneamente, toda a documentação digital afecta a estes processos. Pretende-se registar todo o fluxo de correspondência para cada ETAR e ainda que a aplicação projecte os percursos mais rápidos entre ETAR's de forma a otimizar determinadas rotas percorridas.

Para finalizar o processo de desmaterialização de papel, será desenvolvida uma aplicação para dispositivos móveis para registrar digitalmente cada uma das operações feitas na ETAR a cada deslocação do técnico. Essa informação será depois sincronizada na base de dados, possibilitando desta forma que fique registada no sistema e associada a cada ETAR.

## **ABSTRACT**

Today's society is marked by increased use of information technology in order to organize, maximize and optimize the services and also emerging another concept associated, which is dematerialization. In this new role in society, information and knowledge play an essential role in the development of competitive factors, arising from the need to innovate and respond correctly to business needs.

Local authorities do not escape the reality of the challenges posed by this new model, the amount of information handling has increased exponentially and the circulating speed redoubled.

Stations Wastewater Treatment Plant have been multiplying in the last decade, its management, goes through a strict monitoring process that requires technicians to travel and daily reports to check their functioning. On the other hand, requires the execution of collections of discharges to analyze certain parameters, in order to obtain the license and subsequent renewal according to their proper functioning. Much of this whole process is done manually on paper and using also the EXCEL sheets, requiring a lot of those who need to give adequate responses.

There is a need to get quick answers, to understand patterns of functioning, fulfill with the defined values for discharges and have licenses to date, under penalty of municipalities suffer fines and seeing the Stations Wastewater Treatment Plant closed, removing quality of life for their populations.

So, it is intended to simplify the whole process through the creation of a web application that will record data from each Stations Wastewater Treatment Plant, all collections and analyzes of discharges in each of them, facilitating the monitoring of these results and subsequent renewals licenses, linking and providing simultaneously affects all the digital documentation of these processes. It is intended to record the entire flow of matching for each treatment plant and that the application projecting paths between Stations Wastewater Treatment Plant faster in order to optimize certain routes traveled.

To end the process of dematerialization of paper, an application will be developed for mobile devices to digitally record each transaction made in every movement of the Stations

Wastewater Treatment Plant technician. This information will then be synchronized in the database, allowing thus that the system is recorded and associated with each plant.

## **PALAVRAS CHAVE**

Rentabilizar e otimizar os serviços

Desmaterialização

Estações de Tratamento de Águas Residuais

Aplicação Web

Aplicação que projecto os percursos

Aplicação para dispositivos móveis



## **KEY WORDS**

Maximize and optimize the services.

Dematerialization.

Stations Wastewater Treatment Plant.

Web application.

Application projecting paths.

Application for mobile devices.



## AGRADECIMENTOS

Um trabalho de mestrado tem o reconhecido significado a nível académico. É no entanto crucial destacar que representa o culminar de um enorme esforço e dedicação, especialmente para os que o acumularam com a sua vida profissional.

Superar os desafios, encontrar soluções e desenvolver este trabalho para chegar a bom porto só foi possível graças a pessoas muito especiais que directa ou indirectamente fizeram parte dele.

Começaria por agradecer ao meu orientador, Engenheiro Rui Almeida, demonstrou sempre uma grande disponibilidade, paciência, clareza e profissionalismo nos apoios e orientações prestadas. Conseguiu claramente simplificar, uma tarefa que inicialmente se avizinhava tremendamente árdua. Obrigado pelas suas sugestões e incentivo.

À Câmara Municipal de Tondela pela possibilidade de validação da tese, com uma palavra de apreço e amizade à Engenheira Cecília Costa pela disponibilidade e apoio demonstrado, especialmente nas fases de implementação e de testes. A sua ajuda foi fundamental para desvendar, perceber e materializar digitalmente os vários processos que fazem parte da gestão das ETAR's.

Finalmente à minha esposa Marlene Figueiredo, por suportar minha ausência em tantos momentos importantes da nossa vida. Somente uma grande mulher poderia ter tanta paciência, amizade e compreensão durante todo este tempo.



# ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL .....	xiii
ÍNDICE REMISSIVO DE AUTORES .....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xix
ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xxi
1. Introdução .....	1
1.1 Metodologia .....	4
1.2 Estado da Arte .....	8
1.2.1 Situação real das Autarquias .....	13
1.3 Estrutura da Dissertação .....	16
1.4 Objectivos .....	16
1.5 Plano de trabalhos .....	18
2. Análise do workflow .....	19
2.1 Licenciamentos, renovação de licenças e envio de resultados de análises .....	19
2.2 Marcação de realização de colheitas e resultado das análises .....	20
2.3 Deslocação dos técnicos .....	21
3. Funcionalidades da Aplicação .....	23
3.1 Análise de requisitos e necessidades .....	23
3.2 Identificação e recolha de elementos .....	24
3.3 Identificação dos actores .....	25
3.4 Identificação dos casos de uso .....	26
3.5 Identificação cenários .....	28
3.5.1 Administrador .....	29
3.5.2 Gestor .....	31
3.5.3 Técnico .....	42
3.5.4 Administrativo .....	43
3.5.5 Chefe de divisão .....	46
4. Arquitectura .....	49

4.1	Servidor .....	51
4.2	Sistema operativo e aplicativos .....	52
4.3	Ferramentas a utilizar durante o desenvolvimento.....	54
4.3.1	<i>Eclipse IDE for Java Developers</i> , versão <i>Helios Service Release 2</i> .....	54
4.3.2	Filezilla 6.1.....	54
4.3.3	Adobe Dreamweaver CS 5.5.....	55
4.3.4	PowerDesign 12.1 Portable.....	55
4.3.5	Adobe Photoshop CS5.1 .....	55
4.3.6	Fotoziser v.1.34.0.510.....	55
4.3.7	Google Maps .....	56
4.3.8	Oracle VM Virtual Box v 4.1.4.....	56
4.3.9	DataTables (table plug-in for jQuery).....	56
5.	Concepção e Implementação .....	57
5.1	Modelo de Entidade Relacional .....	57
5.1.1	Tabela “TipoUtilizador” .....	59
5.1.2	Tabela “Utilizador” .....	59
5.1.3	Tabela “Tratamento” .....	59
5.1.4	Tabela “Etar” .....	59
5.1.5	Tabela “TipoEtar” .....	60
5.1.6	Tabela “Condicoes” .....	60
5.1.7	Tabela “Analises” .....	60
5.1.8	Tabela “Oficios” .....	61
5.1.9	Tabela “Relatorios” .....	61
5.1.10	Tabela “Export_Dispositivo” .....	61
5.1.11	Tabela “Android_tbl_user” .....	62
5.2	Aplicação Web .....	62
5.2.1	Estrutura de ficheiros / Entrada na aplicação.....	62
5.2.2	Dados auxiliares .....	65
5.2.3	ETAR’s .....	66
5.2.4	Listagens .....	66
5.2.5	Análises.....	69
5.2.6	Ofícios.....	71

5.2.7	Dispositivo Móvel .....	72
5.3	Aplicação para o dispositivo móvel .....	75
5.3.1	O sistema Android .....	75
5.3.2	<i>Layouts</i> e navegação .....	77
5.3.3	Armazenamento de dados no dispositivo .....	80
5.3.4	Ligação a Base de Dados MySql Remota .....	82
5.3.5	Validação de utilizador .....	82
5.3.6	Importação de dados para o dispositivo .....	85
5.3.7	Actualização de registos .....	86
5.3.8	Exportação de dados para o servidor .....	88
5.4	Criação de rotas optimizadas .....	90
5.4.1	Algoritmo Genético .....	91
5.4.2	O problema .....	95
5.4.3	Adequação do AG ao cálculo de rotas.....	96
5.4.4	Representação dos indivíduos .....	97
5.4.5	População inicial .....	98
5.4.6	Versões criadas para os cruzamentos .....	100
5.4.7	Demonstração .....	102
5.4.8	Representação dos Resultados.....	105
6.	Testes .....	109
6.1	Aplicação web.....	109
6.2	Cálculo de rotas .....	112
6.3	Aplicação móvel .....	113
7.	Conclusões.....	115
7.1	Objectivos alcançados.....	115
7.2	Trabalho Futuro .....	117
7.3	Considerações finais .....	118
	Referências .....	119
	anexo 1 - BIBLIOGRAFIA .....	121
	Anexo 2 Modelo Físico .....	123
	Anexo 3 – Timeline do plano de trabalhos.....	124



## ÍNDICE REMISSIVO DE AUTORES

### B

Bach (2001) .....11,13

### C

Costa (2003) .....91

### G

Garey (1979) .....96

Goldberg (1989) .....92

Gouveia (2004) .....11

Gouveia e Ranito (2004) .....12,13

### H

Holland (1975) .....91

### J

Johnson (1997) .....96

### L

Laureano (2006) .....52



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquematização da metodologia .....	7
Figura 2 - Casos de uso para cada actor .....	27
Figura 3 - Arquitectura geral .....	50
Figura 4 - Arquitectura no dispositivo.....	51
Figura 5 - Opções do IIS .....	53
Figura 6 - Instalação efectuadas .....	54
Figura 7 – Modelo ER .....	58
Figura 8 - Ficheiro varGlobais.php.....	63
Figura 9 - Página de Login .....	63
Figura 10 - listagem de Tratamentos .....	65
Figura 11 - Listagem das ETAR’s existentes .....	66
Figura 12 - Listagem de licenças emitidas .....	67
Figura 13 – Listagem das ETAR's com licenças válidas.....	67
Figura 14 – Listagem das ETAR's com licenças caducadas.....	68
Figura 15 - Listagem das ETAR's sem que nunca tiveram licenças.....	68
Figura 16 - Listagem das ETAR's em transgressão.....	69
Figura 17 - Listagem das análises efectuadas.....	69
Figura 18 - Formulário de edição de uma análise .....	70
Figura 19 - Listagem dos resultados de cada análise.....	71
Figura 20 - Listagem de Ofícios .....	72
Figura 21 - Listagem para preparar a sincronização dos dados.....	73
Figura 22 - Listagem de atribuição de ETAR's a funcionários .....	73
Figura 23- Listagem de ETAR's que foram marcadas para importação ou que já se encontram no dispositivo.....	74
Figura 24 - Listagem dos relatórios efectuados em cada ETAR .....	75
Figura 25 - Componentes do sistema Android .....	76
Figura 26 - Ecrã de entrada na aplicação.....	78
Figura 27 - Esquema das hierarquias da aplicação.....	78
Figura 28 - Menu principal da aplicação .....	79
Figura 29 - Layout “Sobre” .....	79
Figura 30 - Layout “Ajuda.....	80
Figura 31 - Estrutura da tabela “Relatorios” .....	80
Figura 32 - Definição da base de dados e tabela no dispositivo.....	81
Figura 33 - Criação da tabela e definição dos campos e seus tipos.....	81
Figura 34 - Criação do cliente HTTP .....	82
Figura 35 - Layout de validação de utilizador .....	83
Figura 36 - Código associado ao botão “Aceder” – validação de utilizador.....	83

Figura 37 - Código do ficheiro “user_validate.php” .....	84
Figura 38 - Código associado ao botão “Importar” – Importação de dados .....	85
Figura 39 - Ficheiro “importa.php” que faz a importação dos dados .....	86
Figura 40 - Layout da inserção de relatórios.....	87
Figura 41 - Método de actualização de dados da tabela “relatorios” .....	87
Figura 42 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o primeiro registo” .....	88
Figura 43 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o registo anterior” .....	88
Figura 44 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o registo seguinte” .....	88
Figura 45 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o último registo” .....	88
Figura 46 - Bloco de código da acção do botão “Exportar” .....	89
Figura 47 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o último registo” .....	89
Figura 48 - Pseudo-código para o algoritmo genético .....	94
Figura 49 - Funcionamento geral de um algoritmo genético .....	94
Figura 50 - Cenário de um problema com 7 cidades .....	96
Figura 51 - Distâncias para as ETAR seleccionados .....	97
Figura 52 - Codificação das ETAR’s em letras .....	97
Figura 53 - Exemplo do uso do método de Selecção por Roleta. ....	99
Figura 54 - Operação de uniforme crossover.....	99
Figura 55 - Funcionamento da versão 2.....	101
Figura 56 - Funcionamento da versão 3.....	102
Figura 57 - Medições de tempos versão 1 e 2.....	103
Figura 58 - Medições de tempos versão 1 e 2.....	103
Figura 59 - Número de tentativas 3.....	104
Figura 60 - Resultados da versão 3 .....	105
Figura 61 - Vista Google Maps com pontos de ETAR’s .....	106
Figura 62 – Resultados de análises recolhidas numa ETAR .....	110
Figura 63 - Primeira versão do Site .....	111
Figura 64 - Segunda versão do Site .....	111

## ABREVIATURAS E SIGLAS

ADT	Android Development Tools
AE	Algoritmo Evolutivo
AG	Algoritmo Genetico
APL	Administração Pública Local
ASP	Active Server Pages
BD	Base de Dados
CESB	Centro de Serviços do Ambiente
CSS	Cascading Style Sheets
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FTP	File Transfer Protocol
FTPS	File Transfer Protocol Secure
GPS	Global Positioning System
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
ID	Identificador
IIS	Internet Information Services
PDF	Portable Document Format
PHP	Personal Home Page
SDK	Software Development Kit
SFTP	Secure File Transfer Protocol
VLE	Valores Limite de Emissão



# 1. Introdução

Nos últimos anos, muitas têm sido as estações de tratamento de águas residuais (ETAR) que têm vindo a entrar em funcionamento em Portugal. Estas unidades foram criadas para receberem as águas residuais urbanas ou industriais das populações, tratarem essas águas convenientemente de forma a poderem ser lançadas em meio hídrico sem provocar impactos ambientais negativos.

A má gestão e conseqüente lançamento de água imprópria para os meios hídricos constituiu à luz da legislação nacional e europeia em vigor um factor negativo que se pode traduzir em altíssimas coimas para os prevaricadores. Hoje em dia, existem entidades licenciadoras e fiscalizadoras que obrigam a que as ETAR's cumpram determinados padrões de qualidade no tratamento das águas residuais.

O Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade que definem as normas de descarga das águas residuais na água e no solo, visando a promoção da qualidade do meio aquático e a protecção da saúde pública.

A Lei estabelece através de licenciamento valores máximos para substâncias e parâmetros a serem analisados em função da dimensão e do tipo de cada ETAR.

Os Municípios devem forçosamente aferir periodicamente esses valores, recorrendo a instituições que fazem recolhas líquidas em cada ETAR, analisam os parâmetros estipulados pela Lei e enviam os resultados para os Municípios.

Cada Município tem um número elevado de ETAR's a monitorizar, multiplicando assim por N, as monitorizações a efectuar. Para facilitar essa tarefa, pretende-se desenvolver um Sistema de Informação que tenha como objectivo apoiar a gestão de ETAR's.

Este sistema irá facilitar o acesso à informação das ETAR's, optimizando os serviços que necessitam dessa informação e possibilitando ainda proceder à desmaterialização de todo o papel associado nos processos envolvidos. Importa realçar que hoje em dia, todo este processo é feito manualmente, em papel. Analisar, perceber e fiscalizar informação em folhas de papel são tarefas que requerem tempo e pesquisa manual, tornando o processo moroso, pouco prático e até ineficiente.

Se alguém pretender perceber antecipadamente quando uma licença caduca, terá que desfolhar com regularidade as licenças para ver a sua validade e para preparar o seu processo de renovação.

Analisar o comportamento de uma ETAR em termos funcionais, durante um determinado período, é também uma tarefa quase impossível de realizar sem aplicação informática. Não é fácil juntar as diversas folhas com os resultados de um determinado período e perceber a evolução do comportamento dos vários parâmetros recolhidos.

Para além disso, implica duplicação de documentos pelas várias pessoas que têm necessidade de ter acesso a essa informação, nomeadamente na secção de obras públicas, na pessoa responsável pelas ETAR's e na responsável pela Divisão do Ambiente. Cada secção tem o seu espaço próprio e o seu arquivo intermédio de informação. Ao disponibilizar esses documentos na aplicação eles ficarão automaticamente visíveis para todos os interessados com as devidas permissões de acesso.

No âmbito deste Sistema de Informação, além dos já citados objectivos de controlo operacional e de processos, importa também optimizar os percursos efectuados pelos funcionários e técnicos, nas suas deslocações entre as diversas ETAR's para vigilância, manutenção e monitorização das mesmas. Uma vez que cada ETAR poderá estar devidamente criada no sistema, com base nas suas coordenadas GPS, pretende-se ainda criar um aplicativo para determinar a rota de menor distância entre N diferentes ETAR's. Este aplicativo poderá fundamentar o seu funcionamento num algoritmo,

apresentando o resultado final no *Google Maps*, tornando assim a visualização final mais apelativa e intuitiva.

A cada deslocação efectuada, o funcionário faz um registo escrito das suas actividades, das anomalias encontradas ou reparações efectuadas. Esse registo fica arquivado em papel, na Autarquia, junto dos serviços responsáveis. Pretende-se que esse registo fique também ele guardado na base de dados (BD), ficando assim associado a cada ETAR. Para isso, antes da sua deslocação pelas ETAR's, o funcionário terá acesso a descarregar a informação dos locais a visitar para um equipamento com sistema operativo *android*. À chegada ao local, o funcionário, procede ao registo das actividades realizadas no equipamento, bem como à descrição do funcionamento da ETAR e anomalias encontradas. Depois das deslocações efectuadas, o dispositivo regressa à Autarquia e volta a fazer a sincronização com a BD. Desta forma, cada visita poderá ficar registada e associada à respectiva ETAR, bem como a actuação e o relato do funcionário. Permite ainda guardar o histórico da deslocação efectuada naquele dia pelo funcionário (locais e horário), o que se torna uma mais-valia para quem tem de efectuar esse controlo.

Descrevem-se a seguir e de forma sucinta as funcionalidades previstas e a implementar nesta aplicação.

- Gerir e visualizar os dados de cada ETAR;
- Gerir e visualizar as suas licenças de utilização e respectivas condições de licenciamento que irão servir de base para as recolhas efectuadas;
- Gerir e verificar os resultados das análises recolhidas para cada ETAR, permitindo de forma rápida a visualização dos parâmetros que infringem a Lei e visualizar em formato PDF o resultado das análises enviadas pela instituição que as efectuou;
- Manter um historial das análises referentes a cada ETAR;
- Ter acesso a toda a correspondência enviada e recebida para cada ETAR entre a Autarquia e as instituições envolvidas.

- Apresentar rotas optimizadas da deslocação a efectuar pelas várias ETAR's do Concelho.
- Sincronização de dados com um equipamento móvel, por forma a possibilitar ao técnico, localmente em cada ETAR, o registo de actividades realizadas ou anomalias detectadas e posterior reposição na base de dados original.

### **1.1 Metodologia**

O uso de uma metodologia pode aumentar a velocidade do ciclo de vida do desenvolvimento de um sistema, ou atrasar o projecto, se for mal escolhida ou usada de forma incorrecta.

Existem diversas metodologias; a escolha deve ser feita tendo em conta factores relacionados com o projecto. No caso desta Tese de Mestrado, o objectivo final prende-se com o desenvolvimento de uma aplicação e como tal a estratégia usada deverá ser a de concepção e criação. Os processos de investigação passarão forçosamente pelas fases de análise do problema e levantamento de requisitos, concepção da aplicação e implementação da mesma, tendo no final uma fase de testes.

A experiencia adquirida ao longo dos anos, por parte dos técnicos de ambiente e informática da Autarquia, servirá de linha orientadora e de base para o planeamento e definição dos objectivos a atingir. A motivação de poder desenvolver uma aplicação, com grande utilidade para a entidade empregadora, é por outro lado um factor que foi também tido em conta na escolha do tema seleccionado.

Numa fase inicial, será necessário perceber e analisar, junto dos técnicos de ambiente da Autarquia, o tipo de trabalho que é desenvolvido nas ETAR's, as necessidades sentidas, de forma a perceber e delinear as funcionalidades básicas da aplicação.

No sentido de perceber se existe no mercado alguma aplicação que responda às exigências transmitidas pelos técnicos de ambiente, será feita uma pesquisa web, com o intuito de ver se já foi desenvolvida alguma aplicação para esse efeito. Serão também estabelecidos contactos com outras Autarquias, no intuito de perceber se têm alguma aplicação do género e de que forma cada Autarquia trata os processos das ETAR's

(gestão, manutenção, licenciamentos e gestão de análises recolhidas). Finalmente será consultada a AIRC, Associação de Informática da Região Centro, entidade que desenvolve software para as Autarquias do País, no sentido de perceber que tipo de aplicações existem para solucionar este problema.

É importante, fazer toda esta análise inicial, para perceber a viabilidade do projecto proposto, compreender se não existe no mercado nenhuma aplicação que cubra totalmente as necessidades transmitidas, por forma a criar efectivamente um produto que seja uma mais-valia.

Depois de perceber se o projecto é viável, é importante analisar todas as necessidades transmitidas, de forma a perceber os *workflows* com os técnicos do ambiente da Autarquia e definir claramente o que se pretende em cada ponto da aplicação. É importante transformar em casos de estudo os requisitos essenciais do sistema, para automatizar os processos.

Delineando os fluxos de informação existentes, consegue-se estabelecer uma metodologia de trabalho, planear e traçar objectivos a atingir, para que as partes envolvidas os aproveem.

Com os objectivos da aplicação traçados e os seus requisitos delineados, será importante perceber que tipo de *software* se irá utilizar para a implementação, a que tecnologia se irá recorrer e como será estabelecida a ligação entre essas partes, será necessário definir a arquitectura do sistema.

Tendo chegado a consenso sobre a tecnologia a utilizar, seguir-se-á a concepção da aplicação propriamente dita, fase do ciclo de vida da implementação de um programa computacional, no contexto de um sistema de informação, que corresponde à elaboração e preparação dos módulos necessários à sua execução.

A implementação será feita de acordo com os objectivos solicitados e respondendo às necessidades identificadas. Os módulos serão desenvolvidos separadamente e em fases diferentes, de forma a responder aos objectivos traçados.

## 1 - Introdução

---

É importante no final implementar uma fase de testes para verificar se todos os objectivos foram implementados correctamente, identificar algum defeito e corrigi-lo, testar a interacção da aplicação e a integração dos seus componentes.

O esquema da figura seguinte, retracta a metodologia anteriormente exposta.

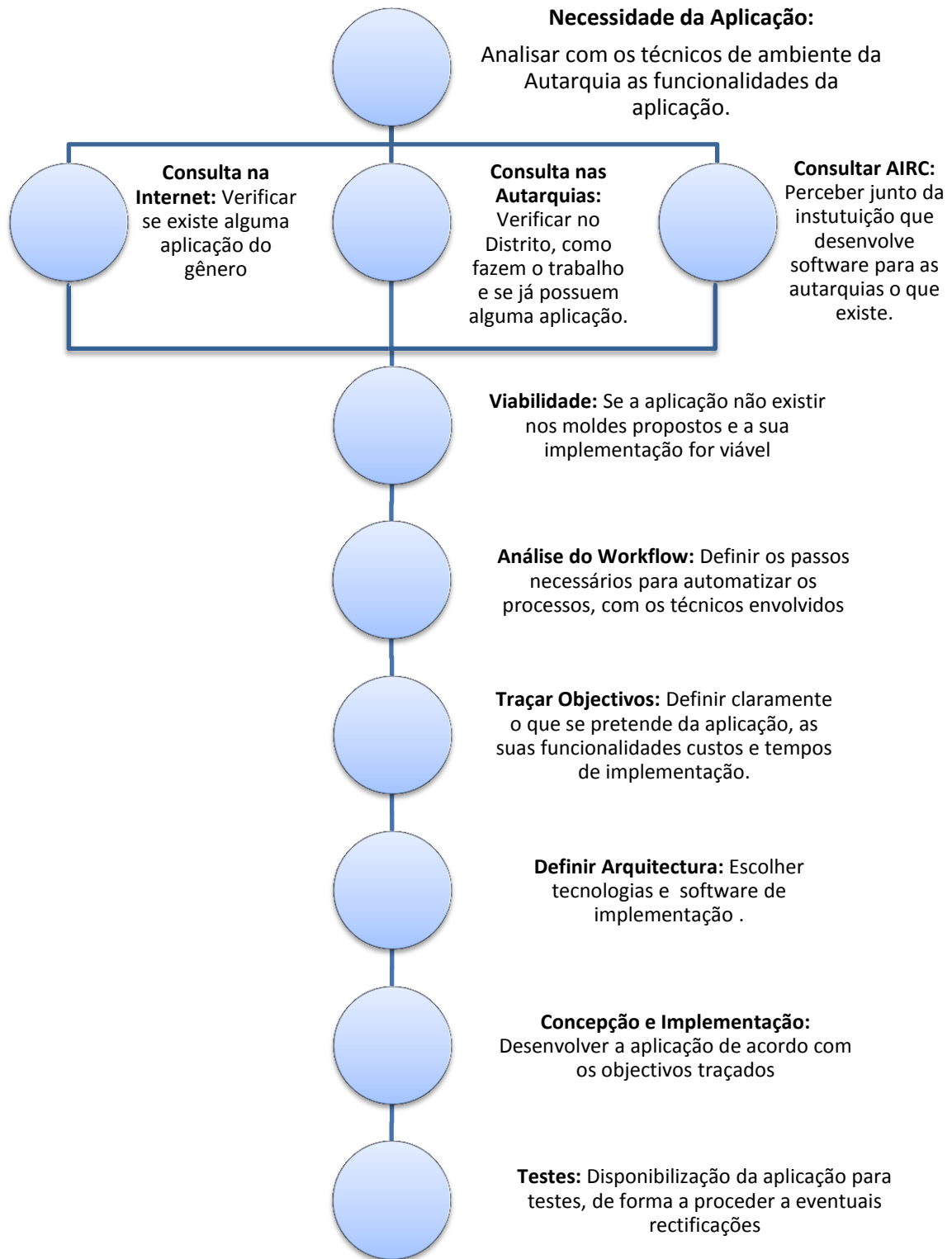


Figura 1 – Esquematização da metodologia

## 1.2 Estado da Arte

As ETAR's foram criadas para tratar as águas residuais das populações, lançando-as nas devidas condições nos rios e mares, minimizando desta forma um impacto ambiental que seria muito negativo. Nos últimos anos, a construção de unidades deste género tem crescido abundantemente,

O aparecimento deste género de unidades, traz também uma nova realidade aos Municípios, que devem controlar os seus efluentes de forma rigorosa.

O tratamento das águas residuais tem em conta características muito variáveis, consoante a dimensão da ETAR e o tipo do efluente tratado. A má gestão e consequente lançamento de água imprópria para os meios hídricos, constituiu à luz da legislação nacional e europeia em vigor, um factor negativo que se pode traduzir em altíssimas coimas para os prevaricadores. Hoje em dia, existem entidades licenciadoras e fiscalizadoras, que obrigam a que as ETAR's cumpram determinados padrões de qualidade, no tratamento das águas residuais.

O Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto, estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Define as normas de descarga das águas residuais na água e no solo, visando a promoção da qualidade do meio aquático e a protecção da saúde pública e dos solos. Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 76/464/CEE, do Conselho, de 4 de Maio, relativa à poluição causada por determinadas substâncias perigosas lançadas no meio aquático, assim como a Directiva n.º 80/68/CEE, do Conselho, de 17 de Dezembro, relativa à protecção das águas subterrâneas contra a poluição provocada por certas substâncias perigosas.

O Artigo 65, expõe as condições de licenciamento, refere que a emissão ou descarga de águas residuais na água e no solo por uma instalação carece de uma autorização prévia, designada por licença, a emitir pela Direcção Geral do Ambiente (DRA), na qual será fixada a norma de descarga e demais condições que lhe forem aplicáveis. Refere ainda que *“o recurso a ETAR's, para cumprimento dos valores limites de emissão, para as substâncias, famílias ou grupos de substâncias e para os demais parâmetros constantes da norma de descarga, deverá ser considerado após o estudo e a aplicação das medidas adequadas para a redução da poluição na origem”*.

As autarquias, como entidades licenciadas, encontram-se obrigadas por Lei, a proceder a recolhas periódicas das descargas em cada ETAR, para que estas sejam analisadas segundo critérios previamente estabelecidos, conforme consta no Artigo 69.º “*Compete à entidade cuja descarga haja sido licenciada nos termos do artigo 65.º efectuar controlo da qualidade das águas residuais, o que inclui a determinação das características físicas e químicas para avaliação da sua conformidade com os VLE fixados na norma de descarga, de acordo com os métodos analíticos de referência indicados no anexo XXII*”. No anexo XVIII, do referido decreto, são especificados os valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais.

O incumprimento dos VLE constantes da norma de descarga para substâncias e parâmetros através de qualquer operação deliberada de diluição das águas residuais praticada previamente é ilícito, sendo a rejeição do efluente considerada, para todos os efeitos, em não conformidade com a norma. A licença será recusada se a autarquia declarar que lhe não é possível respeitar a norma de descarga imposta ou se a DRA verificar essa impossibilidade. Compete à DRA fiscalizar a observância da norma de descarga e demais condições da licença concedida.

As autarquias, estão ainda sujeitas à realização de fiscalizações, conforme consta do Artigo 70º do já citado Decreto de Lei “*Compete à DRA exercer as acções de fiscalização do cumprimento das normas de descarga de águas residuais e à IGA, a inspecção*”, como forma de monitorização dos sistemas e averiguação do seu bom funcionamento.

Se a norma da descarga imposta ou outras condições da licença concedida não forem respeitadas e se verificar perigo para a saúde pública ou para o ambiente, a entidade gestora da instalação será notificada da infracção verificada, fixando-se-lhe um prazo para a correcção da mesma. Findo este prazo sem que tenha sido efectuada a correcção, sem prejuízo da aplicação de outras sanções previstas na lei, a descarga será proibida e a licença não será revogada pela DRA.

O Artigo 77º, do Decreto de Lei 236/98, refere ainda as possíveis sanções a aplicar em caso de incumprimento, “*Sem prejuízo do disposto nos artigos 86.o e seguintes do Decreto-Lei n.o 46/94, de 22 de Fevereiro, o não cumprimento do disposto nos n.os 1, 6 e 7 do artigo 22.o constitui contra-ordenação punível com coima de 50.000\$ a*

*750.000\$, sendo o montante máximo elevado para 9.000.000\$ quando a contra-ordenação tenha sido praticada por pessoa colectiva”.*

Por todos estes motivos, torna-se imperativo, monitorizar o seu funcionamento, através de recolha das descargas, que são posteriormente enviadas para análise. Desta forma, o controlo torna-se efectivo e é possível aplicar medidas correctivas em caso de incumprimentos.

Esse controlo é feito, principalmente com base nos resultados obtidos, numa diversidade de parâmetros analisados, através de recolhas periódicas, efectuadas nos efluentes de cada ETAR. Um laboratório analisa criteriosamente as colheitas enviadas e devolve o resultado obtido para a Autarquia. Esse resultado, permite a visualização dos vários parâmetros solicitados para análise, sendo que cada um deles tem que estar dentro dos parâmetros definidos pelo licenciamento.

A Lei, estabelece, através do licenciamento, os padrões para cada parâmetro em função da dimensão e do tipo de ETAR, padrões, esses que têm forçosamente que ser aferidos periodicamente.

São então colhidas umas série de amostras ao longo do ano em cada ETAR, das quais, a maioria deverá estar em conformidade. Se esta situação não se verificar, o processo de renovação da licença, que acontece em cada dois anos, fica fortemente comprometido. Se o historial de análises anterior à renovação não cumprir com as exigências impostas, a licença não será renovada, daí ser importante a sua visibilidade.

É importante perceber com alguma lucidez e rapidez, antecipadamente quando uma licença está para caducar, para preparar o dossier de renovação da mesma. É fundamental, ter listagens do histórico de recolhas de cada ETAR e que os mesmos estejam constantemente a ser vistos, de forma a cumprir com as obrigações de licenciamento. Torna-se ainda muito útil, aceder, por cada ETAR, a toda a correspondência trocada entre instituições, por forma a perceber rapidamente situação o seu historial.

A necessidade de obter informação rápida e segura, para um planeamento estratégico, reforçaram a necessidade de sistemas que integrassem os vários processos existentes. Aliados à uma tecnologia informática, ficam com capacidade de assimilar e transformar

a informação em conhecimento, oportunidades com a respectiva mobilidade, nas quais a decisão tem que ser tomada num espaço de tempo cada vez mais curto, segundo Bach (2001), *“Os sistemas de informação são estratégicos no futuro das organizações independentemente da sua área de actividade e devem simplificar os processos existentes nas empresas. Os grandes desafios que se colocam actualmente não são provenientes das tecnologias disponibilizadas mas sim da capacidade que as empresas têm de as integrar nos seus processos de negócio.”*

A nossa sociedade encontra-se em constante mutação, como tal, está inserida num processo de mudança, onde as novas tecnologias desempenham um papel fundamental na produção de riqueza, iniciativa e gestão das empresas e instituições. Este novo paradigma da sociedade que tem por base a informação, designa-se por sociedade da informação.

Segundo Gouveia (2004), *“A Sociedade da informação está baseada nas tecnologias de informação e comunicação que envolvem a aquisição, o armazenamento, o processamento e a distribuição da informação por meios electrónicos, como a rádio, a televisão, telefone e computadores, entre outros. Estas tecnologias não transformam a sociedade por si só, mas são utilizadas pelas pessoas em seus contextos sociais, económicos e políticos, criando uma nova comunidade local e global: a Sociedade da Informação”*.

Tão importante como tomar uma decisão é prever acontecimentos, analisar factos e tendências, perceber o que está mal e como remediar a situação.

Uma das condições para que a sociedade de informação seja o mais abrangente possível, é possibilitar que todos tenham acesso à informação no seu dia-a-dia, de uma forma rápida, credível e viável, constituindo-se assim numa mais-valia para quem necessita dela. As empresas necessitam de tomar diariamente decisões rápidas e acertadas, fazem-no com base em informação que acumulam e tratam de forma a atingirem objectivos traçados, como referiu Bach (2001), *“É fundamental que as empresas tenham informação rápida, eficaz e fiável para gerirem correctamente e de uma forma racional o seu negócio”*.

Também Gouveia e Ranito (2004) disseram que a informação, é hoje em dia, um dos motores da actividade humana. De facto, independentemente do tamanho, natureza ou mesmo actividade de uma organização, a verdade é que esta precisa de informação para poder executar e prosseguir a sua missão e cumprir os objectivos a que se propõe.

Para recolher, gerir, armazenar e processar a informação, as empresas devem precaver-se e ter infra-estruturas adequadas. De modo a serem eficientes, salvaguardando os seus dados e tendo-os disponíveis diariamente sem interrupções, de forma a conseguirem dar respostas às solicitações, conforme referido por Gouveia e Ranito (2004) *"Qualquer organização moderna recorre às Tecnologias de Informação e Comunicação como forma de garantir a função dos sistemas de informação enquanto infra-estrutura de suporte ao fluxo de informação na organização"*.

Essa informação, tem por base a correspondência recebida, enviada e toda a informação gerada internamente na empresa pelas mais variadas aplicações ou secções, daí se falar em fluxos de informação internos e externos, tal como o referiram Gouveia e Ranito (2004) *"Um sistema de informação é uma infra-estrutura que suporta o fluxo de informação interno e externo a uma organização"*.

A informação flui na empresa de uma forma lógica, segundo um conjunto de regras e passos necessários, para atingir a automação de processos de negócio, permitindo que seja transmitida de uma pessoa para outra automaticamente. A automação desse fluxo de informação, implica uma reengenharia de processos, que vem trazer melhorias na gestão e fluxos dos documentos na empresa, Gouveia e Ranito (2004) evidenciam-no *"A Reengenharia consiste no redesenho radical dos processos de negócio com vista à obtenção de melhorias drásticas ao nível da redução de custos, qualidade dos serviços e tempo (e claro, também à melhoria da organização)"*.

A informação tem um valor importante para quem toma decisões, é vista como forma de suporte a tomadas de decisões, daí ser fundamental que esteja disponível de forma rápida e segura. A utilização de conhecimento científico e tecnológico da informação desempenha um papel cada vez mais importante na inovação e desenvolvimento de novos produtos e serviços em organizações e empresas. Os sistemas de informação devem ajudar os recursos humanos de uma organização a desempenhar a sua actividade.

As empresas devem por isso estar preparadas, contemplando e preparando nos seus quadros, pessoas credíveis, eficientes, inovadoras e instruídas, de maneira a disponibilizarem de forma eficaz e célere, a informação necessária ao seu bom funcionamento. Se a informação existir, mas não estiver disponível, de nada serve, segundo Bach (2001), *“Num mundo cada vez mais competitivo onde é pedido maior crescimento, maior rentabilidade, mais clientes conquistados, novos mercados, e consequentemente maiores lucros, a eficiência e eficácia demonstrada pelos departamentos de Sistemas de Informação, quer em termos de rapidez na informação gerada, quer na fiabilidade da informação disponibilizada, são factores críticos de sucesso e consequentemente de mais valia dentro de qualquer organização”*.

A gestão da informação é por isso hoje um factor de competitividade e também sinónimo de sucesso das empresas. Elas dependem cada vez mais da informação digital para garantirem funcionalidade, operacionalidade e uma gestão eficiente, conforme referido por Gouveia e Ranito (2004) *“Um sistema de informação moderno e actual não se limita a suportar o fluxo de informação e a mobilizar os recursos de dados, informação e conhecimento na organização”*.

### **1.2.1 Situação real das Autarquias**

O desenvolvimento de aplicações, tem vindo a facilitar e muito o trabalho das pessoas, mais especificamente dos funcionários, que realizam as tarefas com mais celeridade. Surgiram muitas empresas a criar aplicações, que têm preenchido o mercado e preenchido as necessidades do mercado. No entanto é fundamental inovar, ter novas ideias, mas é também importante perceber se essas ideias são realmente uma mais-valia ou se o produto que se pretende criar, já existe no mercado.

Com o intuito de perceber como é feita a gestão das ETAR por parte das Autarquias, consultaram-se por correio electrónico, em Dezembro de 2011, os técnicos de doze Autarquias do Distrito de Viseu. Reproduzem-se de seguida os sete relatos recebidos através dos seguintes testemunhos.

O primeiro testemunho recebido de uma das autarquias refere que todo o processo é realizado de forma manual. Os documentos estão disponíveis apenas em formato de papel, análises, licenças, correspondência enviada e recebida, bem como os relatórios e

anomalias recolhidos em cada ETAR aquando das visitas programadas. Refere ainda o quanto seria importante possuir uma aplicação que fizesse essa gestão de informação, disponibilizando-a em tempo real aos vários elementos da equipe. Possibilitaria ainda monitorizar resultados das análises efectuadas em cada ETAR, compará-los e corrigir situações indesejadas de descargas indevidas para os cursos de água. Evitariam-se desta forma males maiores, que culminariam com multas e o possível encerramento da ETAR.

No segundo pode ler-se *“Falei com o técnico responsável pelas ETAR’s e ele explicou-me que é interessante a aquisição de um programa como esse mas que neste momento ainda se encontram as ETAR’s em estado pré licenciamento. Nem eu estava a par disso pois algumas já existem e estão a funcionar em pleno há anos, daí ter ficado indignado com a resposta que obtive...!”*.

O terceiro referiu *“Relativamente ao assunto da gestão da informação das Etar’s ela é realizada de uma forma manual e quanto ao interesse numa solução informática do género proposto teria que ser colocado à consideração superior”*.

O quarto testemunho recebido refere *“No nosso município não dispomos de nenhuma aplicação que faça algo do género proposto. Todo o processo é realizado manualmente”*.

Já no quinto consta *“Após ter falado com a minha colega que esta com as etar’s ela usa o Excel para as controlar”*.

O sexto refere *“Enviei o teu mail para os serviços respectivos da Câmara, aguardo resposta. A técnica responsável é a Eng. Ana Pinto (foi com quem eu falei). Sei que aqui no município os procedimentos são manuais”*.

Finalmente o sétimo diz *“Peço desculpa pela demora na resposta ao e-mail. Estive a falar com o meu colega do ambiente e ele disse-me que neste momento esse tipo de processo não está automatizado”*.

Conforme se pode ver pelos testemunhos recebidos, percebe-se facilmente que o processo é ainda é feito manualmente ou com recurso a um ficheiro de excel para controlar as análises efectuadas.

Depois de identificar a necessidade junto das Autarquias, foi importante verificar se, uma instituição de renome e credível informaticamente junto das Autarquias, não teria já desenvolvido uma situação que resolvesse o problema.

Optou-se por consultar também em Dezembro de 2011, por correio electrónico, o Director de Informação da AIRC, o Dr. Ricardo Riquito. A AIRC, é uma Associação de Municípios de direito público, fundada por 30 municípios da região centro e cuja principal actividade é a produção de *software* e fornecimento de produtos e serviços preferencialmente dirigidos à Administração Pública Local (APL). Desenvolve *software*, constituído por um conjunto de módulos aplicativos que praticamente abrangem na totalidade as áreas de negócio das entidades pertencentes à APL.

A sua resposta foi também bastante elucidativa, referindo “*Trata-se de uma área para a qual a AIRC não dispõe de cobertura.*”, não tendo por outro lado conhecimentos sobre a existência de algum *software* capaz de responder às exigências formuladas.

Numa tentativa de perceber se existiria a nível Nacional algum *software* que fizesse a gestão de todos os processos e fluxos de informação das ETAR’s, optou-se ainda por recorrer a uma pesquisa em páginas de internet.

Após ter consultado algumas páginas *web*, as Águas do Algarve referem que, “*Desde 2005 o Laboratório de Águas do Algarve, S.A. controla a qualidade das águas residuais tratadas em 50 estações de tratamento de águas residuais (ETAR) sob responsabilidade da AdA e os respectivos meios hídricos receptores.*” Controlam “*amostragens compostas, realizadas por períodos de 24 horas, para a caracterização físico-química, e amostragens pontuais para a caracterização microbiológica. A rede de amostragem inclui 107 pontos distribuídos pelas 50 ETAR e respectivos meios receptores.*”

Já na página dos Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento de Almada pode-se ler que têm “*uma equipa de 5 profissionais que efectua todo o controlo de processo e auto-controlo da rejeição final de efluentes das várias ETARs do Município, através da realização anual de mais de 9000 análises a parâmetros físico-químicos, microbiológicos e microscopia*” e que dispõe de um *software LabWay LIMS*

(*Laboratory Informations Management System*) que permite o tratamento e gestão da informação laboratorial.

Em ambos os casos, verifica-se apenas um propósito: controlar a qualidade da água, recolher os resultados das análises e aferir a qualidade da água, para que as ETAR's cumpram devidamente os seus propósitos. Usam aplicações que trabalham informação laboratorial, não fazendo qualquer menção a todo o restante fluxo de informação envolvido no processo de gestão de uma ETAR, inviabilizando desta forma o processo de desmaterialização total do papel.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação encontra-se organizada em sete capítulos dos quais esta introdução faz parte, sendo o primeiro.

No capítulo dois é descrito o *workflow* associado à Gestão de ETAR's.

Segue-se o terceiro capítulo, onde são descritas as funcionalidades da aplicação.

No quarto capítulo, é descrita a arquitectura usada.

O capítulo cinco retratada a concepção e implementação da aplicação.

Os resultados dos testes efectuados, são descritos no sexto capítulo.

Termina-se este trabalho com o sétimo capítulo, onde se apresentam as conclusões desta dissertação.

### **1.4 Objectivos**

Pretende-se criar uma aplicação web que faça a gestão da informação das ETAR's, possibilitando visualizar entre outros, o número de habitantes afectos a cada uma delas, bem como o número de ETAR's que efectuam descargas em determinados cursos de água.

É importante que a aplicação possibilite antecipar a caducidade das licenças que lhes estão associadas a cada ETAR.

Deverá ainda efectuar a gestão de todas as análises recolhidas periodicamente no seu efluente, permitindo desta forma visualizar por ETAR, as análises efectuadas e identificar rapidamente anomalias, para proceder às devidas correcções. Esta gestão, permite ainda a identificações de padrões anormais, que a verificarem-se, podem ser alvos de rectificações.

A aplicação deverá ainda permitir associar a cada ETAR, a correspondência enviada e recebida, permitindo desta forma visualizar rapidamente o fluxo de informação trocado com entidades externas.

Beneficiando das coordenadas GPS associadas a cada ETAR, será implementado um aplicativo para calcular rotas eficientes pelas várias ETAR's do Concelho, tornando desta forma mais eficientes, os percursos percorridos pelos técnicos durante as suas acções de vigilância ou reparações.

É fundamental que, durante as suas deslocações, cada técnico registe informaticamente a sua visita e as acções praticadas, associando essa informação à respectiva ETAR e completando desta forma a desmaterialização. Este processo será feito com base no desenvolvimento de uma aplicação móvel, associada ao sistema de informação.

Pretende-se criar uma aplicação web que faça a gestão de todo o fluxo de informação associado às ETAR's, desmaterializando os processos e disponibilizando-os informaticamente às diversas pessoas envolvidas neste processo.

Facilita-se desta forma todo o processo de gestão, o acompanhamento do trabalho efectuado e todas as tomadas de decisões vitais ao bom funcionamento das ETAR's.

## **1.5 Plano de trabalhos**

No anexo 3, poderão ser observadas várias *timelines*, que contêm a descrição do plano de trabalhos, que irá servir de linha orientadora para a implementação deste projecto e dissertação.

## **2. Análise do workflow**

Fluxo de Trabalho, em inglês *Workflow* é a sequência de passos necessários para que se possa atingir a automação de processos de negócio, de acordo com um conjunto de regras definidas, envolvendo a noção de processos, permitindo que estes possam ser transmitidos de uma pessoa para outra de acordo com algumas regras.

Neste capítulo serão descritos os percursos dos processos relativo às ETAR.

### **2.1 Licenciamentos, renovação de licenças e envio de resultados de análises**

A Administração da Região Hidrográfica do Centro, IP. (ARH do Centro, IP.) é um instituto público integrado na administração indirecta do Estado, sob a tutela do Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território e tem por missão “proteger e valorizar as componentes ambientais da água e promover a gestão sustentável dos recursos hídricos” no âmbito da sua área de jurisdição que abrange as bacias hidrográficas dos Rios Vouga, Mondego e Lis, as ribeiras costeiras e massas de água subterrâneas associadas.

É a entidade que licencia as ETAR's, renova as suas licenças e para a qual são enviados regularmente os resultados das análises efectuadas em cada uma, é por isso feita uma vasta troca de correspondência com essa instituição.

Os documentos recebidos chegam pelo correio, são despachados pelo Sr. Presidente, seguindo o seu rumo para os administrativos que os arquivam na sua secção. Estes enviam de seguida uma cópia para a pessoa que faz a gestão das ETAR's, ficando com esta arquivada igualmente na sua secção, numa pasta relativa à ETAR.

Cada entrada origina uma duplicação do que é recebido e implica sempre uma deslocação a uma das secções referidas, para que o documento possa ser visto pelo chefe de divisão por exemplo.

Os documentos enviados são criados pelo gestor das ETAR's, que os encaminha para os administrativos para estes imprimirem e levarem a assinatura ao Sr. Presidente. Depois do ofício assinado, os administrativos procedem ao seu envio, guardando uma copia na sua secção e enviando outra para a pessoa que faz a gestão das ETAR's, que a arquiva igualmente numa pasta própria para o efeito.

Mais uma vez, existe duplicação de documentação e obrigatoriedade de deslocação à secção para ver os documentos.

### **2.2 Marcação de realização de colheitas e resultado das análises**

O Centro de Serviços do Ambiente (CESAB), é uma Associação de interesse público e direito privado, sem fins lucrativos, para a promoção da qualidade do Ambiente. Entre outras funções, é a entidade que controla do funcionamento de Estações de Tratamento e análise de efluentes das ETAR's.

Mensalmente é comunicado por ofício ao CESAB a que ETAR's se deve deslocar para efectuar recolhas dos seus efluentes. Mais uma vez essa comunicação inicia-se na pessoa que gere as ETAR's, que a envia para os administrativos recolherem a assinatura do Sr. Presidente e enviar o documento. Ficam com cópia na secção deles e enviam cópia para quem gere as ETAR's que a arquiva igualmente.

A resposta do CESAB, é o envio por email dos resultados das análises efectuadas nas recolhas de cada ETAR. São enviados directamente para quem tem a gestão das ETAR's, ficheiros individuais em formato PDF, que acabam impressos e arquivados na pasta respectiva da ETAR.

Importa realçar, que uma vez mais existem arquivos e documentos duplicados, independentemente disso, o chefe de divisão por exemplo tem que se deslocar a uma secção específica ou perguntar a alguém se quiser obter informação relativa a uma ETAR. Mais, para se perceber um historial da troca de correspondência entre instituições, é necessário analisar documento a documento, desfolhando um arquivo, o que nem sempre é prático e eficiente.

Os resultados das análises enviados pelo CESAB são ainda registados pela pessoa que tem a gestão das ETAR's, individualmente por ETAR, num ficheiro EXCEL. Isto permite-lhe ter uma perspectiva dos resultados, no entanto apenas ela tem acesso a esse ficheiro. No caso de existir uma dúvida relativamente a um lançamento, a dúvida só pode ser tirada consultando no arquivo o documento original enviado pelo CESAB.

### **2.3 Deslocação dos técnicos**

As ETAR's têm necessidade de serem regularmente inspeccionadas, nomeadamente para verificar o seu correcto funcionamento, detectar anomalias, avarias de material e proceder a operações de limpezas. Existem técnicos para esse efeito que se deslocam várias vezes à mesma ETAR por semana no sentido de garantir o seu bom funcionamento.

As idas são programadas pela pessoa que faz a gestão das ETAR's que emite em papel um documento que contém as deslocações de cada técnico e que possibilita que este registe a actividade efectuada, as anomalias encontradas e as reparações que efectuou. Quem gere as ETAR's, fica ainda com uma cópia para saber por onde andam os técnicos.

Os documentos originais, acabam no final por retornar à pessoa que inicialmente os emitiu, devidamente preenchidos com as actividades realizadas pelos técnicos, substituindo a cópia inicialmente tirada.

Implica que haja duas cópias do documento e deslocação à secção para saber por onde andam os técnicos. Em caso de alteração nas deslocações a efectuar por um técnico, essa alteração tem que ser feita em duas folhas. Nem sempre é fácil, prático e os papeis chegam muitas vezes enrodilhados e sujos.

Os trajectos programados entre as várias ETAR's poderão ainda não ser os mais eficientes uma vez que não existe nenhuma regra nem optimização para tal. Os técnicos têm o serviço programado para o dia e acabam por fazê-lo sem regra de percurso.

## **3. Funcionalidades da Aplicação**

Os estudos e investigações iniciais realizadas foram de natureza diversa, mas sempre com o mesmo intuito, ou seja, adquirir uma base sólida para o arranque do projecto, tal como sucedeu com o levantamento do fluxo de documentos.

Dando continuidade a este trabalho e com base no anteriormente descrito, neste capítulo serão identificadas as funcionalidades da aplicação, apresentando a sua arquitectura, decisões operacionais e organizacionais, bem como a ligação entre as actividades e tarefas a realizar, com vista à futura implementação.

### **3.1 Análise de requisitos e necessidades**

Da análise efectuada em cooperação com os colaboradores intervenientes no processo de gestão de ETAR's, identificaram-se os seguintes requisitos e necessidades:

- Gerir utilizadores, os quais, mediante um determinado tipo poderão realizar determinadas operações e tarefas no sistema (semelhante ao sistema de perfis). Com vários utilizadores, podem atribuir-se tarefas distintas e disponibilizar a informação a quem necessita dela.
- Permitir a gestão de rios, tratamentos e freguesias, dados terminais (resultados objectivos), necessários para implementar a inserção das ETAR's.

- Permitir a Gestão das ETAR's, bem como das listagens que lhes estão associadas.
- Permitir a gestão das Licenças associadas a cada ETAR e que definem as suas condições de licenciamento, dados necessários para posteriormente aferir as análises recolhidas. Emissão de listagens variadas associadas às licenças. Responder ainda a possibilidade de rapidamente saber quando caduca uma licença.
- Permitir a gestão das análises recolhidas (normalmente poderão recolhem-se análises à entrada do caudal da ETAR e à saída do mesmo caudal) e disponibilizar visualmente dados comparativos com os dados de licenciamento e essas recolhas, permitindo assim aferir se o tratamento aplicado por cada ETAR está dentro dos parâmetros de licenciamento (VLE).
- Permitir a gestão de toda a correspondência recebida e enviada e a sua respectiva visualização, otimizando a visualização da correspondência relativa a cada ETAR (correspondência recebida, início de licenciamento, renovações de licenças e análises recebidas pelas às entidades competentes).
- Desmaterialização de papel - todos os documentos associados a estes processos, passaram a ficar registados sob forma digital (formato PDF), facilitando assim a sua visualização, disponibilizando-os de uma forma muito mais eficiente e abolindo por completo o papel.
- Possibilitar o cálculo otimizado de rotas entre várias ETAR's para otimizar as deslocações de cada técnico.
- Possibilitar o registo num equipamento móvel das tarefas efectuadas em cada ETAR por cada técnico, para posteriormente guardar essa informação na base de dados central.

## **3.2 Identificação e recolha de elementos**

A identificação e recolha de elementos realizou-se com a participação da colaboradora Eng<sup>a</sup> Cecília Costa, responsável pelos processos envolvidos na gestão das ETAR's da Autarquia de

Tondela. Era necessário identificar e desenhar de forma clara como cada processo estava a ser implementado para depois o redesenhar e implementar informaticamente.

Era necessário ter uma clara ideia de todo o funcionamento da gestão das ETAR's. Nomeadamente como eram processadas as recolhas das análises, que entidade as analisava e devolvia os resultados e a importância que tinham as condições de licenciamento em vigor na data da recolha. Quais eram os dados que a aplicação deveria retornar para se tornar numa clara mais-valia para o seu utilizador e para quem necessita de decidir e avaliar sobre cada ETAR. Que documentos existiam que se poderiam digitalizar tornando assim a aplicação mais eficiente em termos de visualização da documentação existente e procedendo-se simultaneamente à desmaterialização do papel.

### 3.3 Identificação dos actores

Um actor representa uma entidade externa que interage com o sistema. Para a situação da aplicação a criar, foram identificados os seguintes actores:

- Administrador: Interveniente que apenas irá inserir novos utilizadores do sistema dando-lhes as respectivas permissões e acesso.
- Gestor: Interveniente que irá gerir os dados das ETAR's e dos tipos de tratamentos aplicados, inserir e gerir no sistema licenças e respectivas condições, proceder à introdução e gestão das análises para cada ETAR.
- Administrativo: Interveniente que efectua gestão e lançamento dos ofícios no sistema procedendo à sua digitalização e respectivo *upload*.
- Chefe de divisão: Interveniente que efectua consultas de ETAR's, licenças, análises e ofícios.
- Técnico: Interveniente que se desloca às ETAR's para operações de vigilância, manutenção e reparações.

### 3.4 Identificação dos casos de uso

Assim, para cada um dos actores, procedeu-se à identificação dos *Uses Cases* em que estes interagem com o sistema.

ACTOR	USE CASES
<b>ADMINISTRADOR</b>	Controlo de acesso
	Gestão de utilizadores
<b>GESTOR</b>	Controlo de acesso
	Gestão de tratamentos
	Gestão de ETAR's
	Gestão de licenças
	Gestão de análises e recolhas
	Obtenção de listagens
	Consulta dos dados recolhidos pelos técnicos
	Criação de rotas optimizadas entre ETAR's
<b>ADMINISTRATIVO</b>	Controlo de acesso
	Gestão de ofícios
	Consulta ofícios
<b>CHEFE DE DIVISÃO</b>	Controlo de acesso
	Consulta todos os dados
<b>TÉCNICO</b>	Registo das tarefas realizadas e anomalias detectadas

De uma forma gráfica representa-se na figura da página seguinte os casos de uso para cada um dos actores.

### 3 - Funcionalidades da Aplicação

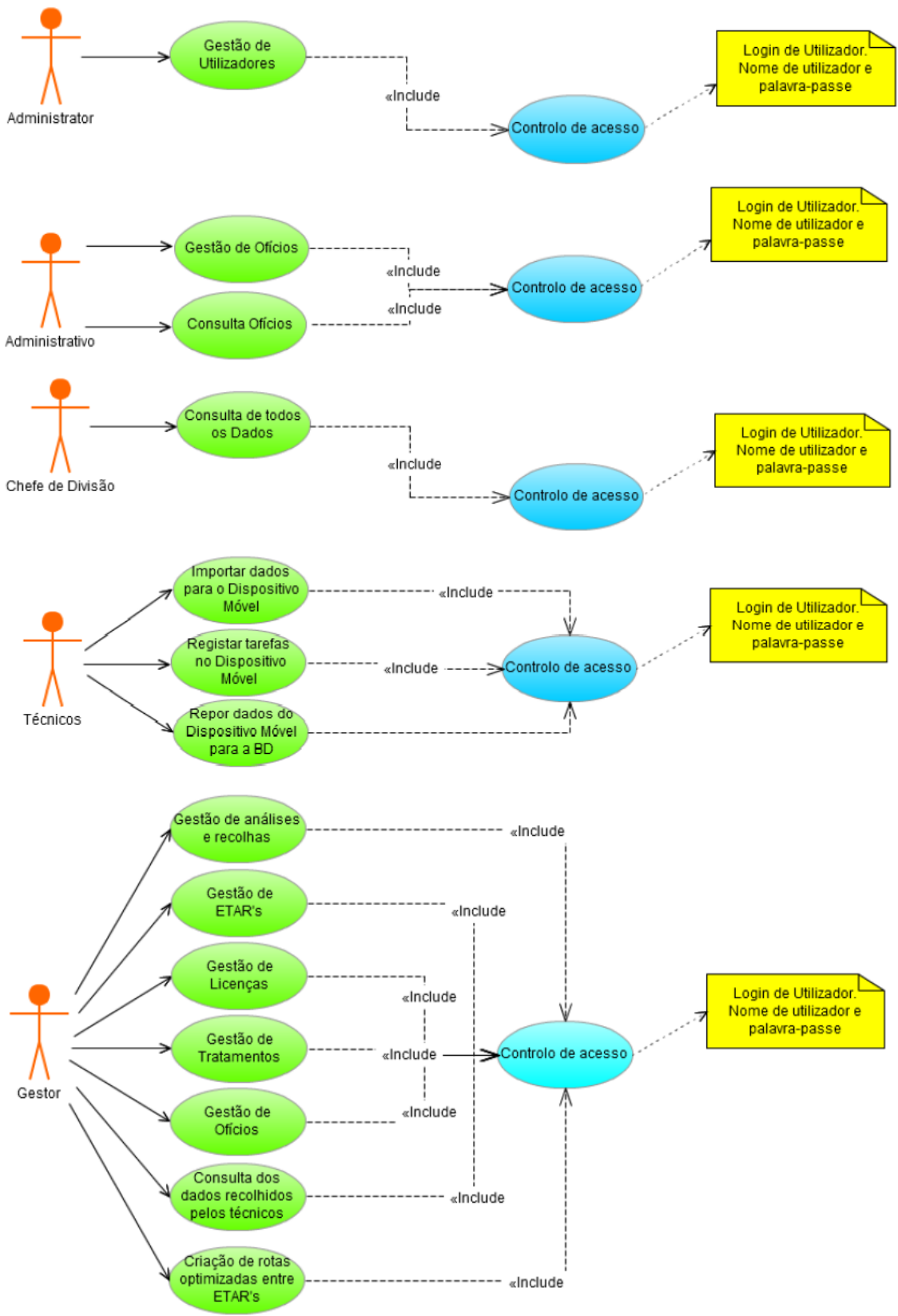


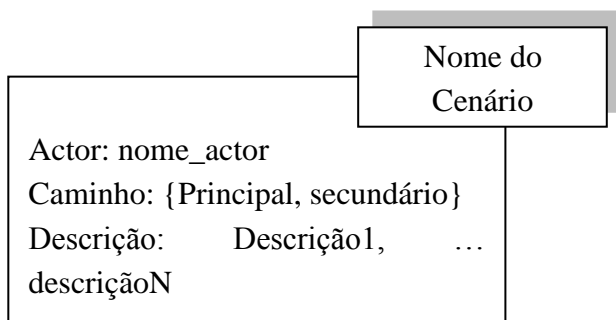
Figura 2 - Casos de uso para cada actor

### 3.5 Identificação cenários

Um cenário é uma sequência de acções que ilustram um comportamento do sistema, é uma instância de um *use case*, uma actividade, tarefa ou requisito. Existem dois tipos de cenários:

O cenário principal, que descreve a situação quando tudo corre bem (*happy day scenario*). O alternativo ou secundário, que permite uma sequência diferente de eventos em relação ao cenário principal, nomeadamente para quando se pensa que algo poderá correr mal no cenário principal.

Para cada um dos actores os cenários foram tomados com base nos *Uses Cases* identificados. Quando parte do cenário é repetido criou-se a seguinte sintaxe para a sua identificação:



Em que:

[**Actor**] corresponde ao nome do actor;

[**Nome do Cenário**] corresponde ao nome do cenário do actor [Actor];

[**Caminho**] corresponde ao caminho {principal, secundário};

[**Descrição1, ... descriçãoN**] corresponde aos pontos de descrição que os actores têm em comum. Quando não indicados, significa que as descrições são iguais em ambos os actores.

### 3.5.1 Administrador

#### Controlo de acesso

<b>Controlo de acesso (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condição</b>	O utilizador é válido no sistema.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso começa quando o sistema solicita os dados ao utilizador (nome de utilizador e palavra-passe).</li> <li>2. O sistema confirma os dados do utilizador e mostra a mensagem de boas vindas ao sistema, ficando activa a opção de sair do sistema (<i>Logout</i>).</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O utilizador poderá efectuar as opções a que têm acesso (mediante o seu perfil).

<b>Controlo de acesso (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condição</b>	O utilizador é válido no sistema.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso começa quando o sistema solicita os dados ao utilizador (nome de utilizador e palavra-passe).</li> <li>2. O sistema não reconhece os dados do utilizador e mostra a mensagem: “Login ou password errado. Por favor tente novamente!”.</li> <li>3. O sistema pede novamente a inserção dos dados de acesso.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O utilizador não tem acesso à aplicação.

#### Gestão de utilizadores

<b>Inserção de um utilizador (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O utilizador é válido no sistema;</li> <li>- O administrador selecciona a opção utilizadores.</li> </ul>
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o administrador selecciona a opção utilizadores;</li> <li>2. A operação começa listando todos os utilizadores válidos no sistema, a listagem está devidamente paginada, disponibilizando 20 registos por cada página. Permite ainda filtrar os utilizadores pela letra inicial do seu nome ou ordená-los alfabeticamente de modo ascendente ou descendente;</li> <li>3. O Administrador procede á inserção clicando num ícone disponibilizado para o efeito;</li> <li>4. O Administrador preenche os campos relativos ao novo utilizador. Indica ainda o seu tipo para definir o seu perfil no sistema.</li> <li>5. O Administrador confirma a inserção através do botão “Inserir”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O utilizador inserido poderá aceder ao sistema.

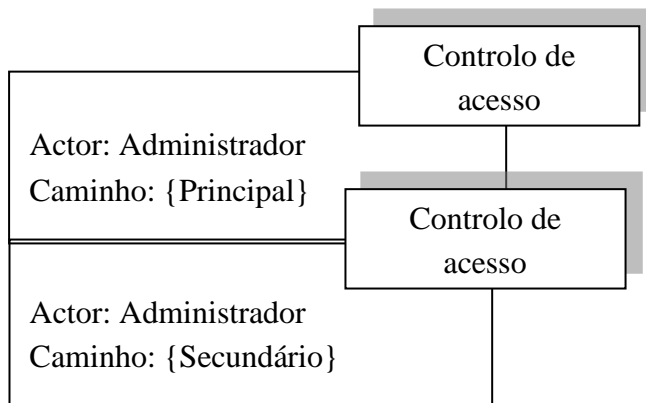
<b>Inserção de um utilizador (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O administrador selecciona a opção utilizadores.
<b>Descrição</b>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Actor: Administrador Caminho: {Principal} Descrição: 1, 2, 3, 4</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Inserção de um utilizador</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>O Administrador pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a inserção do novo utilizador.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O utilizador não ficará registado no sistema.

<b>Alteração de dados de um utilizador (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O Administrador selecciona a opção utilizadores.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>O caso de uso inicia-se quando o administrador selecciona a opção utilizadores;</li> <li>A operação começa por listar todos os utilizadores válidos no sistema, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela;</li> <li>O Administrador clica num ícone disponibilizado para o efeito junto ao nome de cada utilizador na listagem para aceder ao formulário de alteração.</li> <li>O Administrador altera os campos pretendidos.</li> <li>O Administrador confirma a alteração através do botão “Guardar”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados do utilizador serão alterados.

<b>Alteração de dados de um utilizador (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O administrador selecciona a opção utilizadores.
<b>Descrição</b>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Actor: Administrador Caminho: {Principal} Descrição: 1, 2, 3, 4</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>Alteração de dados de um utilizador</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>O Administrador pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a alteração de dados do utilizador.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados do utilizador não serão alterados.

### 3.5.2 Gestor

#### Controlo de acesso



#### Gestão de tratamentos

<b>Inserção de tratamentos (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Tratamentos”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Tabelas”, subopção “Tratamentos”;</li> <li>2. A operação começa por listar todos os tratamentos, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela;</li> <li>3. O Gestor clica num ícone disponibilizado para o efeito junto ao nome de cada tratamento na listagem para aceder ao formulário de alteração.</li> <li>4. O Gestor altera os campos pretendidos.</li> <li>5. O Gestor confirma a altera através do botão “Inserir”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O novo tratamento será acrescentado ao sistema

<b>Inserção de tratamentos (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Tratamentos”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> <pre>                     usecaseDiagram                         actor Gestor as Actor: Gestor                         usecase UC as Inserção de tratamentos                         Gestor -- UC : {Principal}                         Gestor -- UC : Descrição: 1, 2, 3, 4                     </pre> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a inserção de um tratamento.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O tratamento não será acrescentado ao sistema

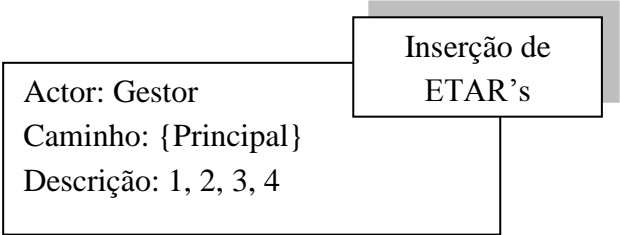
<b>Alteração dos dados de tratamentos (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Tratamentos”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Tabelas”, subopção “Tratamentos”;</li> <li>2. A operação começa por listar todos os tratamentos, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela;</li> <li>3. O Gestor clica num ícone disponibilizado para o efeito junto ao nome do tratamento na listagem para aceder ao formulário de alteração.</li> <li>4. O Gestor altera os campos pretendidos.</li> <li>5. O Gestor confirma a alteração através do botão “Guardar”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados dos tratamentos serão alterados.

<b>Alteração dos dados de tratamentos (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Tratamentos”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     Actor[Actor: Gestor] --- UC[Alteração dos dados de tratamentos]     UC --- Path["Caminho: {Principal}"]     UC --- Desc["Descrição: 1, 2, 3, 4"] </pre> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a alteração de dados do tratamento.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados do tratamento não serão alterados.

A gestão dos dados relativos aos rios e freguesias tem por base os *Use Case* apresentados anteriormente para a Gestão de tratamentos.

**Gestão de ETAR's**

<b>Inserção de ETAR's (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção "Etar".
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção "Etar", subopção "Etar";</li> <li>2. A operação começa por listar todas as ETAR's, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela;</li> <li>3. O Gestor procede á inserção clicando num ícone disponibilizado para o efeito.</li> <li>4. O Gestor preenche os campos relativos à nova ETAR.</li> <li>5. O Gestor confirma a inserção através do botão "Inserir".</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	A nova ETAR será acrescentada ao sistema

<b>Inserção de ETAR's (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção "Etar".
<b>Descrição</b>	 <p>1. O Gestor pode clicar num botão "Voltar" para cancelar a inserção da ETAR.</p>
<b>Pós-condição</b>	A ETAR não será acrescentada ao sistema

<b>Alteração de dados de ETAR's (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção "Etar".
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção "Etar", subopção "Etar";</li> <li>2. A operação começa por listar todas as ETAR's, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela;</li> <li>3. O Gestor clica num ícone disponibilizado para o efeito junto ao nome de cada ETAR na listagem para aceder ao formulário de alteração.</li> <li>4. O Gestor altera os campos pretendidos.</li> <li>5. O Gestor confirma a alteração através do botão "Guardar".</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados da ETAR serão alterados.

<b>Alteração de dados de ETAR's (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Etar”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> <p>Actor: Gestor Caminho: {Principal} Descrição: 1, 2, 3, 4</p> <p>Alteração dos dados de ETAR's</p> </div> <p>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a alteração de dados da ETAR.</p>
<b>Pós-condição</b>	Os dados da ETAR não serão alterados.

### Gestão de Licenças

<b>Inserção de Licenças (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Licenças”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Etar”, subopção “Licenças”;</li> <li>2. A operação começa por listar todas as licenças, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Junto ao nome de cada Etar existe um ícone que permite a visualização do respectivo ficheiro PDF com a licença;</li> <li>3. O Gestor procede á inserção clicando num ícone disponibilizado para o efeito;</li> <li>4. O gestor procede ao <i>upload</i> do ficheiro PDF com a licença digitalizada;</li> <li>5. O Gestor preenche os campos relativos à nova licença;</li> <li>6. O Gestor confirma a inserção através do botão “Inserir”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	A nova licença será acrescentada ao sistema

<b>Inserção de Licenças (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Licenças”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a inserção da licença.</p>
<b>Pós-condição</b>	A licença não será acrescentada ao sistema

<b>Alteração de dados de Licenças (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Licenças”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Etar”, subopção “Licenças”;</li> <li>2. A operação começa por listar todas as licenças, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Junto ao nome de cada Etar existe um ícone que permite a visualização do respectivo ficheiro PDF com a licença;</li> <li>3. O Gestor clica num ícone disponibilizado para o efeito junto ao nome de cada nome da ETAR na listagem para aceder ao formulário de alteração.</li> <li>4. O Gestor altera os campos pretendidos.</li> <li>5. O Gestor confirma a alteração através do botão “Guardar”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados da licença serão alterados.

<b>Alteração de dados de Licenças (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Licenças”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a alteração de dados da licença.</p>
<b>Pós-condição</b>	Os dados da licença não serão alterados.

**Gestão de análises**

<b>Inserção de análises (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Análises”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Análises”, subopção “Gerir”;</li> <li>2. A operação começa por listar todas as análises, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Junto ao nome de cada Etar existem dois ícones que permitem, respectivamente a visualização dos ficheiros PDF das análises de entrada e saída;</li> <li>3. O Gestor selecciona a ETAR que irá receber as análises recolhidas;</li> <li>4. O Gestor procede á inserção clicando num ícone disponibilizado para o efeito;</li> <li>5. O gestor procede ao upload dos ficheiros PDF que contêm as análises (digitalizadas) recolhidas à entrada e à saída da ETAR;</li> <li>6. O Gestor preenche os campos relativos às análises;</li> <li>7. O Gestor confirma a inserção através do botão “Inserir”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados das novas análises serão acrescentados ao sistema.

<b>Inserção de análises (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Análises”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     Actor[Actor: Gestor] --- UC[Inserção de análises]     subgraph UC_Box [ ]         direction TB         UC_Path[Caminho: {Principal}]         UC_Desc[Descrição: 1, 2, 3, 4, 5, 6]     end     UC --- UC_Box             </pre> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a inserção das análises.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados das novas análises não serão acrescentados ao sistema.

<b>Alteração de dados de análises (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Análises”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Análises”, subopção “Gerir”;</li> <li>2. A operação começa por listar todas as análises, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Junto ao nome de cada ETAR existem dois ícones que permitem, respectivamente a visualização dos ficheiros PDF das análises de entrada e saída;</li> <li>3. O Gestor clica num ícone disponibilizado para o efeito junto ao nome de cada nome da ETAR na listagem para aceder ao formulário de alteração.</li> <li>4. O Gestor altera os campos pretendidos.</li> <li>5. O Gestor confirma a alteração através do botão “Guardar”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados da análise serão alterados.

<b>Alteração de dados de análises (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Análises”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> <pre> graph LR     Actor[Actor: Gestor Caminho: {Principal} Descrição: 1, 2, 3, 4] --- UC[Alteração dos dados de análises]                     </pre> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a alteração de dados da análise.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados da análise não serão alterados.

### Consulta de listagens

<b>Obtenção de consulta/listagens de ofícios (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “ofícios”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “ofícios”.</li> <li>2. A operação começa por listar todos os ofícios, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Permite ainda filtrar os ofícios por ETAR, por tipo e ano de correspondência, possibilitando ainda visualizar os últimos “x” ofícios. Junto ao nome de cada ofício existe um ícone que permite a visualização do ficheiro PDF do ofício enviado;</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

<b>Obtenção de consulta/listagens de rios (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “tabelas”, subopção “rios”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “rios”.</li> <li>2. A operação começa por listar todos os rios, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

<b>Obtenção de consulta/listagens de freguesias (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “tabelas”, subopção “freguesias”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “freguesias”.</li> <li>2. A operação começa por listar todas as freguesias, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

<b>Obtenção de consulta/listagens de resultados de análises (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “análises”, subopção “listagem de análises por ETAR”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “listagem de análises por ETAR”.</li> <li>2. A operação começa por listar todas as análises recolhidas, a listagem está devidamente paginada, disponibilizando 20 registos por cada página. Permite ainda filtrar as análises recolhidas por ETAR, por ano de recolha, possibilitando ainda visualizar as últimas “x” análises. As informações disponibilizadas nesta listagem permitem uma comparação visual entre as análises e os dados da licença, salientando os valores fora dos padrões indicados por cada licença.</li> <li>3. Junto ao nome de cada ETAR existe um ícone que permite a consulta dos dados das análises recolhidas à entrada e saída das ETAR’s, comparando-os directamente com os dados da licença ao qual estão associados. Os valores que saem fora dos padrões definidos pela licença são indicados a cor vermelha;</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

Uma vez que as listagens seguintes são semelhantes e variam apenas pelos filtros de informação aplicados a cada uma delas, iremos definir o conjunto abaixo para especificar

### 3 - Funcionalidades da Aplicação

cada uma das quatro listagens que partilham uma natureza comum, mas variam em termos de objecto de listagem (X).

X = {Início de exploração, freguesias, rios, habitantes}

<b>Obtenção de consulta/listagens X (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Etar”, subopção “Listagens”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona uma das opções da subopção “Listagens”.</li> <li>2. A operação começa por listar todas as ETAR’s, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

X = {x1=Totalidade das licenças, x2=licenças válidas, x3=licenças caducadas, x4=ETAR’s sem licenças, x5=ETAR’s em transgressão (que estão simultaneamente caducadas e sem licença)}

<b>Obtenção de consulta/listagens X (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Etar”, subopção “Listagens de licenças”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona uma das opções da subopção “Listagens de licenças”.</li> <li>2. A operação começa por listar todas as licenças, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	<p>x2=licenças válidas – Para além da listagem das licenças válidas, indica ainda em que data foi enviado o ofício de revalidação da licença.</p> <p>x3=licenças caducadas - Para além da listagem das licenças caducadas, indica ainda em que data foi enviado o ofício de revalidação da licença.</p> <p>x4=ETAR’s sem licenças - Para além da listagem das ETAR’s sem licença, indica ainda em que data foi enviado o ofício de início de licenciamento.</p> <p>x5=ETAR’s em transgressão - Para além da listagem das ETAR’s sem licença ou com licença caducada, indica ainda em que data foi enviado o ofício de licenciamento ou o ofício de revalidação da licença.</p>

### Inserir distâncias

Inserir distancias em km's entre diversas ETAR's (Cenário principal)	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Distâncias”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Distâncias”.</li> <li>2. O gestor seleccionar duas ETAR's e insere a distância em km's entre cada uma.</li> <li>3. O gestor procede à gravação dos dados pressionando um botão para o efeito.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	A distância entre ETAR's será acrescentada ao sistema

Inserir distâncias em km's entre diversas ETAR's (Cenário secundário)	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O Administrativo selecciona a opção “Distâncias”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a inserção da distância.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	A distância entre ETAR's não será acrescentada ao sistema

### Cálculo de Rotas

Calcular rotas optimizadas entre diversas ETAR's (Cenário principal)	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Rotas”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Rotas”.</li> <li>2. O Gestor selecciona através de “Check-box” as várias ETAR's.</li> <li>3. Após ter validado a sua selecção, o gestor preenche, em caixas de textos, parâmetros de afinação para a criação de rotas.</li> <li>4. A sua escolha é validade depois de pressionar um botão que irá criar uma rota optimizada.</li> <li>5. O resultado final é disponibilizado no <i>Google Maps</i>, evidenciando os pontos correspondentes a cada ETAR.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

<b>Calcular rotas optimizadas entre diversas ETAR's (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O Administrativo selecciona a opção "Distâncias".
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>1. O Gestor pode clicar num botão "Voltar" para cancelar a criação da rota optimizada.</p>
<b>Pós-condição</b>	A rota optimizada não será gerada.

### Marcar registos para o dispositivo móvel importar

<b>Pré-selecção de registos a serem importados para o dispositivo móvel (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção "Marcar Registos".
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção "Marcar Registos".</li> <li>2. O gestor selecciona o técnico que irá importar e deslocar-se às ETAR's.</li> <li>3. De seguida surgem linha a linha as ETAR's disponíveis e que ainda não foram marcadas. Junta a cada uma existe um ícone, que depois de pressionado, faz desaparecer a ETAR da listagem e a marca para ser importada pelo técnico inicialmente seleccionado.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O registo será marcado

<b>Pré-selecção de registos a serem importados para o dispositivo móvel (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção "Marcar Registos".
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção "Marcar Registos".</li> <li>2. O gestor selecciona o técnico que irá importar e deslocar-se às ETAR's.</li> <li>3. O gestor tem a possibilidade de aplicar filtros e marcar todos os registos visíveis, para futuramente serem importados pelo técnico inicialmente seleccionado.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Todos os registos serão marcados.

<b>Pré-selecção de registos a serem importados para o dispositivo móvel (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Marcar Registos”.
<b>Descrição</b>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>1. O Gestor pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a marcação de registos</p>
<b>Pós-condição</b>	Nenhum registo será marcado.

### 3.5.3 Técnico

#### Importar dados para o equipamento móvel

<b>Importação de dados para o dispositivo móvel (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O técnico selecciona a opção “Importar”. - Existirem registos para serem importados.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o técnico selecciona a opção “Importar”.</li> <li>2. O Técnico deve validar-se com as suas credenciais no dispositivo móvel.</li> <li>3. A operação, importa da base de dados central para a do dispositivo móvel, via web, todos os registos previamente seleccionados pelo gestor da aplicação para o técnico em causa.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	- Os registos serão importados para o equipamento móvel

#### Registrar informação

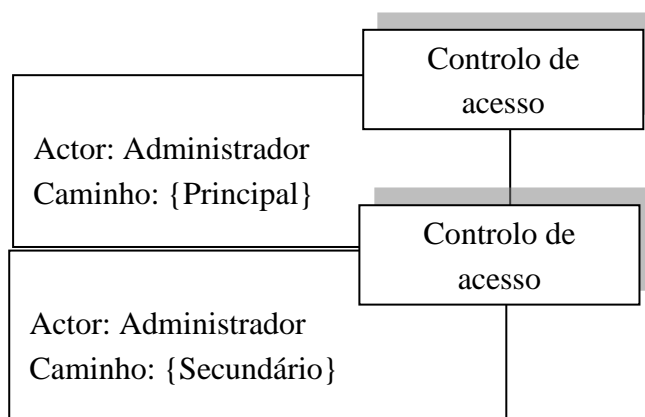
<b>Actualização de dados no dispositivo móvel (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O técnico selecciona a opção “Registrar”. - Existirem registos para serem actualizados.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o técnico selecciona a opção “Registrar”.</li> <li>2. O técnico tem à sua disposição uma barra de navegação para navegar pelos vários registos existentes e um botão próprios para guardar as alterações efectuadas em cada registo.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	- Os registos serão actualizados

### Exportar dados do dispositivo móvel para a BD da aplicação web

Exportação de dados do dispositivo móvel (Cenário principal)	
<b>Pré-condições</b>	- O técnico selecciona a opção “Exportar”. - Existirem registos para serem exportados.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o técnico selecciona a opção “Exportar”.</li> <li>2. O Técnico deve validar-se com as suas credenciais no dispositivo móvel.</li> <li>3. A operação, exporta da base do dispositivo móvel para a dados central, via <i>web</i>, todos os registos existentes no dispositivo.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	- Os registos são eliminados do dispositivo móvel e sincronizados na BD da aplicação web.

### 3.5.4 Administrativo

#### Controlo de acesso



#### Gestão de ofícios

Inserção de ofícios (Cenário principal)	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O Administrativo selecciona a opção “Ofícios”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se se for seleccionada a opção “Ofícios”;</li> <li>2. A operação começa listando todas os ofícios, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Junto ao nome de cada ofício existe um ícone que permite a visualização do respectivo ficheiro PDF com o ofício digitalizado;</li> <li>3. O Administrativo procede á inserção clicando num ícone disponibilizado para o efeito;</li> <li>4. O Administrativo procede ao <i>upload</i> do ficheiro PDF com o ofício digitalizado;</li> <li>5. O Administrativo preenche os campos relativos ao novo ofício e confirma a inserção através do botão “Inserir”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	O novo ofício será acrescentado ao sistema

<b>Inserção de ofícios (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O Administrativo selecciona a opção “Ofícios”.
<b>Descrição</b>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>Actor: Administrativo Caminho: {Principal} Descrição: 1, 2, 3, 4, 5</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto; text-align: center;"> <p>Inserção de ofícios</p> </div> <p>1. O Administrativo pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a inserção do ofício.</p>
<b>Pós-condição</b>	O ofício não será acrescentado ao sistema

<b>Alteração de dados de ofícios (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O gestor selecciona a opção “Ofícios”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona a opção “Ofícios”;</li> <li>2. A operação começa listando todas os ofícios, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Junto ao nome de cada ofício existe um ícone que permite a visualização do respectivo ficheiro PDF com o ofício digitalizado;</li> <li>3. O Administrativo clica num ícone disponibilizado para o efeito junto ao nome de cada nome da ETAR na listagem para aceder ao formulário de alteração.</li> <li>4. O Administrativo altera os campos pretendidos.</li> <li>5. O Administrativo confirma a alteração através do botão “Guardar”.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	Os dados do ofício serão alterados.

<b>Alteração de dados de ofícios (Cenário secundário)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O Administrativo selecciona a opção “Ofícios”.
<b>Descrição</b>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>Actor: Administrativo Caminho: {Principal} Descrição: 1, 2, 3, 4</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto; text-align: center;"> <p>Alteração dos dados de ofício</p> </div> <p>1. O Administrativo pode clicar num botão “Voltar” para cancelar a alteração de dados do ofício.</p>
<b>Pós-condição</b>	Os dados do ofício não serão alterados.

### Consulta de listagens

Uma vez que as listagens seguintes são semelhantes e variam apenas pelos filtros de informação aplicados a cada uma delas, iremos definir o conjunto abaixo para especificar cada uma das quatro listagens que partilham uma natureza comum, mas variam em termos de objecto de listagem (X).

X = {Início de exploração, freguesias, rios, habitantes}

<b>Obtenção de consulta/listagens X (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O administrativo selecciona a opção “Etar”, subopção “Listagens”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona uma das opções da subopção “Listagens”.</li> <li>2. A operação começa por listar todas as ETAR’s, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

X = {x1=Totalidade das licenças, x2=licenças válidas, x3=licenças caducadas, x4=ETAR’s sem licenças, x5=ETAR’s em transgressão (que estão simultaneamente caducadas e sem licença)}

<b>Obtenção de consulta/listagens X (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O administrativo selecciona a opção “Etar”, subopção “Listagens de licenças”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o gestor selecciona uma das opções da subopção “Listagens de licenças”.</li> <li>2. A operação começa por listar todas as licenças, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	<p>x2=licenças válidas – Para além da listagem das licenças válidas, indica ainda em que data foi enviado o ofício de revalidação da licença.</p> <p>x3=licenças caducadas - Para além da listagem das licenças caducadas, indica ainda em que data foi enviado o ofício de revalidação da licença.</p> <p>x4=ETAR’s sem licenças - Para além da listagem das ETAR’s sem licença, indica ainda em que data foi enviado o ofício de início de licenciamento.</p> <p>x5=ETAR’s em transgressão - Para além da listagem das ETAR’s sem licença ou com licença caducada, indica ainda em que data foi enviado o ofício de licenciamento ou o ofício de revalidação da licença.</p>

### 3.5.5 Chefe de divisão

#### Controlo de acesso

Actor: Administrador Caminho: {Principal}
--

#### Consulta de listagens

<b>Obtenção de consulta/listagens de ofícios (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O chefe de divisão selecciona a opção “ofícios”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o chefe de divisão selecciona a opção “ofícios”.</li> <li>2. A operação começa por listar todos os ofícios, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela. Junto ao nome de cada ofício existe um ícone que permite a visualização do ficheiro PDF do ofício enviado;</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

<b>Obtenção de consulta/listagens de resultados de análises (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O chefe de divisão selecciona a opção “análises”, subopção “listagem de análises por ETAR”.
<b>Descrição</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O caso de uso inicia-se quando o chefe de divisão selecciona a opção “listagem de análises por ETAR”.</li> <li>2. A operação começa por listar todas as análises recolhidas, a listagem está devidamente paginada, disponibilizando 20 registos por cada página. Permite ainda filtrar as análises recolhidas por ETAR, por ano de recolha, possibilitando ainda visualizar as últimas “x” análises. As informações disponibilizadas nesta listagem permitem uma comparação visual entre as análises e os dados da licença, salientados os valores fora dos padrões indicados por cada licença.</li> <li>3. Junto ao nome de cada ETAR existe um ícone que permite a consulta dos dados das análises recolhidas à entrada e saída das ETAR’s, comparando-os directamente com os dados da licença ao qual estão associados. Os valores que saem fora dos padrões definidos pela licença são indicados a cor vermelha;</li> </ol>
<b>Pós-condição</b>	

### 3 - Funcionalidades da Aplicação

Uma vez que as listagens seguintes são semelhantes e variam apenas pelos filtros de informação aplicados a cada uma delas, iremos definir o conjunto abaixo para especificar cada uma das quatro listagens que partilham uma natureza comum, mas variam em termos de objecto de listagem (X).

X = {Início de exploração, freguesias, rios, habitantes}

<b>Obtenção de consulta/listagens X (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O chefe de divisão selecciona a opção “Etar”, subopção “Listagens”.
<b>Descrição</b>	1. O caso de uso inicia-se quando o chefe de divisão selecciona uma das opções da subopção “Listagens”. 2. A operação começa por listar todas as ETAR’s, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.
<b>Pós-condição</b>	

X = {x1=Totalidade das licenças, x2=licenças válidas, x3=licenças caducadas, x4=ETAR’s sem licenças, x5=ETAR’s em transgressão (que estão simultaneamente caducadas e sem licença)}

<b>Obtenção de consulta/listagens X (Cenário principal)</b>	
<b>Pré-condições</b>	- O utilizador é válido no sistema; - O chefe de divisão selecciona a opção “Etar”, subopção “Listagens de licenças”.
<b>Descrição</b>	1. O caso de uso inicia-se quando o chefe de divisão selecciona uma das opções da subopção “Listagens de licenças”. 2. A operação começa por listar todas as licenças, a listagem está devidamente paginada, permite efectuar ordenação por colunas e pesquisa de texto por toda a tabela.
<b>Pós-condição</b>	x2=licenças válidas – Para além da listagem das licenças válidas, indica ainda em que data foi enviado o ofício de revalidação da licença. x3=licenças caducadas - Para além da listagem das licenças caducadas, indica ainda em que data foi enviado o ofício de revalidação da licença. x4=ETAR’s sem licenças - Para além da listagem das ETAR’s sem licença, indica ainda em que data foi enviado o ofício de início de licenciamento. x5=ETAR’s em transgressão - Para além da listagem das ETAR’s sem licença ou com licença caducada, indica ainda em que data foi enviado o ofício de licenciamento ou o ofício de revalidação da licença.



## 4. Arquitectura

Este capítulo retracta as opções tomadas para montar uma arquitectura funcional que irá acolher as implementações bem como a futura aplicação.

Existem variadíssimas soluções possíveis, mas todas elas devem pelo menos garantir que exista uma rede estruturada para que cada utilizador possa aceder a um servidor (esteja ele dentro da rede ou online, fora dela) onde estarão alojados a aplicação e a respectiva base de dados.

O Servidor deverá forçosamente permitir o acesso de fora da rede para que os utilizadores móveis lhe possam aceder para operações de sincronismo. Isto permite ainda que qualquer outro utilizador, depois de validado, possa aceder à aplicação e aos dados de qualquer sítio. Pode-se observar em pormenor a explicação dada anteriormente pela figura seguinte, onde também se encontram patentes as funções de cada utilizador.

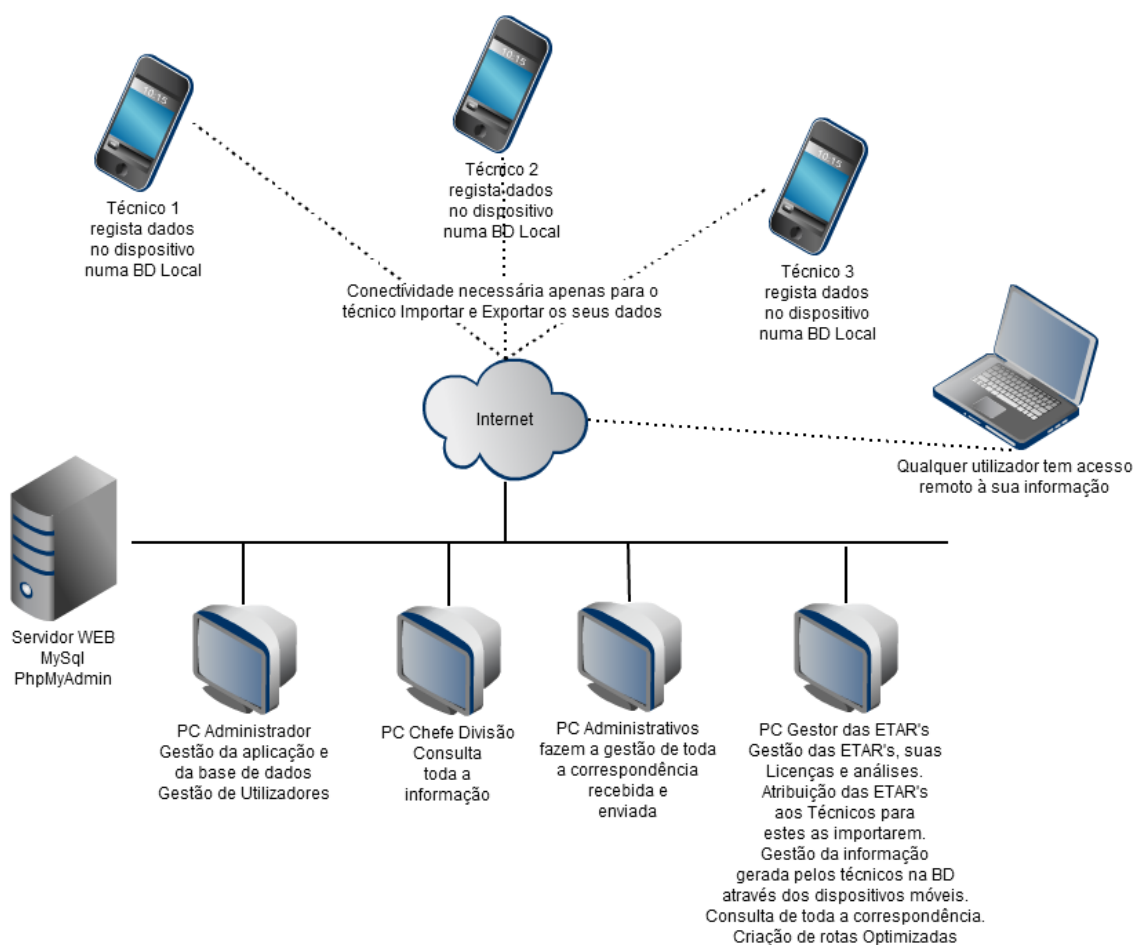


Figura 3 - Arquitectura geral

Será desenvolvida uma aplicação web para registar todas as operações relativas às ETAR's, características, licenciamentos, resultados de análises recolhidas e para preparar devidamente os registos a serem importados pelos dispositivos móveis.

Os dispositivos móveis possuem uma base de dados local onde alojarão os dados importados da base de dados central. Será igualmente desenvolvida uma aplicação local, que servirá para o utilizador actualizar localmente os registos importados. Basicamente necessitam de ligação apenas para fazerem a validação de credenciais, importar e exportar dados. Todo o trabalho será feito localmente, numa base de dados local e numa aplicação desenvolvida especificamente para o efeito para dispositivos *Android*, conforme se pode observar na figura seguinte.

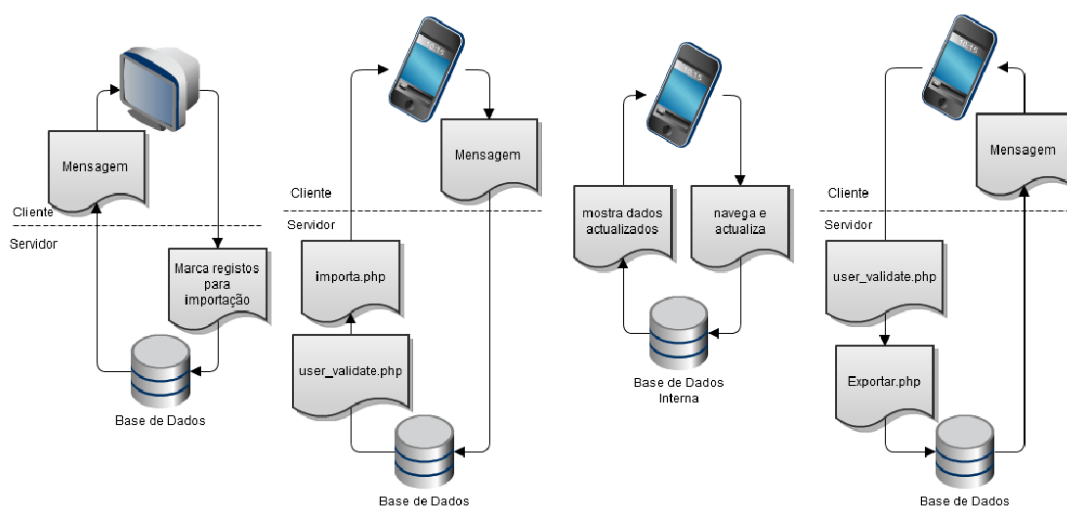


Figura 4 - Arquitectura no dispositivo

Desta forma e porque se trata de dados especificamente do tipo texto, as sincronizações tendem a ser rápidas e a consumir pouca largura de banda. É exigido conexão à rede ao utilizador apenas no início para importar dados e no final para os exportar. É uma situação bastante cómoda porque a sincronização pode ser feita via wireless na empresa, não implicando gastos de comunicação com as operadoras. Evita ainda que o utilizador dependa de existir ou não conexão GPS nas suas deslocações. Embora a cobertura dos operadores seja razoável, em pontos distantes, nalgumas aldeias, é frequente não existir rede móvel.

## 4.1 Servidor

Porque se trata de uma aplicação em fase implementação e de testes, a solução imediata passou por utilizar uma máquina virtual criada no Virtual Oracle VM Virtual Box, um dos vários *softwares* disponíveis.

É uma forma de ter no computador sistemas operativos paralelos sem necessidade de mexer nas partições do disco e usufruir da “virtualização” de sistemas. Desta forma, consegue-se ter outros sistemas operativos dentro de uma janela, tendo acesso a todos os softwares que se necessita. Para além da facilidade de implementação, diminuiu os custos com hardware, facilita a sua gestão, migração e replicação de computadores, aplicações ou sistemas operativos.

É importante realçar que poderá também vir a ser a solução definitiva: a tecnologia encontra-se estável, permite grande disponibilidade e fiabilidade, sendo que se torna mais fácil repor em funcionamento uma máquina virtual do que uma máquina física, isto claro, se existirem *backups* dos dados.

Segundo Laureano (2006), a virtualização é uma mudança de paradigma, muda o modo de pensar em relação aos recursos, deixa-se de estar limitado a executar apenas um sistema operativo num servidor ou workstation de baixa utilização. É possível consolidar vários sistemas operativos e aplicativos em servidores poderosos, o que propicia a simplificação do *data center*, uso mais eficiente, redução de custos e mais segurança nas empresas.

A técnica de virtualização é cada vez mais usada na tecnologia de informação; grande número de empresas procuram soluções de gestão de ambientes virtualizados devido à estabilidade da solução, disponibilidade dos dados e redução dos custos associados.

### **4.2 Sistema operativo e aplicativos**

Instalou-se o Windows 7 na máquina virtual referida anteriormente. Embora seja uma solução que requer a aquisição deste sistema operativo, é no entanto uma solução de gestão mais fácil por parte de quem terá que gerir o sistema. Poderia usar-se uma solução open source, como o *Ubuntu*, mas o sistema não seria tão intuitivo de gerir. Além de que com uma solução Windows a funcionar como servidor Web, para além de permitir uma fácil integração com páginas PHP, existe ainda a possibilidade de disponibilizar aplicações ASP.

Para disponibilizar um servidor web é necessário, depois de instalar a versão do Windows, activar os Serviços de Informação Internet (IIS). A imagem seguinte mostra as opções que foram activadas nas funcionalidades do Windows.

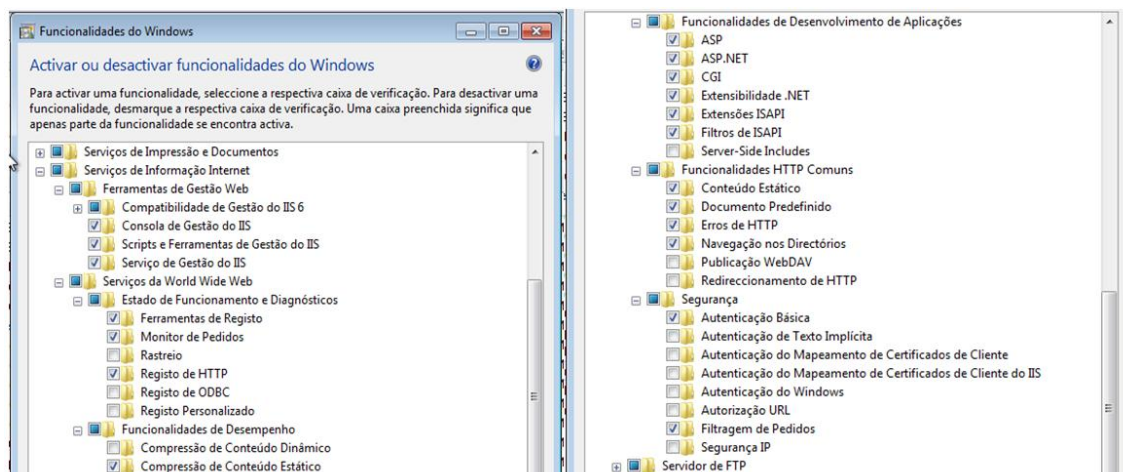


Figura 5 - Opções do IIS

O site será composto por páginas PHP o que possibilita a criação de código. Como tal e para possibilitar o seu funcionamento, procedeu-se à instalação do PHP Manager 1.2 for IIS 7. É uma extensão do IIS que centraliza toda configuração num único sítio e possibilita a gestão de vários sites em PHP. Foi desenvolvido para ser uma ferramenta capaz de gerir uma ou muitas instalações PHP em servidores com IIS.

Recorreu-se à instalação do *MySQL Installer 5.5.21* para possibilitar alojar a base de dados no servidor criado. Este aplicativo simplifica radicalmente o processo de instalação em plataformas Windows.

Escolheu-se por ser também uma versão livre para *download* de uma das bases de dados mais populares do mundo *open source*, é também apoiado por uma comunidade activa de programadores que desenvolvem código aberto.

Depois de activadas as opções e de instalados o PHP Manager e o *MySQL Installer*, em programas e funcionalidades, deverão surgir instaladas as aplicações constantes na imagem da figura seguinte.

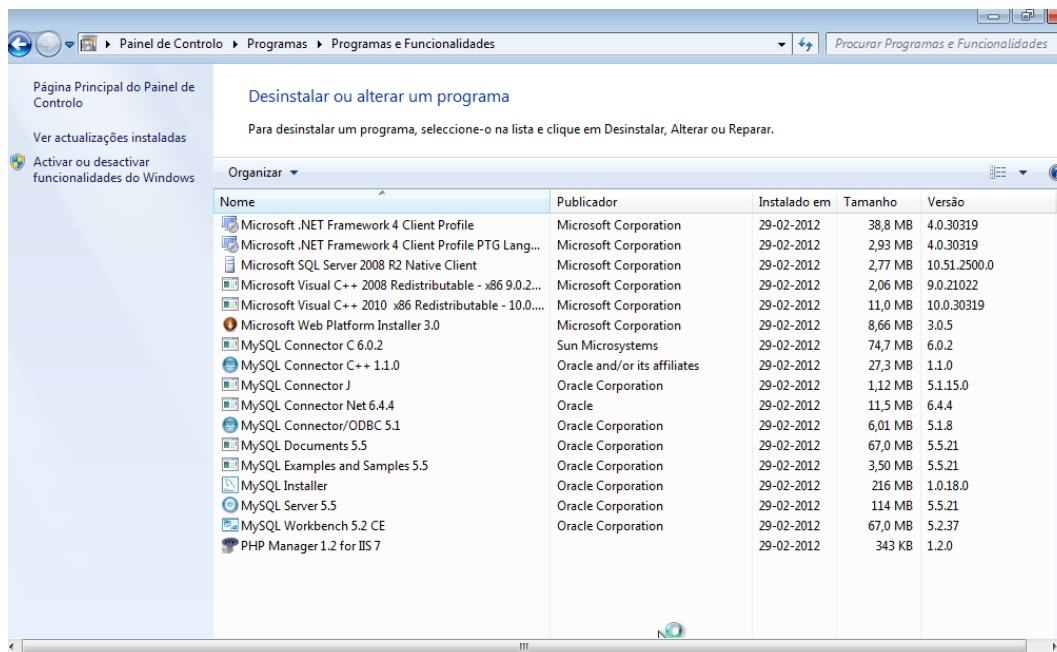


Figura 6 - Instalação efectuada

Nesta fase, já é possível criar páginas PHP, interagir e guardar dados na BD *MySQL*. O passo seguinte é publicar o servidor para que este seja acedido por quem está fora da rede informática, principalmente por utilizadores com aplicações móveis.

### 4.3 Ferramentas a utilizar durante o desenvolvimento

#### 4.3.1 *Eclipse IDE for Java Developers, versão Helios Service Release 2*

É um pacote de software para desenvolver aplicações para dispositivos móveis com sistema operativo *Android*. Além de desenvolver *software*, o SDK torna-se ainda útil como forma de emular um dispositivo móvel num computador. Permite criar *software*, testando o resultado num dispositivo móvel emulado. É também uma plataforma de *software* de fonte aberta

#### 4.3.2 *Filezila 6.1*

É um cliente rápido e confiável para *upload* e *download* de ficheiros entre cliente e servidor FTP, FTPS e SFTP, com características úteis e uma interface gráfica muito intuitiva. É totalmente gratuito e muito fácil de usar [Filezila Solução de FTP].

### **4.3.3 Adobe Dreamweaver CS 5.5**

Um dos mais conceituados editores de HTML e sem dúvida, um dos programas mais completos para a criação, desenvolvimento e manutenção de sites. É fácil construir sites usando apenas os recursos disponíveis no programa e possui variados recursos, como textos, tabelas, camadas, imagens, folhas de estilos (CSS), *frames*, formulários, *behaviors*, entre outros [Dreamweaver 2010].

Além disso, possibilita também configuração do website local ou remoto, disponibilizando os ficheiros, tal e qual o explorador do Windows.

Embora se pudesse ter usado qualquer outro editor de texto grátis, optou-se por usar o Dreamweaver para construir as páginas PHP. A Autarquia de Tondela, entidade acolhedora, já tem o *dreamweaver* licenciado há alguns anos a esta parte, logo não teve que ser adquirido.

### **4.3.4 PowerDesign 12.1 Portable**

Usado para desenhar modelos de bases de dados, permite ainda desenhar um conjunto alargado de diagramas, ligados aos diferentes standards do mercado [Power design 2010].

Facilita o desenho e criação das tabelas, com todos os seus campos e características. Permite definir as relações entre elas, disponibilizando também a possibilidade de exportação do script de criação da base de dados.

### **4.3.5 Adobe Photoshop CS5.1**

Adobe Photoshop é um *software* caracterizado como editor de imagens (possuindo ainda algumas capacidades de edição típicas dos editores vectoriais). É considerado o líder no mercado dos editores de imagem profissionais [Photoshop 2010]. Permite o redimensionamento de imagens, mas principalmente o seu tratamento, melhoramento e conjugação.

### **4.3.6 Fotosizer v.1.34.0.510**

O *fotosizer* é um programa completamente grátis, com o qual podemos redimensionar várias imagens de uma só vez, é bastante rápido e fácil de usar [Fotosizer 2010]. É cada vez mais importante o tratamento fotográfico antes de enviar uma imagem para um website. Com a

melhoria das câmaras digitais, houve um aumento na resolução das imagens e, por norma, é necessário reduzir drasticamente a resolução e o tamanho das imagens para que o seu carregamento seja mais rápido e não ocuparem demasiado espaço no servidor.

### **4.3.7 Google Maps**

*Google Maps* é um serviço de pesquisa gratuito para visualização de mapas e imagens de satélite da Terra na Web. Actualmente, o serviço disponibiliza mapas e rotas para qualquer ponto do Mundo. Disponibiliza também imagens via satélite com possibilidade de um zoom.

### **4.3.8 Oracle VM Virtual Box v 4.1.4**

É um aplicativo de virtualização que estende as capacidades do computador existente para que ele possa executar em simultâneo vários sistemas operacionais (dentro de várias máquinas virtuais). Assim, por exemplo, consegue-se executar simultaneamente o Windows e Linux num Mac, ou várias versões do Windows ao mesmo tempo e assim por diante.

### **4.3.9 DataTables (table plug-in for jQuery)**

É uma ferramenta de uso gratuito altamente flexível, com base nos fundamentos da melhoria progressiva, que adiciona controlos de interacção avançadas para qualquer tabela HTML. Permite adicionar paginação à pesquisa com comprimento variável, manipulação inteligente da largura das colunas, bem como ordenação ascendente ou descendente dos dados. O seu CSS é totalmente personalizável e disponibiliza ainda uma caixa de texto para que o utilizador efectue pesquisas por palavras pela tabela criada.

## 5. Concepção e Implementação

Neste capítulo serão descritas as opções tomadas e as várias funcionalidades a disponibilizar para proceder à implementação da solução que vem sendo preconizada nos capítulos anteriores. Será descrita exhaustivamente a estrutura de base de dados que dá suporte à aplicação, a própria aplicação assim como as várias ligações existentes.

### 5.1 Modelo de Entidade Relacional

Para guardar os dados recolhidos e os poder analisar posteriormente é necessário existir uma base de dados. Optámos por usar o Servidor de Base de Dados *MySQL* para esse efeito pois é um dos mais populares do mundo, é de uso livre e gratuito, robusto, veloz e capaz de manipular, sem problemas, tabelas com registos em WebSites. Para além disso, pode ser utilizado indistintamente em clientes Linux ou Windows com planos de alojamento em qualquer plataforma.

O modelo Entidade Relacional (ER), bem como a identificação das entidades envolvidas e as relações entre estas, pretende fornecer uma visão da estrutura da base de dados de suporte da aplicação. Na figura da página seguinte está disponível o esquema ER, onde constam as entidades, os seus atributos, tipo e às relações existentes entre as várias entidades.

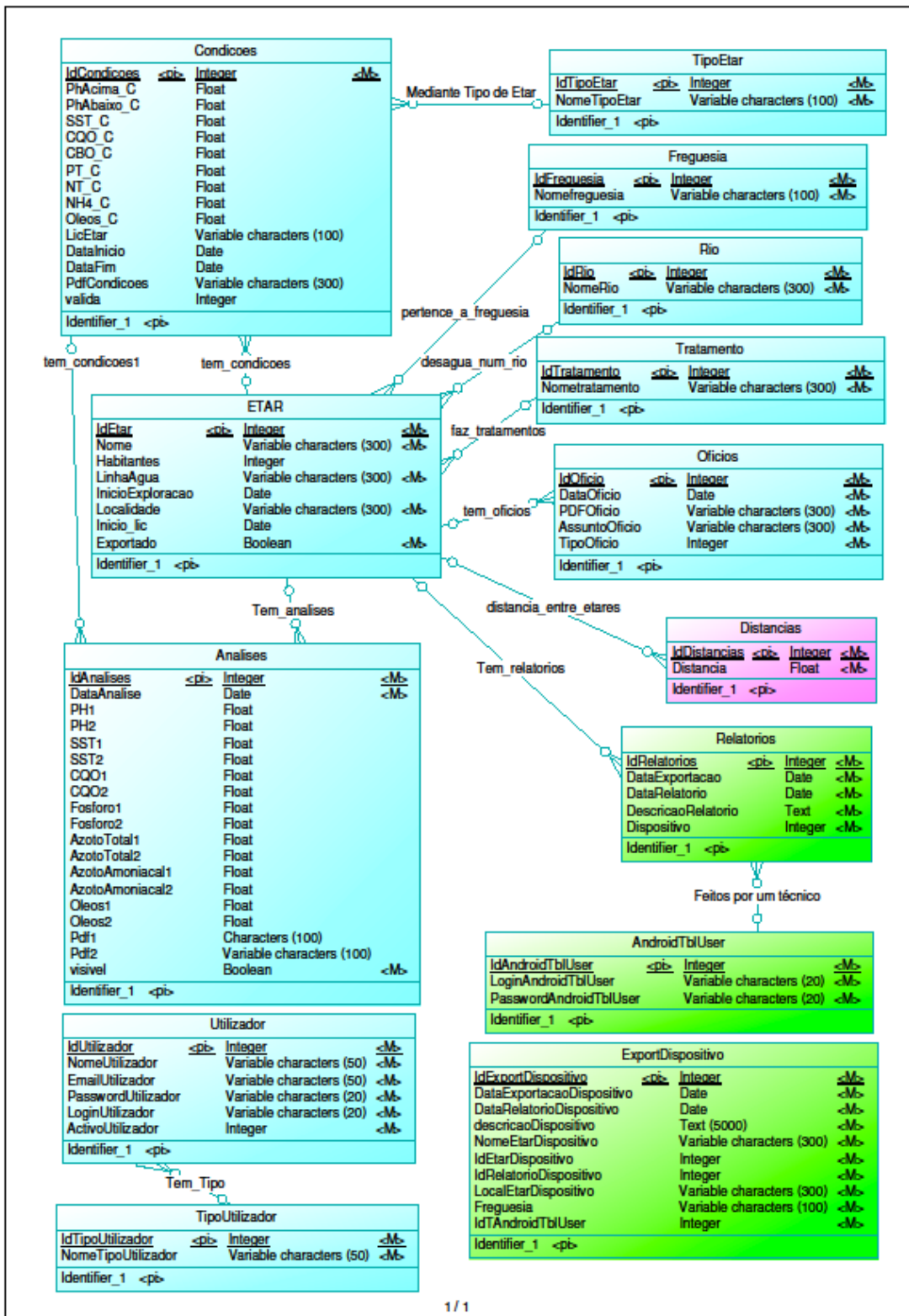


Figura 7 – Modelo ER

Como informação adicional e para ajudar a compreender melhor o Modelo ER, disponibiliza-se no Anexo 2, o respectivo Modelo Físico. De seguida identificam-se as tabelas mais importantes, explicando o seu propósito, bem como as relações existentes.

### **5.1.1 Tabela “TipoUtilizador”**

Foi pensada para guardar os diversos tipos de utilizadores, permitindo desta forma que o tratamento da informação possa ser diferenciado, isto é, que uns possam proceder à manutenção dos dados e outros apenas a consulta dos mesmos. Desta forma, o tipo de utilizador será registado apenas uma vez na base de dados.

### **5.1.2 Tabela “Utilizador”**

Esta tabela surge da necessidade clara que existe de guardar os dados com que cada utilizador se irá validar na aplicação web. É com base nestes dados de acesso que posteriormente um utilizador poderá criar ETAR's, registar e consultar os dados pretendidos. Para além dos campos “nome” e “email” que podem ser úteis para identificar o utilizador ou enviar-lhe um email, esta tabela guarda também os campos “login” e “password” para validar o seu acesso. Tem ainda e um campo “activo” para permitir ou não o acesso a um utilizador. Se o administrador o colocar inactivo, esse utilizador não fará o acesso à aplicação. Tem como chave primária o campo “IdUtilizador” e como chave estrangeira o “TipoUtilizador\_Id TipoUtilizador”.

### **5.1.3 Tabela “Tratamento”**

Cada ETAR está sujeita a um determinado tratamento. Com a criação desta tabela, é possível registar uma única vez cada tratamento, associá-lo a cada ETAR e permitir facilmente a pesquisa de dados por tipos de tratamento. Da criação desta tabela resultou ainda a respectiva ligação à tabela “Etar”.

### **5.1.4 Tabela “Etar”**

Esta tabela permite armazenar os dados específicos de cada ETAR. Aqui destacamos os campos que registam o número de habitantes, que ajuda a perceber quanta população afecta a um determinado meio hídrico e o campo que regista o início de licenciamento de cada ETAR.

Esta tabela tem ainda um campo “exportado” que serve de indicação para controlar se a ETAR já foi anteriormente marcada para importação para o dispositivo móvel. Desta forma não surgirá disponível para nova importação sem que a sua anterior exportação seja repostada do dispositivo para a aplicação web.

### **5.1.5 Tabela “TipoEtar”**

Cada ETAR poderá ser licenciada consoante um determinado tipo, isto é, os valores recolhidos por cada parâmetro poderão ser comparados directamente com os valores pré-estabelecidos pela licença ou serem validados em função de uma percentagem de remoção. Se na primeira forma basta recolher uma análise no fluxo de entrada da ETAR e comparar o resultado com o da licença, o segundo método obriga a proceder a recolhas à entrada e à saída dos fluxos da ETAR e verificar se a quantidade de remoção de cada parâmetro estão dentro das normas.

### **5.1.6 Tabela “Condicoes”**

Nesta tabela é possível armazenar os dados das condições de licenciamento das ETAR’s para cada parâmetro, permitindo posteriormente comparar estes valores com os recolhidos em cada análise e verificar se estes se encontram dentro dos padrões licenciados. Regista também a localização física para a licença (em formato PDF), possibilitando a edição do respectivo ficheiro. O campo “valida” indicará qual a última licença válida, isto porque as licenças são renovadas de dois em dois anos e desta forma conseguir-se-á perceber rapidamente a que está activa. Existem ainda dois campos para registar o início e o fim da licença.

### **5.1.7 Tabela “Analises”**

Entidade (tabela) que permite armazenar os dados relativos aos resultados das análises efectuadas às águas de cada ETAR. As colheitas podem ser efectuadas à entrada do caudal da ETAR ou em ambos os sentidos, isto é à entrada e à saída do caudal, daí se encontrarem repetidos os parâmetros, para poder efectuar o registo nos dois sentidos em caso de necessidade. Permite igualmente armazenar a localização do ou dos um ficheiros PDF que provêm do Instituto das análises com os respectivos resultados.

### **5.1.8 Tabela “Ofícios”**

É a tabela que registará toda a correspondência (enviada e recebida) associada a cada ETAR. Regista o tipo de correspondência, a data e o assunto, tem ainda um campo que guarda a localização de um ficheiro em formato PDF que contém o ou os documentos referentes à correspondência.

### **5.1.9 Tabela “Relatorios”**

É a tabela que irá guardar todos os relatórios registados por cada ETAR. Será nesta tabela que o dispositivo *android* irá efectuar a sincronização dos dados e actualizar os relatórios recolhidas em determinada data pelo funcionário. Esta tabela guarda a data em que os dados foram importados para o dispositivo e guarda o relatório e a data em que foi efectuado o registado localmente pelo funcionário no dispositivo móvel.

Tem ainda um campo “Dispositivo” que permite verificar se a ETAR foi ou não importada pelo dispositivo, desta forma consegue-se rapidamente perceber quais as ETAR’s que ainda se encontram dentro do dispositivo móvel.

### **5.1.10 Tabela “Export\_Dispositivo”**

Esta tabela serve apenas de ponte de ligação entre a aplicação web e o dispositivo *android*. Todos os registos marcados para importação por parte do dispositivo móvel, para além de ficarem registados na tabela “Relatorios” são ainda guardados nesta tabela, para serem posteriormente importados de uma forma simples, rápida e directa para o dispositivo móvel.

Quando os dados são finalmente exportados do dispositivo para a base de dados, sincronizam-se com a tabela “relatorios” actualizando desta forma os dados e elimina os dados do funcionário em questão da tabela “Export\_Dispositivo”.

Esta tabela, em vez dos Id’s, guarda o nome da freguesia por extenso, possibilitando uma clara visualização do lado do dispositivo, guarda ainda o número da ETAR, a sua localidade, a data e o relatório a efectuar localmente pelo funcionário. Guarda ainda o ID do relatório, campo através do qual será feito a sincronização com os registos originais na hora de repor os dados na Base de Dados original na tabela “Relatórios”. Finalmente regista o ID do funcionário que irá proceder à importação dos dados, validando desta forma que cada um

importará da Base de Dados original para o dispositivo móvel, os dados que antecipadamente lhes foram destinados.

No dispositivo móvel, os registos destinados a cada funcionário serão assim recriados a cada importação, por forma a possibilitar a sua alteração local no dispositivo e posterior reposição dos relatórios efectuados com a respectiva data na tabela “Relatorios”.

### 5.1.11 Tabela “Android\_tbl\_user”

A aplicação *android* exige forçosamente uma validação de um utilizador na hora da exportação ou importação dos dados. Como esse utilizador poderá não ser necessariamente um utilizador da aplicação Web, optámos por criar esta tabela, que irá servir apenas para a gestão dos utilizadores da plataforma *android*. Tem apenas um campo “UserName” e outro “Password” para além do id.

Basicamente guarda as informações dos técnicos que fazem a manutenção das ETAR’s, é com base nessa tabela que é associado um técnico quando a ETAR é seleccionada para ser importada pelo Dispositivo. É ainda com base nela que é feita a validação dos técnicos no dispositivo móvel e a respectiva importação dos dados que dizem respeito a cada um.

## 5.2 Aplicação Web

Para tratar e fazer a ligação com os dados guardados na base de dados *MySQL*, seria necessário criar uma aplicação Web. Para isso recorreremos à linguagem PHP. Para além ser absolutamente gratuito, uma das suas grandes vantagens é ser multiplataforma, isto é, funciona em servidores Windows mas também em Linux. Tem velocidade, robustez e código-fonte aberto o que permite inspeccionar o código e modificá-lo para cumprir determinadas tarefas. De seguida explicaremos o funcionamento da aplicação bem como a estrutura dos ficheiros criados.

### 5.2.1 Estrutura de ficheiros / Entrada na aplicação

Ao executar a aplicação é inicialmente chamado o ficheiro “config.php” que inclui os ficheiros que estão na mesma pasta “lib”:

- “dbcon.php”;

- “loginlib.php”;

- “utils.php”.

O primeiro ficheiro “dbcon.php” por sua vez inclui o ficheiro “MySq.php”, que contém a grande maioria das funções usadas para interagir directamente com a base de dados necessárias em muitas das páginas PHP criadas, e o ficheiro “varGlobais.php”, representado na figura seguinte, onde são criadas variáveis globais para depois serem usadas:

```
<?php
$CFG->db_name="etar";
$CFG->hostname="localhost";
$CFG->username="root";
$CFG->password="";
$CFG->caminho="http://localhost/etar/";
$linhas_por_paginas=50;
$user_email="vitor.figueiredo@cm-tondela.pt";
?>
```

Figura 8 - Ficheiro varGlobais.php

Ainda no ficheiro “dbcon.php”, é estabelecida a conexão à base de dados db\_connect(\$CFG->db\_name, \$CFG->hostname, \$CFG->username, \$CFG->password), recorrendo como se pode observar a variáveis globais inicializadas no ficheiro acima referido, “varGlobais.php”.

O segundo ficheiro “loginlib.php” contém as funções de validações para os utilizadores do *WebSite*. Este ficheiro é chamado quando se executa o ficheiro “login.php” que se encontra na raiz do *WebSite* e deverá ser executado digitando no browser o link: “<http://etartestes.cm-tondela.pt/login.php>” visível na figura seguinte.

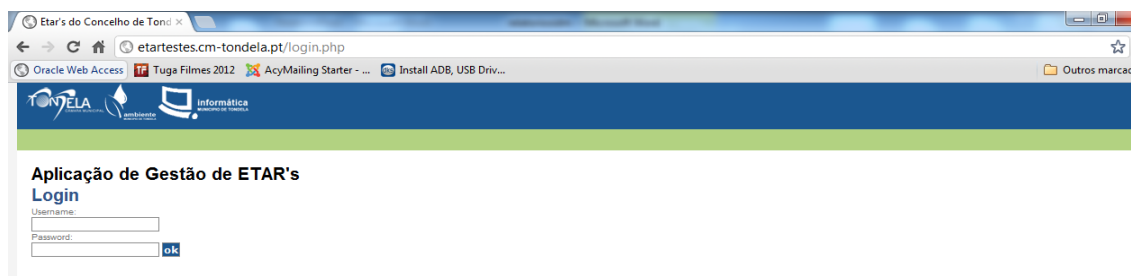


Figura 9 - Página de Login

Depois de ter colocado “username” e “password”, uma função recebe como parâmetros o “username” e a “password” inseridas pelo utilizador e cabe ao servidor comparar com as existentes e validar esses dados. É funcional mas existe um problema que tem a ver com “SQL injection” [PHP SQL Injection 2010], isto é, colocando um nome qualquer no

utilizador e na *password*, um texto qualquer, seguido de ' or 'x'='x a validação do utilizador é efectuada com sucesso. Isto porque à forma como o SQL compara a *string* é:

```
SELECT * FROM users WHERE user='XPTO' AND password='XPT' OR 'X'='X'
```

Repare-se que o teste efectuado com o “user” e com a “password” de nada servem, pois o último ‘ OR ‘X’=’X’, introduzido no campo “password” valida o “SELECT” permitindo entrada em *back-office* a qualquer pessoa.

Foram colocadas duas linhas de código, no início da função, recorrendo-se a função PHP `mysql_real_escape_string()`, que retira caracteres especiais a uma variável. Desta forma as plicas inseridas no código ‘ OR ‘X’=’X’ desaparecem, ficando OR X=X invalidando o código SQL, não permitindo validações indevidas.

Para além de validar o “username” e a “password”, a função não permite o acesso a utilizadores inactivos, serve ainda para determinar o tipo de utilizador e limitar o seu acesso a páginas às quais não terá autorização. É desta forma que se consegue controlar o que cada tipo de utilizador pode usar.

O terceiro ficheiro “utils.php” tem apenas uma função definida para enviar alertas para o ecrã, assim quando se necessitar de dar um aviso basta incluir esse ficheiro no cabeçalho e chamar a função “alert(\$text)” e o que estiver na variável “\$text” surgirá no ecrã.

Esta organização permitiu-nos incluir apenas os ficheiros de configurações necessários em cada página PHP; por exemplo se estivesse o código todo junto, com certeza que se estaria sempre a incluir código desnecessário, tornando as páginas mais pesadas. A técnica de num ficheiro incluir outros é apenas para evitar esquecimentos. Por exemplo o “Mysql.php” necessita sempre de iniciar uma conexão à base de dados, já que tem funções para comunicar com ela, faz por isso todo o sentido que seja conjuntamente chamado com o que tem as variáveis de acesso “varGlobais.php” pelo ficheiro que estabelece a conexão, “dbconf.php”.

Existe ainda um ficheiro na raiz “logout.php” que quando é executado, faz o *logout* ao *WebSite*. Limita-se apenas a destruir todas as variáveis de sessão criadas.

Em todas as páginas que necessitem de um desses ficheiros, é feita a sua inclusão, logo no início.

Na raiz estão as páginas necessárias à aplicação: a pasta “css” contém ficheiros de estilos, a pasta “images” imagens necessárias à aplicação, a pasta “calendar” contém os ficheiros necessários para o funcionamento do calendário usado nos formulários, a pasta “js” e “jscripts” funções java script necessárias, a pasta “css\_dhtmlsuite” o css necessário para o menu da aplicação e a pasta “android” os ficheiros que sincronizam e interligam a aplicação web à aplicação *android*.

### 5.2.2 Dados auxiliares

Existem quatro tabelas no *WebSite* que devem forçosamente ser preenchidas pelo Gestor inicialmente: as do tipo de ETAR, rios, freguesias e tratamentos, pois sem estes dados, não se conseguirá lançar correctamente uma ETAR. Estas funcionalidades estão disponíveis na quarta opção do menu principal, para isso foram criados os ficheiros:

- “tratamento.php”, “tratamento\_edicao.php” e “tratamento\_apresentacao.php” que fazem a apresentação e permitem a gestão dos dados referentes aos tratamentos de cada ETAR. Disponibilizam listagens e acesso a formulários de inserção/edição de dados.

-“freguesia.php”, “freguesia\_edita.php” e “freguesia\_apresentacao.php” fazem a apresentação e gestão dos dados das freguesias. Disponibilizam listagens e formulários de inserção/edição de dados.

-“rio.php”, “rio\_edita.php” e “rio\_apresentacao.php” que fazem a apresentação e gestão dos dados dos tipos dos edifícios. Disponibilizam listagens e formulários de inserção/edição de dados. A título de exemplo, mostra-se na figura seguinte, uma das listagens atrás referida.



Nome
Fossa Séptica Poços Absorventes
Fossa Séptica Leito Macráfilas
Lamas activadas
Fossa Séptica Leito Percolador
Tanque Imhoff Leito Percolador
Lagoas
Sistema Compacto - Lamas Activadas

Figura 10 - listagem de Tratamentos

Como se pode ver, existe um ícone “Novo” que permite a inserção de novos registos e no início de cada linha existe um ícone que permite a edição dos respectivos dados. Na parte esquerda existe ainda uma caixa onde é possível filtrar toda a informação existente na tabela e importada com base num comando “SELECT”. A listagem encontra-se devidamente paginada.

### 5.2.3 ETAR’s

A manutenção das ETAR’s por parte do Gestor encontra-se disponível na primeira opção do menu principal WebSite, mais especificamente na primeira subopção “Etar”. Os ficheiros “etar\_geral\_apresentacao.php”, “etar\_edita.php” e “etar.php”, são responsáveis pela listagem, manutenção e edição dos dados de cada ETAR. Optámos por disponibilizar a listagem das ETAR’s existentes, permitindo a inserção de novas, filtrar a informação existente ou editar a informação existente para consulta ou posterior alteração, conforme se pode ver na figura seguinte. A listagem encontra-se devidamente paginada.



	Nome	Habitantes	Início da Exploracao
	Barreiro	420	2003-07-01
	Borralhal	500	1997-07-01
	Tonda	850	1998-07-31
	Vale	200	1997-07-01
	Corveira	200	2008-07-01
	Campo	3000	2003-07-01
	Canas	1000	2005-01-01
	Caparrosa	300	2001-01-01
	Coelhoso	500	2009-07-01
	Alvarim	100	2007-07-01

Figura 11 - Listagem das ETAR’s existentes

### 5.2.4 Listagens

A segunda subopção “Licenças” da primeira opção do menu principal “Etar” diz respeito a várias listagens que poderão ser efectuadas, todas estão devidamente paginadas e permitem filtrar informação. É ainda possível proceder à edição de dados e visualização de documentos associados. Todos os utilizadores as conseguem usar mas apenas os Gestores conseguem aceder à gestão de dados através das listagens.

- **A primeira listagem “Licenças das Etar’s”**: permite visualizar a informação de todas as licenças emitidas para cada ETAR; o ficheiro “licenca\_lista\_filtro\_etar.php” é responsável por efectuá-la. Permite visualizar a ETAR bem como a data de início e fim do licenciamento, é uma listagem paginada e que permite filtrar a informação com base em caracteres inseridos conforme mostra a figura seguinte.

Etar	Lic.	Nome	Inicio	Caduca
X	X	Tonda	2010-08-13	2012-08-31
X	X	Saldonas	2010-08-13	2015-08-31
X	X	Adiça	2008-05-05	2009-05-30
X	X	Campo	2008-05-09	2010-05-31
X	X	Lourosa	2008-08-08	2008-08-30
X	X	Muna	2010-08-12	2015-08-31
X	X	Portela	2010-08-12	2015-07-31
X	X	Zona Sul	2007-04-12	2009-04-30
X	X	Lourosa	2010-08-17	2015-08-31
X	X	Muna	2008-03-15	2008-04-30

Figura 12 - Listagem de licenças emitidas

- **A segunda listagem “Licenças Válidas”**: permite visualizar a informação de todas as ETAR’s com licença emitida e que ainda se encontrará válida nos próximos seis meses; o ficheiro “etar\_lista\_filtro\_caduca.php” é responsável por efectuá-la. Permite alterar a data, de forma a perceber quais as ETAR’s que caducarão seis meses após a data escolhida, seleccionando-a através de um ícone disponibilizado para o efeito no canto superior esquerdo. Consegue-se ainda perceber se já foi solicitado a respectiva renovação com base no tipo de ofício que foi enviado para aquela ETAR conforme mostra a figura seguinte.

Nome	Habitantes	Validade da Licença	Ofício enviado
Tonda	850	2012-08-31	2010-08-19
Saldonas	200	2015-08-31	2010-08-19
Muna	1000	2015-08-31	2010-08-17
Portela	500	2015-07-31	2010-08-17
Lourosa	200	2015-08-31	2010-08-25
Coelhoso	500	2012-12-31	2010-12-16
Vila Nova Rainha	700	2013-02-28	2011-05-02
S. Miguel Outeiro	1500	2013-03-31	2011-05-03
Caramulo	500	2013-02-28	2011-07-04
Alagoa	100	2013-03-31	

Figura 13 – Listagem das ETAR's com licenças válidas

A terceira opção “Licenças Caducadas”: permite observar as ETAR’s cuja licença caducará a partir de uma determinada data; o ficheiro “etar\_licencas\_caducadas.php” é responsável por efectua-la. Essa data pode ser alterada e seleccionada através de um ícone com a forma de um calendário. Consegue-se ainda perceber se já foi solicitada a sua renovação com base no tipo de ofício enviado conforme mostra a figura seguinte.

ETAR	Nome	Licença número	Validade	Revalidação de Licença
Adiga		1019/2008	2009-05-30	2009-02-23
Campo		978/2008	2010-05-31	2010-06-08
Lourosa		780/2006	2008-06-30	2008-07-16
Zona Sul		319/2007	2009-04-30	2009-05-07
Muna		291/2006	2008-04-30	
Portela		617/2007	2009-09-30	
Tonda		886/2006	2008-10-31	
Muna		1537/2004	2005-09-30	
Saldonas		267/2007	2009-03-31	
Canas		1186/2008	2010-06-30	2010-06-08

Figura 14 – Listagem das ETAR's com licenças caducadas

A Quarta opção das listagens “Etar’s sem licença”: possibilita visualizar as Etar’s que nunca tiveram licença emitida; o ficheiro “etar\_sem\_licencas.php” é responsável por efectua-la. Permite ainda perceber, conforme consta da imagem seguinte, se a ETAR já tem o seu processo de início de licenciamento iniciado mais uma vez com base no tipo de ofício enviado.

Etar	Nome	Início de Exploração	Licenciamento Iniciado
Barreiro		2003-07-01	
Borralhal		1997-07-01	
Vale		1997-07-01	
Corveira		2008-07-01	
Caparrosa		2001-01-01	
Alvarim		2007-07-01	2006-10-12
Feneirós		2010-03-01	
Lageosa		1992-01-01	
Vinhal		1997-01-01	
Lobão-S. Simão		1996-01-01	

Figura 15 - Listagem das ETAR's sem que nunca tiveram licenças

**Finalmente a última opção das listagens “Etar’s em transgressão”:** possibilita a visualização das ETAR’s que nunca tiveram licença ou cuja licença tenha caducado; o ficheiro “etar\_ilegais.php” é responsável por efectua-la. Poderá ainda ter-se acesso as datas de início ou renovação do licenciamento caso este tenha sido iniciado, com base no tipo de ofício enviado para cada ETAR conforme demonstra a figura abaixo.

Nome	Habitantes	Início de Exploração	Lic. Caducada	Início/Revalidação Licença
Baneiro	420	2003-07-01		
Borralhal	500	1997-07-01		
Vale	200	1997-07-01		
Corveira	200	2008-07-01		
Canas	1000	2005-01-01	2010-06-30	2010-06-08
Caparrosa	300	2001-01-01		
Alvarim	100	2007-07-01		2006-10-12
Ferreirós	200	2010-03-01		
Lageosa	1000	1992-01-01		
Vinhal	500	1997-01-01		

Figura 16 - Listagem das ETAR's em transgressão

### 5.2.5 Análises

A segunda opção do menu principal permite ao Gestor fazer a inserção e a gestão dos resultados das análises efectuadas ao caudal de cada ETAR.

- **A primeira subopção “Gerir”:** disponibiliza uma listagem com todas as análises efectuadas em cada ETAR conforme se pode observar na figura seguinte.

Nome	Data da Análise
Zim Lagedo	2012-02-21
Alvarim	2012-02-21
Campo	2012-02-21
Coelhoso	2012-02-21
Nandufe	2012-02-21
Ermidia	2012-02-21
Mouraz	2012-02-21
Caparrosa	2012-02-21
Portela	2012-02-21
Tondela	2012-02-21

Figura 17 - Listagem das análises efectuadas

Existe a possibilidade de inserir uma nova análise ou editar as existentes. É ainda possível visualizar o documento PDF com os resultados das análises enviado pela entidade competente ou filtrar toda a informação visível.

Ao editar uma análise é possível visualizar as suas condições de licenciamento bem como os resultados de cada análise recolhida. Conforme se pode observar na figura seguinte os resultados das análises que se encontram acima dos valores definidos pela licença ficam automaticamente marcados à cor vermelha.

Condições da Licença:			Efluente Bruto:			Efluente Tratado:		
pH - Min:	6		pH:	0		pH:	7,2	
pH - Max:	9		SST:	0		SST:	76	
SST:	35		CQO:	0		CQO:	200	
CQO:	125		CBO:	0		CBO:	30	
CBO:	25		Fósforo Total:	0		Fósforo Total:	5,1	
Fósforo Total:	2		Azoto Total:	0		Azoto Total:	55	
Azoto Total:	15		Azoto Amoniacal:	0		Azoto Amoniacal:	0	
Azoto Amoniacal:	10		Oleos e Gorduras:	0		Oleos e Gorduras:	0	
Oleos e Gorduras:	15							

Licença número: 1107/2010  
Emitida em: 2010-12-12  
Caduca em: 2012-12-31

Ver PDF de análises à saída:

Activar para tornar a análise invisível.

[Alterar](#) [Limpar](#) [Voltar](#)

Figura 18 - Formulário de edição de uma análise

Os ficheiros “analises\_verifica\_apresentacao.php”, “analises\_verifica\_edita.php” e “analises\_verifica.php” são responsáveis pela listagem, manutenção e edição dos dados das análises.

**A segunda opção “Lista de Resultados”:** permite ao Gestor e ao Chefe de Divisão, visualizar sob forma de tabela os resultados das análises efectuadas em cada ETAR. É possível filtrar a informação de forma cumulativa por ETAR, ano ou número de análises. A listagem assinala automaticamente a vermelho o(s) parâmetro(s) em cada análise que excedem os definidos pela respectiva licença; o ficheiro “analises\_etar\_apresentacao.php” é responsável por efectua-la.

É uma listagem que se torna bastante útil na medida em que se consegue rapidamente obter um mapa resumo com todo o historial de análises para cada ETAR. Permite por exemplo detectar padrões anomalias em função dos parâmetros que repetidamente estão acima dos pré-definidos ou proceder a correcções em funções dos resultados obtidos.

## 5 - Concepção e Implementação

As linhas que têm um fundo amarelo, dizem respeito a ETAR's cujo licenciamento funciona em função da percentagem de remoção, isto é compara a percentagem de remoção entre a entrada e a saída da ETAR com a percentagem de remoção definida na licença. As restantes linhas dizem respeito a ETAR's cujas condições de licenciamento se regem na base de comparação entre o resultado da análise e o da licença.

Na figura seguinte podemos observar mais detalhadamente uma dessas listagens.

Etar	Data	pH	En	Sa	Lic	SST	En	Sa	%	Lic	En	Sa	%	Lic	En	Sa	%	Lic	En	Sa	%	Nt	En	Sa	%	Nhd	En	Sa	%	Lic	En	Sa	%	Oleos	En	Sa	%		
Zim Lagedo	2012-02-21	9	6.1	6.8	30	2200	53	98%	150	4900	320	93%	40	580	98	83%	10	11	4.6	58%	15	33	12	64%	10	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0	0			
Alvarim	2012-02-21	9	0	7.5	30	0	58	150	0	210	40	0	10	10	0	4.8	15	0	38	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0	0		
Campo	2012-02-21	9	0	7.3	35	0	22	125	0	100	25	0	16	10	0	3.1	15	0	29	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0	0		
Coelhoso	2012-02-21	9	0	7.2	35	0	76	125	0	200	25	0	30	2	0	5.1	15	0	55	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0	0		
Nandufe	2012-02-21	9	0	7.4	30	0	190	75	0	530	70	0	170	0	13	0	15	0	100	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0	
Ermida	2012-02-21	9	0	7.4	30	0	27	150	0	210	40	0	110	10	0	0	15	0	0	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Mouraz	2012-02-21	9	0	7.7	30	0	10	150	0	160	40	0	58	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Caparrosa	2012-02-21	9	0	7.2	30	0	19	150	0	180	40	0	82	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Portela	2012-02-21	9	0	7.2	30	0	67	150	0	170	40	0	20	10	0	4.6	15	0	35	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Tondela	2012-02-21	9	0	7.6	30	0	10	150	0	130	40	0	46	10	0	8	15	0	57	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Mosteiro de Fráguas	2012-02-21	9	0	7.4	30	0	11	150	0	80	40	0	12	10	0	5	15	0	33	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Vila Nova Rainha	2012-02-21	9	0	7.2	30	0	11	150	0	89	40	0	10	10	0	2.2	15	0	16	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Zona Sul	2012-02-21	9	0	7.2	35	0	10	125	0	52	25	0	12	10	0	1.3	15	0	5.9	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
S. Miguel Outeiro	2012-01-27	9	0	7.3	30	0	23	150	0	65	40	0	10	10	0	1.6	15	0	23	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Tonda	2012-01-27	9	0	7.3	30	0	10	150	0	25	40	0	10	10	0	6.8	15	0	14	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Tondela	2012-01-27	9	0	7.1	30	0	23	150	0	190	40	0	10	10	0	11	15	0	72	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Zim Lagedo	2012-01-27	9	7.3	7	30	65	32	51%	150	600	430	28%	40	330	10	97%	10	2.9	1.9	34%	15	41	21	49%	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0	
Caramulo	2012-01-27	9	0	7.2	30	0	10	150	0	140	40	0	24	10	0	2.5	15	0	25	10	0	0	15	0	0	15	0	20	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0
Lourosa	2012-01-27	9	0	7.4	30	0	15	150	0	49	40	0	16	10	0	2.3	15	0	33	10	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0	0

Figura 19 - Listagem dos resultados de cada análise

### 5.2.6 Ofícios

A terceira opção do menu principal “Ofícios” disponibiliza uma listagem com a relação de todos os ofícios e correspondência trocada para cada ETAR; todos os utilizadores visualizam a correspondência, apenas os administrativos poderão efectuar a sua gestão. Os ficheiros “oficios\_apresentacao.php”, “oficios\_edita.php” e “oficios.php” são responsáveis pela listagem, manutenção e edição dos ofícios. É possível visualizar o nome da ETAR, uma descrição da correspondência, a data em que foi trocada e o seu tipo. Este último permite saber se a correspondência foi enviada, recebida, se se trata de um início de licenciamento ou de uma renovação. É muito útil para filtrar informação e para perceber o estado em que cada ETAR se encontra.

É ainda possível visualizar um ficheiro PDF que é uma réplica digitalizada do que foi enviado ou recebido e que deve sempre ser anexado ao processo durante a inserção do ofício no respectivo formulário.

É também a partir desta listagem que se pode proceder à inserção de nova correspondência ou que se poderá editar a existente. Toda a informação da listagem poderá ser filtrada ou pesquisada. Na figura seguinte poderemos observar em pormenor a referida listagem.

PDF	Nome	Descrição	Data	Tipo
	Adiga	ARH - análises 4º trim11	2012-01-23	Enviada
	Alvarim	ARH - análises 4º trim2011	2012-01-23	Enviada
	Campo	ARH - análises 4º trim2011	2012-01-23	Enviada
	Caparrosinha	ARH - análises 3º trim2011	2012-01-23	Enviada
	Caramulo	ARH - análises 4º trim2011	2012-01-23	Enviada
	Coelhoso	ARH - análises 2º, 3º e 4º trim11	2012-01-23	Enviada
	Lourosa	ARH - análises 4º trim11	2012-01-23	Enviada
	Mosteiro de Fráguas	ARH - análises 4º trim11, ponto sit. Iloen/	2012-01-23	Enviada
	Muna	ARH - análises 4º trim2011	2012-01-23	Enviada
	Portela	ARH - análises 4º trim2011	2012-01-23	Enviada

Figura 20 - Listagem de Ofícios

### 5.2.7 Dispositivo Móvel

A terceira subopção “Dispositivo Móvel” da primeira opção do menu principal “ETAR” tem algumas subopções que possibilitam preparar o processo de importação das ETAR’s para o dispositivo móvel para posterior preenchimento dos relatórios em cada uma. Permite ainda visualizar todos os relatórios feitos no dispositivo móvel pelos técnicos em cada ETAR.

**- Primeira subopção “Preparar sincronização”:** Permite ao Gestor, seleccionar as ETAR’s e marca-las para ficarem disponíveis para importação; o ficheiro “etar\_export\_apresentacao.php” é responsável por efectuar a listagem.

Ao proceder à selecção de uma ETAR, o campo “dispositivo da tabela “ETAR” fica activado e desta forma a ETAR marcada deixa de aparecer disponível nesta listagem não podendo ser seleccionada de novo. É ainda criada uma linha na tabela “relatórios” que contém os dados da ETAR para futuramente receber o relatório efectuado através do dispositivo móvel.

A selecção pode ser feita ETAR a ETAR, seleccionando o ícone no início de cada linha ou então poderá ser aplicado um filtro de selecção e marcar um conjunto de ETAR's, seleccionando a opção abaixo da listagem, conforme se pode observar na figura seguinte.



Figura 21 - Listagem para preparar a sincronização dos dados

- **Segunda subopção “Marcar para Importar”**: Permite ao Gestor atribuir a ETAR ao Técnico que irá deslocar-se ao local para verificar o funcionamento da ETAR e efectuar as tarefas que irá descrever posteriormente no dispositivo móvel. Desta forma o Gestor pode preparar a sincronização das ETAR para todos os Técnicos e atribuí-las especificamente a cada numa segunda fase. Foram criados filtros específicos para facilitar as atribuições, nomeadamente por freguesia, para possibilitar seleccionar de uma vez só a atribuição de ETAR's de uma freguesia a um Técnico conforme se pode ver na imagem seguinte onde foi seleccionado o técnico “artur” e lhe estão a ser atribuídas duas ETAR's, “Barreiro” e “Tonda”.

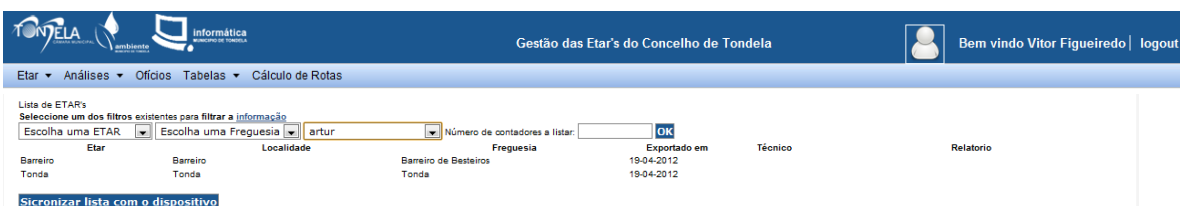


Figura 22 - Listagem de atribuição de ETAR's a funcionários

Neste processo de atribuição, o ID de cada Técnico fica registado na respectiva linha de cada ETAR da tabela “relatorio” e é criada uma cópia desta na tabela “export\_dispositivo”, sendo-lhe acrescentado o nome da freguesia por extenso e a localidade da ETAR. As linhas da tabela “export\_dispositivo” serão as que irão ser importadas directamente para o dispositivo móvel por cada Técnico. Este fará posteriormente login no dispositivo móvel e, com base no seu ID, importará apenas as linhas que lhe dizem respeito. O ficheiro “exportados\_apresentacao.php”

é responsável por efectuar a listagem enquanto o ficheiro “exporta.php” processa as operações de actualização na tabela “relatorios” e de inserção na tabela “export\_dispositivo”.

- **Terceira subopção “A Importar ou no dispositivo”:** Permite ao Gestor e Chefe de Divisão visualizar todas as ETAR’s que foram marcadas para importação ou que já foram importadas para o dispositivo móvel pelo Técnico; o ficheiro “dispositivo\_apresentacao.php” é responsável por efectuar a listagem paginada e na qual podemos filtrar por texto toda a sua informação, conforme mostra a figura seguinte.



Etar	Localidade	Freguesia	Exportado em	Data Relatorio	Relatorio
Barreiro	Barreiro	Barreiro de Besteiros	19-04-2012	0000-00-00	
Tonda	Tonda	Tonda	19-04-2012	0000-00-00	

Figura 23- Listagem de ETAR's que foram marcadas para importação ou que já se encontram no dispositivo

- **Quarta subopção “Relatórios”:** Permite ao Gestor e Chefe de Divisão visualizar todas as ETAR’s que foram devidamente importadas para o dispositivo móvel, cujos relatórios foram devidamente preenchidos e posteriormente exportadas novamente para a base de dados original.

O ficheiro “relatorios\_apresentacao.php” é responsável por efectuar a listagem onde se pode visualizar rapidamente as acções efectuadas em cada ETAR, mantendo o histórico de acontecimentos actualizados. É possível editar e visualizar pormenorizadamente cada linha, tendo acesso ao relatório completo. As ETAR’s que ainda se encontram no dispositivo móvel, surgem sem relatório e com a data 0000-00-00.

Basicamente lista de forma paginada a tabela “relatorios” disponibilizando uma caixa de pesquisa que permite filtrar por caracteres toda a sua informação, conforme mostra a figura seguinte.

Etar	Localidade	Freguesia	Exportado em	Data Relatório	Relatório
Barreiro	Barreiro	Barreiro de Besteiros	19-04-2012	0000-00-00	
Barreiro	Barreiro	Barreiro de Besteiros	15-04-2012	15-04-2012	Arranjo do sistema de bombagem
Barreiro	Barreiro	Barreiro de Besteiros	15-04-2012	15-04-2012	verificação do quadro eléctrico
Tonda	Tonda	Tonda	19-04-2012	0000-00-00	
Tonda	Tonda	Tonda	15-04-2012	15-04-2012	Limpeza da ETAR
Tonda	Tonda	Tonda	15-04-2012	15-04-2012	Verificação do nível das lamas
Vale	Vale	Barreiro de Besteiros	15-04-2012	15-04-2012	substituição de filtros

Figura 24 - Listagem dos relatórios efectuados em cada ETAR

## 5.3 Aplicação para o dispositivo móvel

Antes de se encetar a descrição da criação e desenvolvimento da aplicação, achou-se por bem fazer uma abordagem sobre o sistema *android* e a sua constituição. Pretende-se também abordar o ambiente de desenvolvimento utilizado apresentando-se por fim a criação, desenvolvimento e implementação da aplicação.

### 5.3.1 O sistema Android

O sistema *android* consiste num Sistema Operativo (SO) para dispositivos móveis, tem por base o SO Linux, o que o torna robusto, acrescentando a possibilidade e vantagem de se poder desenvolver aplicações para posteriormente serem executadas no dispositivo. De seguida podemos observar uma definição mais abrangente.

“The first truly open and comprehensive platform for mobile devices. It includes an operating system, user-interface and applications -- all of the software to run a mobile phone, but without the proprietary obstacles that have hindered mobile innovation.”  
<http://googleblog.blogspot.pt/2007/11/wheres-my-gphone.html>.

O desenvolvimento de aplicações para *android* torna-se simples e facilitado uma vez que a programação usada é Java, uma linguagem já conhecida e com alguns anos de existência. Além disso são disponibilizadas bibliotecas de código aberto, tais como: *SQLite* (*sistema de base de dados local no dispositivo*), *WebKit*, *OpenGL*. Estas bibliotecas disponibilizam ferramentas para trabalhar com gráficos, bases de dados, etc.

Relativamente aos seus componentes, podemos identificar como principais componentes: o *kernel Linux*, as bibliotecas, as *frameworks* e as aplicações.

Na imagem abaixo apresentam-se os componentes do sistema *android*, bem como a sua hierarquia



Figura 25 - Componentes do sistema Android  
(<http://buildall.wordpress.com/2009/11/15/arquitetura-do-google-android/>)

As aplicações desenvolvidas ou a desenvolver para o sistema *android* devem ter os seguintes componentes:

- **Actividade:** Componente principal de uma aplicação, representa um ecrã de interacção do utilizador com a aplicação. Exemplos de ecrãs de interacção que podem ser implementadas como uma actividade: Registo de locais, lista locais, ecrã de edição de um e-mail, etc.
- **Serviço:** Componente que é executado em background, não está associado à interface do utilizador; geralmente é utilizado para funcionalidades que precisam estar em execução independente de um ecrã.
- **Fornecedor de conteúdo:** Funciona como proxy de conteúdo para as aplicações. As informações podem estar no sistema de arquivos, numa base de dados ou mesmo na web, as aplicações pedem essas informações e o fornecedor de conteúdo toma as providências para obtê-las. Exemplos: Informações de contacto, agenda, etc.
- **Receptor de mensagens:** Componente que recebe notificações sobre eventos: um download finalizado, uma nova conexão wifi estabelecida, conexão de dados perdida. O receptor normalmente apenas recebe as mensagens e as repassa para que seja feito algo apropriado.

- Intent (Intenção): Meio de comunicação entre vários componentes, um Intent pode ser usado para iniciar uma nova actividade, um serviço ou enviar mensagens para os receptores. Contém uma ou mais informações necessárias para realizar as operações: Nome do componente a quem está mandando o intente, acção, dados, categoria, dados extra, flags, etc.
- Para a criação e desenvolvimento da aplicação *android* pode ser utilizado um ambiente de desenvolvimento composto por: android SDK, Eclipse e *Plugin* do *Eclipse – ADT*.
- O *Android SDK* é constituído por: Ferramentas e bibliotecas para o desenvolvimento com *android*, emulador, gestor das VM's (máquinas virtuais) com o *android* (AVD) e DDMS que permite copiar arquivos de/para a máquina virtual e permite simular ligações, sms etc.
- O *Plugin ADT* no *Eclipse*: dá suporte às ferramentas de desenvolvimento a partir do Eclipse: Compilação, suporte a edição dos arquivos de layout e arquivos de manifesto, integra várias ferramentas do SDK dentro do Eclipse como Criação das VM's do emulador e execução do emulador. Possibilita também a exportação da aplicação para publicação.
- Estando instalados, configurados e actualizados os componentes referidos anteriormente, estão reunidas as condições para se iniciar o desenvolvimento da aplicação. Nos subcapítulos seguintes serão abordados o ambiente gráfico desenvolvido, a construção e armazenamento de dados, a sua manutenção, o processo de validação de utilizadores e a sincronização de dados entre a base de dados do dispositivo móvel e a do sistema de informação.

### 5.3.2 Layouts e navegação

**Ícones e imagem de fundo da aplicação:** De modo a que a aplicação possa ser facilmente identificada e posteriormente executada no dispositivo, foi criado e disponibilizado um ícone próprio para o efeito. Também desta forma, foi desenvolvido um fundo específico e comum a toda a aplicação, foram ainda criados ícones específicos para a execução de operações concretas.

**Arranque da aplicação:** Foi desenhada uma interface atractiva de modo a inicializar a aplicação. Usam-se alguns efeitos de aparecimento e desvanecimento em certos objectos do *layout*. Para se tornar mais agradável criamos dois ícones alusivos à aplicação em causa, conforme se pode observar na imagem seguinte:



Figura 26 - Ecrã de entrada na aplicação

**Menu principal:** Na figura abaixo representa-se a hierarquia de navegação utilizada na aplicação.

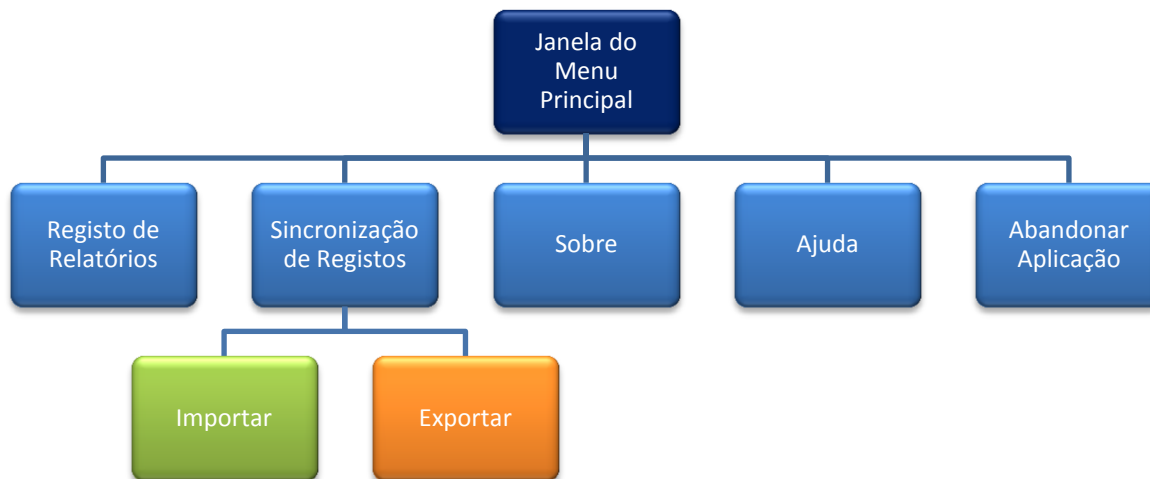


Figura 27 - Esquema das hierarquias da aplicação

A aplicação dessa hierarquia ao dispositivo móvel traduziu-se no menu principal da aplicação, o qual se pode ver na figura seguinte.



Figura 28 - Menu principal da aplicação

Relativamente às duas primeiras opções do menu principal iremos abordá-las com maior detalhe em capítulos subsequentes, incidindo agora apenas na explicação das restantes três.

**Opção “Sobre”:** Este *layout* exhibe informações sobre a aplicação e a sua versão, bem como, sobre os autores da mesma. Tal pode ser visto na figura seguinte.



Figura 29 - Layout “Sobre”

**Opção “Ajuda”:** Para a opção “Ajuda” foram preparados os recursos necessários, nomeadamente um ficheiro TXT contendo o texto de ajuda a ser disponibilizado quando a opção for seleccionada. Uma vez que este recurso é externo à aplicação, poderá ser facilmente alterado ou actualizado. Na imagem seguinte pode-se ver este mesmo *layout*.

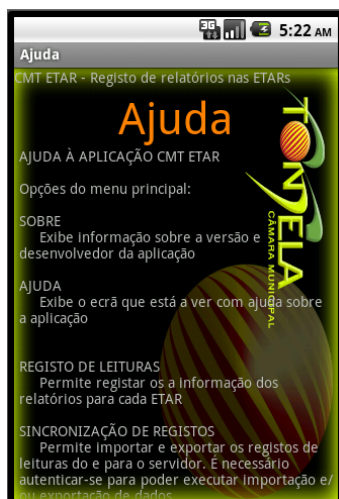


Figura 30 - Layout “Ajuda

**Opção “Abandonar aplicação”:** Esta opção permite abandonar a aplicação de forma correcta e segura, terminando (“matando”) a aplicação para que esta não fique a ocupar espaço de memória.

### 5.3.3 Armazenamento de dados no dispositivo

Para que fosse possível armazenar dados relativos às diversas ETAR’s e respectivos relatórios, tornou-se necessário criar e usar um mecanismo de armazenamento local. Para o efeito recorreu-se à livraria padrão do *android*, ou seja ao sistema de gestão de bases de dados *SQLite*.

A estrutura da tabela de armazenamento no dispositivo foi criada de acordo com os dados e campos disponíveis na aplicação web e que correspondem às necessidades da aplicação. Para o efeito foi criada a base de dados local a que se deu o nome “cmtetar.db” com a seguinte estrutura:

Relatorios	
Id:	INTEGER
IdEtar:	INTEGER
Nome:	VARCHAR(300)
Localidade:	VARCHAR(300)
Freguesia:	VARCHAR(100)
Relatorio:	TEXT

Figura 31 - Estrutura da tabela “Relatorios”

Definiu-se a base de dados (cmtetar.db), a tabela (RELATORIOS) e a sua constituição em termos de campos, tal como se pode observar na imagem seguinte:

```
private static final String FIELD_ID="_id";
public static int ID_COLUMN=0;
private static final String FIELD_IDETAR="idetar";
public static final int IDETAR_COLUMN=1;
private static final String FIELD_NOME="nome";
public static final int NOME_COLUMN=2;
private static final String FIELD_LOCALIDADE="localidade";
public static final int LOCALIDADE_COLUMN=3;
private static final String FIELD_FREGUESIA="freguesia";
public static final int FREGUESIA_COLUMN=4;
private static final String FIELD_RELATORIO="relatorio";
public static final int RELATORIO_COLUMN=5;
```

Figura 32 - Definição da base de dados e tabela no dispositivo

De seguida procedeu-se à sua criação definindo os campos constituintes e o seu respectivo tipo, tal como se pode observar pelo código abaixo:

```
private static final String DATABASE_CREATE="create table "+DATABASE_TABLE+" +
    ("+FIELD_ID+" integer primary key autoincrement," +
    FIELD_IDETAR+" long,"+
    FIELD_NOME+" text not null,"+
    FIELD_LOCALIDADE+" text not null,"+
    FIELD_FREGUESIA+" text not null,"+
    FIELD_RELATORIO+" text);";
```

Figura 33 - Criação da tabela e definição dos campos e seus tipos

Com a criação da tabela anteriormente descrita estão reunidas as condições para que se possam armazenar os dados relativos às ETAR's. Os dados desta tabela serão preenchidos quando se faz a importação do servidor onde se encontra alojada a aplicação web. Depois de se proceder à importação para a base de dados do dispositivo será possível consultar esses mesmos dados para obter a localização das ETAR's e editá-los, com a finalidade de inserir os relatórios das diversas ETAR's.

Relativamente à importação e exportação dos dados relativos às ETAR's será abordado em detalhe em subcapítulo mais adiante.

Foi igualmente necessário criar métodos para interagir com a base de dados e os seus registos. Para o efeito criaram-se métodos que permitem adicionar, eliminar, actualizar e um outro método que devolve todos os registos em forma de "cursor" para que os mesmos possam ser carregados em memória e permitir a navegabilidade entre eles.

Todos os métodos descritos anteriormente permitem, agora, executar as operações básicas de gestão dos dados da tabela. Posteriormente surgiu a necessidade de desenvolver métodos para navegar entre os registos que explicaremos mais adiante.

### 5.3.4 Ligação a Base de Dados MySql Remota

De forma a permitir a importação e exportação de dados foi necessário criar um método para estabelecer a ligação à base de dados remota. A referida base de dados encontra-se alojada no mesmo servidor onde está a aplicação web. Como já foi referido anteriormente esta base de dados contém, entre outros, os dados das ETAR's, tais como nome, número de ETAR, localização, etc.

De entre os métodos existentes para estabelecer comunicação e intercâmbio de dados entre o dispositivo *android* e bases de dados remotas, escolheu-se criar um cliente HTTP. Esta forma de comunicação revela-se fácil de implementar e expedita. Este método consiste na criação de um cliente HTTP que permite executar chamadas remotas através de POST/GET. Na imagem abaixo podemos observar o método de criação do cliente HTTP.

```
private static HttpClient mHttpClient;
private static HttpClient getHttpClient() {
    if (mHttpClient == null) {
        mHttpClient = new DefaultHttpClient();
        final HttpParams params = mHttpClient.getParams();
        HttpConnectionParams.setConnectionTimeout(params, HTTP_TIMEOUT);
        HttpConnectionParams.setSoTimeout(params, HTTP_TIMEOUT);
        ConnManagerParams.setTimeout(params, HTTP_TIMEOUT);
    }
    return mHttpClient;
}
```

Figura 34 - Criação do cliente HTTP

Além da criação do cliente HTTP propriamente dito foi também necessário criar os métodos que iram executar os pedidos POST/GET. Estes métodos serão os responsáveis por executar instruções remotas, nomeadamente executar ficheiros PHP residentes no servidor remoto com instruções *MySql*, tais como *insert*, *update*, *select*, etc.

Nas situações de respostas HTTP por parte do servidor remoto, ou seja dos ficheiros PHP com as instruções *MySql*, estas são enviadas em formato *array JSON*, um acrónimo para "*JavaScript Object Notation*", usado principalmente para permitir a troca de dados entre linguagens de programação. Posteriormente esse resultado é convertido e separado em *string*, ficando assim pronto a ser usado na aplicação *android*.

### 5.3.5 Validação de utilizador

Antes de iniciar qualquer sincronização de dados, o Técnico deverá validar-se correctamente na aplicação *android*. A validação é feita com base numa tabela existente no servidor *MySql*

“Android\_tbl\_user” anteriormente descrita no ponto 5.1.11. Surgem no ecrã do dispositivo duas caixas de texto, uma a solicitar o *login* e outra a *password*, conforme o demonstra a imagem seguinte.



Figura 35 - Layout de validação de utilizador

Existem ainda dois botões neste *layout*, o “Importar” e o “Exportar” que não se encontram disponíveis, e só surgem se o utilizador se validar correctamente. Disponibiliza-se de seguida o código associado ao botão “Aceder”.

```
//Botão Login
BtnLogin.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    //Override
    public void onClick(View v) {
        // TODO Auto-generated method stub
        ArrayList<NameValuePair> postParameters = new ArrayList<NameValuePair>();
        postParameters.add(new BasicNameValuePair("username", un.getText().toString()));
        postParameters.add(new BasicNameValuePair("password", pw.getText().toString()));
        //String valid = "1";
        String response = null;
        try {
            response = CustomHttpClient.executeHttpPost
                ("http://f6-preview.runhosting.com/cmtconta.com/android/user_validate.php", postParameters);

            String res = response.toString();
            res = res.replaceAll("\\s+", "");

            if(res.equals("1")){
                simplemsg("Login efectuado com sucesso. Bemvindo " + un.getText().toString());
                ExportaBD.setVisibility(View.VISIBLE);
                BtnImportaBD.setVisibility(View.VISIBLE);
                BtnLogin.setVisibility(View.INVISIBLE);
                un.setVisibility(View.INVISIBLE);
                pw.setVisibility(View.INVISIBLE);
                TxtInfoBd.setVisibility(View.INVISIBLE);
            }
            else
                simplemsg("Nome de utilizador ou palavra passe incorrectos! Tente novamente");
        } catch (Exception e) {
            simplemsg("Não foi possível ligar ao servidor. Verifique se tem conectividade à Internet.");
        }
    }
});
```

Figura 36 - Código associado ao botão “Aceder” – validação de utilizador

Este código divide-se em três partes:

- A colocação num “Arraylist” dos valores de *login* e *password* inseridos nas caixas de texto “un” e “pw”;
- A chamada do ficheiro “user\_validate.php” que passa por POST o conteúdo do “Arraylist”;
- Um teste efectuado ao que é devolvido pela execução do ficheiro “user\_validate.php” e que irá ditar se o login foi efectuado de forma correcta, disponibilizando desta forma os botões “Importar” e “Exportar”.

O ficheiro “user\_validate.php” tem o seguinte conteúdo.

```
<?php
//Estabelece a ligação com a BD
require_once('connection.php');
mysql_select_db($database_localhost,$localhost);

//recebe por POST, o login e password inseridos na aplicação android
$username= $_POST['username'];
$password = $_POST['password'];

//$username= "cmass";
//$password = "cmass";

// faz uma pesquisa na tabela "android_tbl_user" do MySQL pelo login e password inseridos na aplicação android
$query_search = "select * from android_tbl_user where username = '$username' AND password = '$password'";
$query_exec = mysql_query($query_search) or die(mysql_error());
$rows = mysql_num_rows($query_exec);

// caso o resultado da pesquisa devolva uma ou mais linhas, é devolvido o valor 1,
// sinal que os dados são válidos senão é devolvido o valor 0
if($rows --> 0){
    echo "1";
}
else{
    echo "0";
}

function alert($text) {
    echo "<script>window.alert('$text');</script>";
}
?>
```

Figura 37 - Código do ficheiro “user\_validate.php”

Basicamente, este ficheiro estabelece uma conexão à base de dados *MySQL*, testa se os valores de *login* e *password* inseridos no dispositivo móvel e passados por POST existem na base de dados e devolve um valor numérico que será depois tratado pela aplicação *android*. Desta forma, conseguimos validar que apenas técnicos devidamente autorizados tenham acesso aos métodos de sincronização entre o dispositivo móvel e o sistema de informação. Consegue-se ainda garantir outra operação importante com esta validação, que foi abordada no capítulo anterior na atribuição de ETAR’s durante o processo de marcação para exportação das mesmas, que cada Técnico irá importar apenas as ETAR’s que lhe foram anteriormente atribuídas pelo gestor, pois a selecção de importação é feita com base no seu ID.

### 5.3.6 Importação de dados para o dispositivo

A figura seguinte, mostra o código associado ao botão de importação da aplicação *android*.

```

BtnImportaBD.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        // TODO Auto-generated method stub
        String result = "";
        //the data to send
        ArrayList<NameValuePair> nameValuePairs = new ArrayList<NameValuePair>();
        nameValuePairs.add(new BasicNameValuePair("NomeUser", un.getText().toString()));
        //http post
        try{
            HttpClient httpClient = new DefaultHttpClient();
            HttpPost httpPost = new HttpPost("http://etartestes.cm-tondela.pt/android/importa.php");
            httpPost.setEntity(new UrlEncodedFormEntity(nameValuePairs));
            HttpResponse response = httpClient.execute(httpPost);
            HttpEntity entity = response.getEntity();
            is = entity.getContent();

        }catch(Exception e){
            simplemsg("Ocorreu o seguinte erro na ligação HTTP: "+e.toString());
        }

        //convert response to string
        try{
            BufferedReader reader = new BufferedReader(new InputStreamReader(is,"iso-8859-1"),8);
            sb = new StringBuilder();
            String line = null;
            sb.append(reader.readLine()+"\n");

            while ((line = reader.readLine()) != null) {
                sb.append(line + "\n");
            }
            is.close();
            result=sb.toString();
        }catch(Exception e){
            simplemsg("Ocorreu um erro a converter o resultado: "+e.toString());
        }

        //parse json data
        try{
            initDB();
            JSONArray jsonArray = new JSONArray(result);
            for(int i=0;i<jArray.length();i++){
                JSONObject json_data = jsonArray.getJSONObject(i);
                //Adiciona novo registo à tabela
                //long rowId = json_data.getInt("Id");
                long mIdetar = json_data.getInt("IdEtarDispositivo");
                String mName = json_data.getString("NomeEtarDispositivo");
                String mLocalidade = json_data.getString("LocalEtarDispositivo");
                String mFreguesia = json_data.getString("Freguesia");
                String mRelatorio = "";
                appDBAdapter.addRecord(mIdetar, mName,mLocalidade,mFreguesia,mRelatorio);
                simplemsg ("A importar dados da ETAR: " + json_data.getString("NomeEtarDispositivo"));
            }
            simplemsg ("Importação concluída.");
        }
        catch(JSONException e){
            simplemsg ("Ocorreu o seguinte erro: " + e.toString());
        }
    }
});

```

Figura 38 - Código associado ao botão “Importar” – Importação de dados

Na primeira parte do código é criada uma variável “ArrayList” que irá receber os dados da importação efectuada através da execução do ficheiro “importa.php” que se encontra no servidor e que estabelece uma conexão com a BD. Este ficheiro recebe por POST o nome do utilizador que fez login no dispositivo móvel e com base nele, selecciona da tabela

“Export\_Dispositivo” os registos a serem importados para o dispositivo que lhe dizem respeito. Estes registos são imediatamente a seguir eliminados da tabela “Export\_Dispositivo”, deixando-a funcional para novas importações, devolvendo o resultado da selecção feita, conforme se pode observar no código abaixo.

```
<?php
//Estabelece a ligação com a BD
require_once('connection.php');
mysql_select_db($database_localhost,$localhost);

//envia por post nome do utilizado|
$posted_nomeuser = $_POST['NomeUser'];

//Seleciona todos os registos da tabela "export_dispositivo"
$query=mysql_query("SELECT IdEtarDispositivo, NomeEtarDispositivo, LocalEtarDispositivo, Freguesia FROM export_dispositivo,
android_tbl_user where IdRelatorioTecnico=Id_user and username='".$posted_nomeuser'");

//coloca os registos num array
while($e=mysql_fetch_assoc($q)){
    $output[]=$e;
}

//Apagar os dados da tabela export_dispositivo
$query4 = "DELETE a.* FROM export_dispositivo AS a INNER JOIN android_tbl_user AS b ON a.IdRelatorioTecnico = b.Id_user WHERE
username='".$posted_nomeuser'";
$query_exec4 = mysql_query($query4) or die(mysql_error());

//Disponibiliza uma string formatada com uma representação JSON do valor $output
print(json_encode($output));

mysql_close();
?>
```

Figura 39 - Ficheiro “importa.php” que faz a importação dos dados

A segunda parte do código do botão de importação efectua um teste para verificar se foram realmente importados registos. O resultado do “ArrayList” é convertido para uma *string*, que por sua vez será inserida, linha a linha, na base de dados *SQLite* do dispositivo, em função de um ciclo FOR. Recorre-se ao método “InitDB()” para estabelecer a conexão na base de dados local do dispositivo e ao método “addrecord()” para inserir registos, métodos já anteriormente explicados.

Ao serem importados para o dispositivo móvel, estes registos trazem o ID da tabela do sistema de informação “relatorios“, que servirão precisamente para identificação e orientação na hora de os devolver à BD da aplicação web (ao efectuar-se a exportação de registos).

### 5.3.7 Actualização de registos

Depois de se proceder à importação dos dados, estes ficam disponíveis na base de dados do dispositivo, permitindo ser acedidos, visualizados e alterados. Para o efeito criou-se o *layout* apresentado na figura da página seguinte.

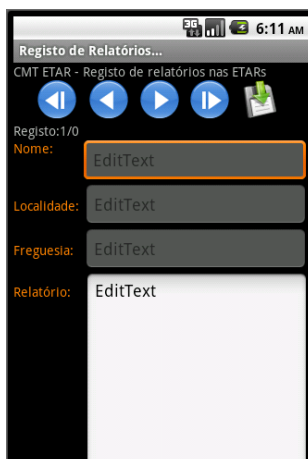


Figura 40 - Layout da inserção de relatórios

Para que seja possível actualizar os registos presentes na base de dados do dispositivo desenvolveu-se um método que executa o pretendido. O conteúdo da caixa de texto “Relatório” é lido e utilizado para actualizar o campo respectivo da base de dados. O bloco de código desenvolvido para permitir essa acção pode ser visualizado abaixo.

```
private void updateDB(){
    if (alterado){
        //Se registo alterado (pelos elementos da UI)
        //Validação de dados (armazenados nas variáveis locais)
        String msgErr="";
        long key_id=-1;
        if (mNome==null) {msgErr=msgErr+"Numero Incorrecto";}
        if (msgErr.length()>0) {simplemsg(msgErr);return;} //Não faz nada
        if(!novo){//Alteração de dados de um registo existente
            //Registo já existente e alterado nos elementos UI
            //Presume que o cursor está sincronizado com o que está visível nos elementos UI
            //e, por isso, utiliza os valores das variáveis locais e o campo ID do cursor
            key_id=cursor.getInt(appDBadapter.ID_COLUMN);//Chave primária
            appDBadapter.updateRecord(key_id, mRelatorio);
            alterado=false;
            novo=false;
            simplemsg("Registo guardado. " + "ETAR: " + mNome + "Relatorio: " + mRelatorio);
        }
    }
}
```

Figura 41 - Método de actualização de dados da tabela “relatorios”

Para a navegabilidade entre registos foram adicionados botões ao *layout* que permitem as acções: Ir para primeiro, ir para anterior, ir para seguinte e ir para último. Foi igualmente necessário desenvolver código associado a cada um destes botões para que produzissem o efeito pretendido. Na figura da página seguinte podemos visualizar a programação para as acções de cada um desses botões.

```
//Botão primeiro registo
private void initBBegin()
{
    Button mButton = (Button) findViewById(R.id.BBegin);
    mButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        public void onClick(View v) {
            cursor.moveToFirst();
            updateUI();
        }
    });
}
```

Figura 42 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o primeiro registo”

```
// Botão registo anterior
private void initBPrevious()
{
    Button mButton = (Button) findViewById(R.id.BPrevious);
    mButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        public void onClick(View v) {
            if (!cursor.isFirst()) {
                cursor.moveToPrevious();
                updateUI();
            }
        }
    });
}
```

Figura 43 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o registo anterior”

```
// Botão registo seguinte
private void initBNext()
{
    Button mButton = (Button) findViewById(R.id.BNext);
    mButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        public void onClick(View v) {
            if (!cursor.isLast()) {
                //Só avança para a posição seguinte se o cursor não
                //estiver na última posição(position=getCount()-1)
                cursor.moveToNext();
                updateUI();
            }
        }
    });
}
```

Figura 44 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o registo seguinte”

```
// Botão ultimo registo
private void initBEnd()
{
    Button mButton = (Button) findViewById(R.id.BEnd);
    mButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        public void onClick(View v) {
            cursor.moveToLast();
            updateUI();
        }
    });
}
```

Figura 45 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o último registo”

O *layout* e os seus componentes descritos anteriormente em conjunto com os métodos criados para o efeito permitem tanto a navegabilidade entre registos, como a actualização de relatórios para as diversas ETAR's por parte do Técnico acreditado.

### 5.3.8 Exportação de dados para o servidor

A figura da página seguinte, mostra o código associado ao botão que exporta registos da BD da aplicação *android* para a BD da aplicação web.

## 5 - Concepção e Implementação

```
ExportaBD.setOnClickListener (new View.OnClickListener() {

    public void onClick(View v) {
        // TODO Auto-generated method stub
        HttpClient httpClient = new DefaultHttpClient();
        HttpPost httpPost = new HttpPost("http://etartestes.cm-tondela.pt/android/exporta.php");
        initDB();

        try {
            for(int i=0; i<cursor.getCount();i++){
                List<NameValuePair> nameValuePairs = new ArrayList<NameValuePair>(2);
                simplemsg("A exportar relatorios da ETAR de: "+cursor.getString(AppDBAdapter.NOME_COLUMN));
                nameValuePairs.add(new BasicNameValuePair("IDetar", cursor.getString(AppDBAdapter.IDETAR_COLUMN));
                nameValuePairs.add(new BasicNameValuePair("Relatorio", cursor.getString(AppDBAdapter.RELATORIO_COLUMN));
                httpPost.setEntity(new UrlEncodedFormEntity(nameValuePairs));
                long key_id=cursor.getInt(AppDBAdapter.ID_COLUMN);//Chave primária
                //Elimina registo
                appDBAdapter.deleteRecord(key_id);
                cursor.moveToNext();
                // Execute HTTP Post Request
                HttpResponse response = httpClient.execute(httpPost);
            }
        } catch (ClientProtocolException e) {
            // TODO Auto-generated catch block
            simplemsg("Ocorreu o seguinte erro na ligação HTTP: "+e.toString());
        } catch (IOException e) {
            // TODO Auto-generated catch block
            simplemsg("Ocorreu o seguinte erro: "+e.toString());
        }
        simplemsg("Exportação concluída");
    }
});
```

Figura 46 - Bloco de código da acção do botão “Exportar”

Na primeira parte do código do botão “Exportar”, é executado um ficheiro “exporta.php” que se encontra no servidor e que estabelece uma conexão com a base de dados do sistema de informação, conforme código da imagem abaixo.

```
<?php
//Estabelece a ligação com a BD
require_once('connection.php');
mysql_select_db($database_localhost,$localhost);

//envia por post os dois valores a serem actualizados na tabela "Contagens"
$posted_IDetar = $_POST['IDetar'];
$posted_Relatorio= $_POST['Relatorio'];

//Coloca o valor da data na variavel "Today"
$today = date ("Y-n-j H:m:s");

//sincronizar a tabela contagens com os dados do dispositivo
$query = "update relatorios set DescricaoRelatorio='".$posted_Relatorio"', DataRelatorio='".$today' ";
$query.="where IdEtar='".$posted_IDetar"' AND Dispositivo = 1";
$query_exec = mysql_query($query) or die(mysql_error());

//retirar a indicacao de que o contador estava exportado
$query2 = "update etar set Exportado = 0 where Id='".$posted_IDetar'";
$query_exec2 = mysql_query($query2) or die(mysql_error());

//retirar a indicacao de exportado as contagens anteriormente exportadas
$query3 = "update relatorios set Dispositivo = 0 where IdEtar='".$posted_IDetar"' AND Dispositivo = 1";
$query_exec3 = mysql_query($query3) or die(mysql_error());

function alert($text) {
    echo "<script>window.alert('$text');</script>";
}
?>
```

Figura 47 - Bloco de código da acção do botão “Ir para o último registo”

Este ficheiro recebe por POST o ID do relatório e o respectivo texto registado no dispositivo móvel. É ainda criada uma variável que recebe a data do sistema, dados que serão actualizados na tabela “relatorios” com os valores recolhidos.

São ainda feitas mais duas operações: é retirada a indicação na tabela “relatorios” de que aquele relatório se encontrava no dispositivo móvel e é actualizada a tabela “etar”, para lhe retirar a indicação de que a ETAR tinha sido exportada.

Desta forma, os dados recolhidos pelo Técnico no dispositivo móvel ficam actualizados no sistema de informação e disponíveis para as novas operações por parte do Gestor, isto é, a ETAR fica disponível para poder ser novamente importada para um dispositivo móvel.

Finalmente o código do botão “Exporta” percorre a tabela *SQLite* do *android* e elimina todos os registos anteriormente transferidos dispositivo. Desta forma a tabela local fica vazia e pronta para receber novas importações.

### **5.4 Criação de rotas optimizadas**

Este subcapítulo tem como objectivo explicar a criação de um algoritmo para encontrar a rota de menor distância entre N diferentes ETAR’s, nas quais regularmente é necessário proceder a vistorias, manutenções e operações de limpeza.

Para testar todas as possibilidades de rotas para N ETAR’s seria necessário efectuar o cálculo  $N!$  (N Factorial). Operação bastante simples, rápida e eficaz, para calcular uma rota com 3 a 6 pontos. Por exemplo: 6! espelha 720 combinações possíveis. No entanto, se pensarmos numa deslocação por 20 ETAR’s diferentes, seria necessário calcular 20!, isto é, qualquer coisa como 2.432.902.008.176.640.000 soluções possíveis de rotas, solução impossível de calcular manualmente e demasiado morosa para calcular computacionalmente, isto é não calculável num tempo oportuno.

É precisamente aqui que entram os Algoritmos Genéticos AG, pois podem ser usados para solucionar este problema num período de tempo muito inferior. Embora não haja garantias de encontrar a melhor solução, o algoritmo pode encontrar uma solução satisfatória e bastante próxima da óptima. A título de exemplo, para o mesmo percurso de 20 localidades o cálculo pode ser efectuado em menos de 1 minuto.

Das diversas abordagens, aquelas classificadas como algoritmos evolutivos (AE) e algoritmos imunológicos têm-se destacado pela eficiente solução de problemas de pesquisa e optimização, principalmente os de carácter combinatório.

Os AG's são um dos vários métodos que se utilizam para a resolução de problemas complexos. Este método tem por base um processo iterativo sobre uma determinada população fixa, denominados indivíduos, que representam as várias soluções do problema. Esta técnica advém do processo de evolução dos seres vivos demonstrada por Darwin.

Da mesma forma que os sistemas biológicos, ao longo da sua evolução, tiveram que se “moldar” às alterações ambientais para a sua sobrevivência, os algoritmos genéticos acumulam a informação sobre o ambiente com o intuito de se adaptarem ao novo meio. Tal informação funciona como um sistema de triagem para a obtenção de novas soluções exequíveis.

O método dos algoritmos genéticos é muito utilizado devido à simplicidade de operação, eficácia pela determinação de um máximo global e aplicabilidade em problemas onde se desconhece o modelo matemático ou onde o mesmo se torna impreciso em funções lineares e não-lineares [Costa, 2003].

A solução passa por isso por implementar um AG que satisfaça a necessidade sentida, isto é com base nas ETAR's a que cada Técnico deve deslocar-se o algoritmo genético determinará uma rota optimizada, resolvendo um problema clássico de optimização combinatória.

### **5.4.1 Algoritmo Genético**

Antes de mais interessa explicar alguns conceitos-base que são de vital importância para a compreensão deste subcapítulo, tais como informações sobre os AG's, a sua estrutura, o seu modo de funcionamento e os seus constituintes.

Os AG's são técnicas de procura e optimização baseados em mecanismos de selecção natural. Foram desenvolvidos por John Holland, seus colegas e alunos na Universidade de Michigan nas décadas de 60 e 70, como o objectivo de estudar formalmente o processo de adaptação natural, implementando-os em sistemas computacionais [Holland 1975]. Estes algoritmos permitem abordar problemas complexos sobre os quais exista pouca informação, excepto a forma de avaliar uma boa solução. Podem ser aplicados a

um conjunto diversos de problemas [Goldberg 1989], permitindo obter melhores resultados que outras técnicas de optimização.

Um AG é um algoritmo que procura soluções aproximadas, usando técnicas derivadas da biologia (tais como herança, cruzamentos, recombinação, mutação, princípio da selecção natural proposto por Darwin) para problemas que não são exequíveis em tempo útil recorrendo a outras técnicas de resolução de problemas (tais como métodos matemáticos, método simplex, etc). É também importante referir que os AG's são uma subclasse dos algoritmos evolucionários.

Os AG's são normalmente implementados usando simulação num computador, em que um conjunto (designado por população) de representações abstractas (chamadas cromossomas, constituídos por genes) de possíveis soluções (chamados indivíduos) evolui no sentido de descobrir melhores soluções.

Assim, tiram-se algumas grandes diferenças entre os AG's e outras técnicas de resolução de problemas, tais como:

- Não trabalham directamente com o domínio do problema mas com representações dos seus elementos;
- Executarem a procura num conjunto de candidatos (população) e não apenas um;
- Não terem conhecimento específico do problema, utilizando apenas a função objectivo;
- Utilizarem basicamente regras probabilísticas.
- Deve-se também referir que não é garantida a descoberta da solução óptima! Vão sendo encontradas iterativamente soluções mais adequadas e que vão sendo melhoradas ao longo do algoritmo.

### **Estrutura e componentes de um AG**

Nos AG's as variáveis do problema, ou conjunto de parâmetros, são representadas como genes num cromossoma (cromossoma esse que se designa por indivíduo). O valor que o

gene pode tomar é denominado alelo, enquanto que a posição no cromossoma (de um determinado gene) é denominado locus.

Os algoritmos genéticos utilizam um conjunto de soluções candidatas a que se dá o nome de população. Recorrendo aos operadores genéticos (selecção, cruzamento, mutação e outros) é possível obter as melhores soluções, ou seja, os cromossomas mais aptos são escolhidos.

O desempenho ou aptidão (fitness, em inglês) de cada indivíduo (cromossoma) é avaliado com base na função objectivo. A selecção natural permite que os indivíduos mais aptos sejam os progenitores da geração seguinte, ou seja, geram descendentes na população seguinte.

Os indivíduos podem ser considerados a dois níveis: ao nível do fenótipo e ao nível do genótipo. O fenótipo de um indivíduo corresponde ao seu valor no domínio onde a função objectivo é definida. O genótipo de um indivíduo corresponde à representação do seu fenótipo. O fenótipo é codificado no genótipo, tradicionalmente utilizando código binário, mas podem ser utilizadas outras estruturas de dados, como os valores reais, matrizes, entre outros.

O operador cruzamento permite que os genes de dois cromossomas progenitores, previamente seleccionados, sejam combinados para formar dois novos cromossomas na população seguinte, os quais, em principio, serão mais aptos que os seus progenitores, melhorando a população.

O operador mutação permite introduzir diversidade genética na população. Alterando arbitrariamente um ou mais componentes de uma estrutura escolhida entre a descendência, este operador permite introduzir novos elementos à população de forma a assegurar que a probabilidade de se chegar a qualquer ponto do espaço de procura não seja nula. Este operador aplica-se geralmente a seguir ao cruzamento.

Apresenta-se a seguir a estrutura de um AG simples em forma de pseudo-código:

- A. Escolher população inicial (ver Nota A)
- B. Avaliar a aptidão de cada indivíduo
- C. Enquanto não for atingida a condição de paragem (ver Nota C)
  - C1. Seleccionar indivíduos para reprodução;
  - C2. Aplicar operador de recombinação;
  - C3. Aplicar operador de mutação;
  - C4. Reavaliar a aptidão dos indivíduos.

Figura 48 - Pseudo-código para o algoritmo genético

**Notas:**  
A - Usualmente a população inicial é escolhida gerando um dado número de indivíduos aleatoriamente.  
C - Existem várias condições de paragem, tais como um limite de tempo para o AG correr, a descoberta de um indivíduo com determinadas características, a chegada a um estado de estagnação em que a aptidão dos indivíduos não sofre variações apreciáveis, mas a usada neste caso foi o estabelecimento de um número fixo de gerações que o AG irá correr. Podem ainda ser usadas combinações das técnicas acima descritas.

De forma gráfica e para melhor se compreender a estrutura e funcionamento de um AG podemos observar a figura seguinte.

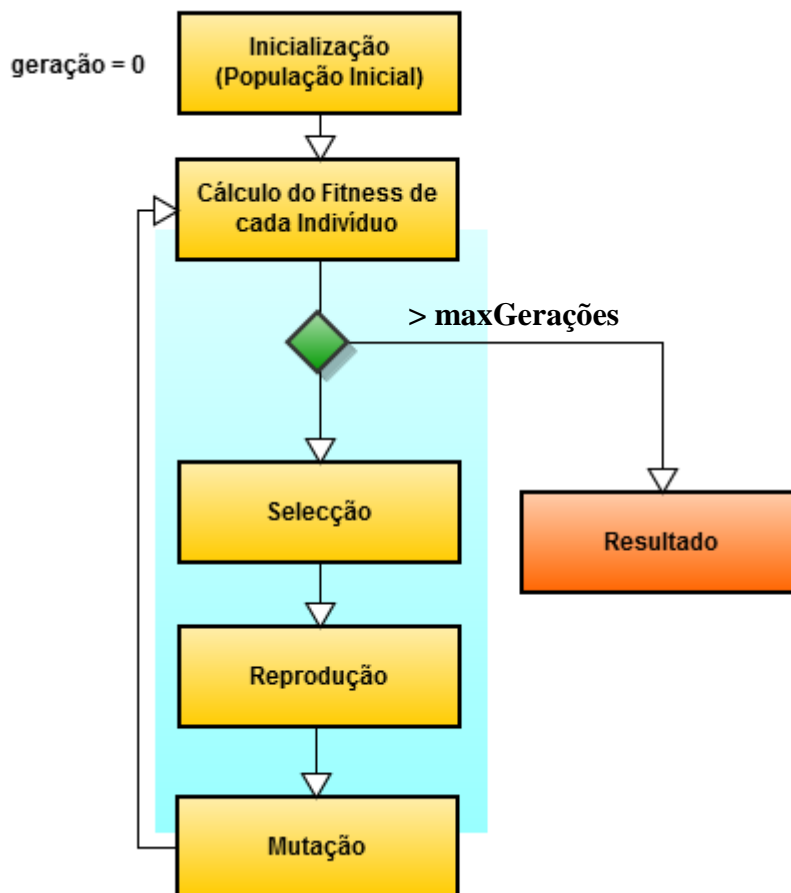


Figura 49 - Funcionamento geral de um algoritmo genético

Como se pode verificar, o algoritmo começa por gerar uma população inicial, repetindo depois várias acções até atingir um determinado número de gerações e atingir uma possível solução.

Em cada geração é calculado o *fitness* de cada indivíduo, com base na função objectivo, para todos os indivíduos que constituem a população. Posteriormente são seleccionados, utilizando um dos operadores de selecção, os indivíduos que serão utilizados para a reprodução. Aplicam-se depois os operadores cruzamento e mutação aos indivíduos seleccionados. Os indivíduos obtidos constituem a população da geração seguinte.

### 5.4.2 O problema

Os Municípios têm várias ETAR's, que se encontram dispersas pelo Concelho. Para além de ser necessário proceder à sua manutenção, é necessário efectuar operações de limpeza e acções de vigilância constantes. Para isso, cada município tem normalmente uma equipa de Técnicos que se desloca às ETAR's para proceder a essas operações.

Para tal, pretende-se elaborar um AG que permita otimizar as rotas dos técnicos, pelo Concelho, isto com base dos dados armazenados na tabela "etar", nome e coordenadas GPS, o ID do Técnico da tabela "AndroidTblUser" e as respectivas distâncias entre cada ETAR, registadas na tabela "distancias". Com base nesses dados será possível, escolher as ETAR's e recorrendo a um AG calcular uma rota otimizada para esse percurso.

Após a conclusão da implementação do algoritmo, tentar-se-á dar um sentido mais prático à sua utilização. Para isso, pretende-se disponibilizar o resultado final de uma forma gráfica e intuitiva para o utilizador, disponibilizando no *Google Maps* os pontos a visitar.

O problema anteriormente descrito é de todo semelhante ao problema do Caixeiro-viajante.

O problema do Caixeiro-viajante é um problema de análise combinatória, e é um bom exemplo de problemas de elevada complexidade espacial/temporal, e pode ser enunciado como: ***“Dado um número de cidades, qual é o caminho mais curto que passa por todas elas uma e uma só vez regressando ao ponto de partida?”***.

Se o problema for resolvido pela abordagem “força bruta” (analisar todos os caminhos possíveis e deles escolher o mais curto), a complexidade deste problema pode ser dada por

$N!$  ( $N$  factorial), onde  $N$  representa o número de cidades, pelo que este problema é considerado como *NP-hard* [Garey 1979].

Por causa desta e outras características, este é um dos problemas de optimização combinatória mais estudados na literatura, tendo diversas abordagens de solução propostas [Johnson 1997].

Podemos ver uma representação gráfica de um exemplo deste problema com 7 cidades na seguinte figura:

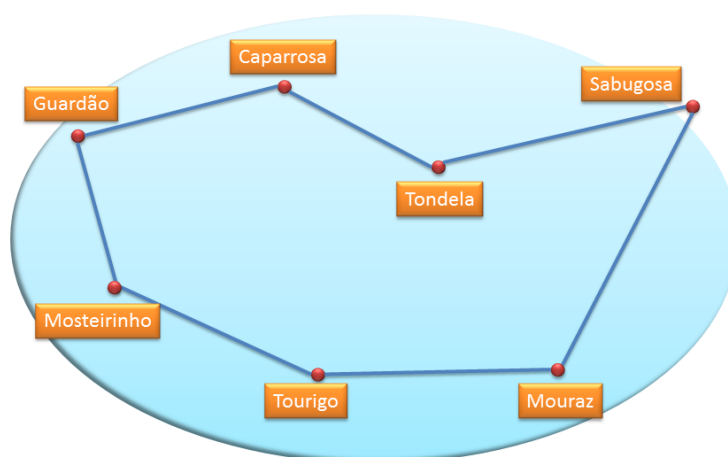


Figura 50 - Cenário de um problema com 7 cidades

### 5.4.3 Adequação do AG ao cálculo de rotas

Antes de iniciar o algoritmo propriamente dito, é necessário fornecer-lhe dados para que possa ser executado convenientemente. Deverá recolher automaticamente, com base no ID do técnico, os ID's das ETAR's e respectivas coordenadas GPS que lhe estão destinadas, para que com base nessa informação, possa seleccionar da tabela "distancias" as respectivas distâncias entre elas. Deverá também ser indicado o número de soluções válidas (população) a gerar inicialmente, finalmente deverá ser colocado o número de gerações a serem criadas com base na população inicial. Para além destes dados, disponibiliza-se ainda uma variável para controlar o elitismo do algoritmo, impedindo assim que possa convergir cedo demais.

Importa ainda salientar que as distâncias entre cada uma das diferentes ETAR's estão devidamente registadas e irão servir de base para o trabalho que o algoritmo irá executar.

A posição  $(i,j)$  representa a distância euclidiana, em metros, entre a ETAR  $i$  e a ETAR  $j$ ; por exemplo, a posição  $(1,1)$  representa a distância entre a ETAR A e ela mesma, ou seja, é zero;

a posição (1,4) representa a distância entre a ETAR 1 e a 4, ou seja é igual a 2300 metros, conforme se pode observar na figura seguinte.

Localidades	A - Tondela	B - Ferreiros	C - Barreiro	D - Molelos	E - Tonda	F - Guardao
A - Tondela	0	9400	11600	2300	2700	15200
B - Ferreiros	9400	0	20800	13100	7000	26000
C - Barreiro	11600	20800	0	11800	14400	15600
D - Molelos	2300	13100	11800	0	4900	13000
E - Tonda	2700	7000	14400	4900	0	19300
F - Guardao	15200	26000	15600	13000	19300	0

População

Gerações

Elitismo

Figura 51 - Distâncias para as ETAR seleccionados

#### 5.4.4 Representação dos indivíduos

A representação dos indivíduos é o modo pelo qual o contexto do problema é passado ao algoritmo de forma que ele possa manipular os candidatos à solução. Nos AG's esta representação é chamada de cromossoma do indivíduo. Para este problema e para ser mais específico, organizou-se a informação da seguinte forma:

Foram criadas estruturas de *arrays* para armazenar os nomes de cada ETA, a sua a localização geográfica (Coordenadas GPS), bem como as distâncias entre todos os fontanários.

Para passar do problema para o algoritmo, codificou-se cada ETAR, atribuindo-lhe uma letra. Da listagem total de ETAR's, foram seleccionadas aleatoriamente as presentes na primeira linha da figura 51. Para cada uma delas foi-lhe atribuída uma letra (sequencial) do alfabeto, linha 2 da figura abaixo.

Deste ponto para a frente, no restante processo do algoritmo, as ETAR's não serão mais designadas pelo seu nome, mas sim pela letra que as representa.

Podemos observar na figura seguinte, a forma como se procede a essa codificação:

Tondela	Ferreirós	Barreiro	Molelos	Tonda	Guardão
A	B	C	D	E	F

Figura 52 - Codificação das ETAR's em letras

### 5.4.5 População inicial

O primeiro passo na implementação do algoritmo, é a geração completamente aleatória de uma população inicial de cromossomas, que é formada por um conjunto de ETAR's a visitar previamente seleccionadas em função do técnico que as irá visitar.

As ETAR's seleccionadas, são colocados num array sob a forma de letras. Usou-se uma função para baralhar aleatoriamente as letras do array, esta baralhação, acontece tantas vezes quanto o número de população inicialmente indicado, gerando-se assim a população inicial.

Basicamente, esta lista representa possíveis soluções para resolver o problema, isto é rotas de visita para as ETAR's que o utilizador pretende visitar.

**Cálculo de n de gerações e atribuições genéticas:** Cria-se um array novo que irá registar percursos e distâncias, ao mesmo tempo que calcula e guarda a maior distância gerada nessas gerações (valor que irá servir de afinação, ou *fitness*). De seguida, atribui-se informação genética à população gerada, por cada rota criada, calcula-se a métrica, isto é a diferença entre a maior distância guardada e a actualmente gerada, para posteriormente servir de termo de comparação. O somatório de todas essas métricas também fica registado.

Regista-se ainda uma percentagem para cada rota, com base na métrica de cada uma e no total das métricas calculadas. À percentagem mais alta, correspondem rotas melhores. Estas são ordenadas pelas percentagem, colocando a melhor de todas na, posição zero do array.

**Seleção dos pais:** Nesta implementação foi utilizada um sistema de roleta para selecção dos indivíduos a partir da população gerada.

**Funcionamento do sistema de roleta:** A selecção em AG's é tipicamente implementada por uma roleta onde cada indivíduo é representado por uma fatia proporcional à sua aptidão relativa.

Este mecanismo consiste em dividir o intervalo [0, aptidão\_total] em regiões baseadas na percentagem de cada aptidão individual no todo. A probabilidade de uma hipótese ser seleccionada é proporcional à sua própria aptidão (*fitness*) e inversamente proporcional à aptidão das outras hipóteses competidoras, na população corrente. Podemos consultar na figura 52, uma representação que ilustra o sistema de roleta.

Como foi referenciado anteriormente a selecção dos progenitores é feita com base na aptidão, indivíduos mais aptos têm maior probabilidade de se reproduzirem e produzirem soluções mais próximas da solução ideal.



Figura 53 - Exemplo do uso do método de Selecção por Roleta.

**Cruzamento:** Com base na selecção efectuada pelo método anteriormente descrito, procedeu-se à implementação do mecanismo de Cruzamento/Reprodução (*Crossover*). Com base no “pai” e na “mãe” seleccionados, nasce um “filho” através de uma operação de *uniforme crossover* (operador uniforme) que podemos observar mais afincadamente na figura seguinte:

Pai	A	B	C	D	E	F
Mãe	D	E	F	A	B	C
Filho	A	E	C	D	B	F

Figura 54 - Operação de uniforme crossover

**Operador *uniforme crossover*:** A letra correspondente à ETAR a visitar é escolhida aleatoriamente do pai ou da mãe. A letra escolhida é colocada na respectiva posição de um novo array, formando-se assim uma nova solução (filho). Neste processo, houve inicialmente a preocupação de aproveitar apenas filhos válidos, impedindo assim que as soluções inválidas criadas (com ETAR’s repetidas) sejam aproveitadas. Isto quer dizer que para achar um filho válido, o algoritmo, está sujeito a exercer demasiados cálculos.

Usou-se inicialmente o operador uniforme. No ponto 5.4.6 serão abordadas duas variantes deste operador para efectuar comparações.

**Condições de Paragem para a criação de gerações:** No algoritmo criado foram pensadas duas formas de paragem para a criação de novas gerações. A primeira é definida pelo número de gerações a criar. Pode entretanto acontecer que o segundo mecanismo de

paragem seja activado no decorrer da criação de gerações. Se se verificar que as gerações criadas começam a convergir, e se os cromossomas da geração criada forem todos idênticos, o algoritmo pára, impedindo que se realizem mais cálculos, que obviamente se traduzem em resultados desnecessários.

**Condições de Afinação – Elitismo:** O mecanismo de elitismo consiste em passar um conjunto dos melhores indivíduos de uma geração para a geração seguinte.

No entanto, o facto de serem seleccionados apenas bons indivíduos, pode provocar uma tendência maior à convergência genética, que leva à interrupção precoce da criação das gerações. Na prática, quando os indivíduos gerados são idênticos, não serve de nada continuar com a criação de gerações, uma vez que as próximas, continuarão iguais às anteriores.

Para ultrapassar este problema, recorre-se à variável que controla o elitismo, referida anteriormente. Se o valor desta variável for baixo, o algoritmo poderá convergir rapidamente, uma vez que irá reter um certo número de melhores indivíduos. Caso se diminua o valor da variável, a convergência tardará, ou possivelmente nem acontecerá, pois os indivíduos a reter terão forçosamente piores características que farão variar largamente as soluções obtidas, sendo provável que atinja o número máximo definido para a criação de gerações.

### 5.4.6 Versões criadas para os cruzamentos

Importa realçar que, com base na implementação inicial e numa tentativa de optimização, reformulou-se a função de cruzamento que se baseava no *Uniforme Crossover* que passa a ser designada por **Versão 1**, dando origem a outras duas versões que se descrevem de seguida.

**Versão 2 Optimização do *Uniforme Crossover*:** Nesta versão optimizou-se o funcionamento do algoritmo da versão 1, rectificando o seu tempo de execução, que era moroso, devido à sucessiva criação de filhos inválidos por surgirem com ETAR's repetidos. Este facto foi ainda mais notório quando se aumentou o valor de ETAR's e da população inicial a ser gerada.

Basicamente, passou-se a garantir que todos os filhos gerados fossem válidos, logo na primeira tentativa de criação, poupando assim o tempo que se perdia a criar filhos inválidos. Em seguida exemplifica-se de forma gráfica o funcionamento desta forma de cruzamento.

Pai	A	B	C	D	E	F
Mãe	D	E	F	A	B	C
Filho	A					

Pai	B	C	D	E	F
Mãe	D	E	F	B	C
Filho	A	D			

Pai	B	C	E	F
Mãe	E	F	B	C
Filho	A	D	B	

Pai	C	E	F	
Mãe	E	F	C	
Filho	A	D	B	C

Pai	E	F			
Mãe	E	F			
Filho	A	D	B	C	E

Pai	F					
Mãe	F					
Filho	A	D	B	C	E	F

Figura 55 - Funcionamento da versão 2

A alteração implementada consiste, a cada iteração, remover dos *arrays* “pai” e “mãe” a ETAR, neste caso a letra, que foi escolhida aleatoriamente dos progenitores, garantindo que essa letra, na próxima iteração, já não fica disponível. Evitamos assim a duplicação de ETAR’s durante o processo de geração de um filho.

**Versão 3 - Optimização do *Uniforme Crossover* mantendo inalterável uma percentagem dos genes de um dos pais:** Nesta versão, fixa-se uma percentagem de genes, aleatoriamente seleccionado a partir de um dos pais que irão ser mantidos inalteráveis para os filhos gerados. A restante percentagem de genes, para completar o cromossoma gerado, são obtidos através do método da versão 2 (explicado anteriormente), conforme está exemplificado na figura da página seguinte.

Pai	A	B	C	D	E	F
Mãe	D	E	F	A	B	C

% a manter = 25% que corresponde a duas ETAR's

Novos Pais

Pai	A	B	C	F
Mãe	F	A	B	C

Filho depois de realizados os cruzamentos nos restantes 75%

filho	D	E	A	F	B	C
-------	---	---	---	---	---	---

Cruzamentos nos restantes 75%

Pai	A	B	C	F
Mãe	F	A	B	C
filho	A			

Pai	B	C	F
Mãe	F	B	C
filho	A	F	

Pai	B	C	
Mãe	B	C	
filho	A	F	B

Pai	C			
Mãe	C			
filho	A	F	B	C

Variações

Pai	A	B	C	D	E	F
Mãe	D	E	F	A	B	C

% a manter = 50% que corresponde a duas ETAR's

Pai	A	B	C	D	E	F
Mãe	D	E	F	A	B	C

% a manter = 75% que corresponde a duas ETAR's

Figura 56 - Funcionamento da versão 3

### 5.4.7 Demonstração

Para a correcta apreciação dos resultados destes testes, deverá ter-se em conta que cada uma das linhas representa a média obtida através de 500 execuções. Os tempos apresentados são medidos em segundos.

**Cenário 1- População inicial:100 Gerações:5 Elitismo:1**

Conforme apresentado na figura abaixo, alterando o valor das ETAR's a visitar, de 6 para 12, verificou-se a ineficiência da primeira versão do algoritmo, não pelos resultados obtidos, mas sim pelo tempo demorado na execução do algoritmo. Para um problema pouco complexo (atendendo aos dados de entrada) é notório o ganho no tempo de execução na versão 2 em relação à versão 1.

		Versão 1			Versão 2		
ETAR's		Tempo	Distância	Gerações	Tempo	Distância	Gerações
6		0,592	48,520	5,000	0,283	44,600	5,000
12		31,098	119,060	5,000	0,390	117,460	5,000

Figura 57 - Medições de tempos versão 1 e 2

**Cenário 2 – ETAR's:12 População inicial:20 Gerações:50**

Conforme demonstrado na figura abaixo, alterando o valor do elitismos e mantendo todas as outras variáveis do problema inalteradas, foram obtidos melhores resultados, isto é, distâncias mais curtas para o mesmo percurso, num número inferior de gerações, para um valor maior do elitismo. Por esta abordagem, conclui-se que ao aumentar o valor do elitismo, a solução converge mais rapidamente.

		Versão 1			Versão 2		
Elitismo		Tempo	Distância	Gerações	Tempo	Distância	Gerações
1		3,588	138,820	17,200	0,337	120,100	25,600
5		3,185	131,120	10,800	0,202	108,720	17,000

Figura 58 - Medições de tempos versão 1 e 2

**Cenário 3 – ETAR,s:12 População:100 Gerações:20 Elitismo:1**

Neste cenário, é possível comparar o comportamento das soluções obtidas a partir da utilização das 3 versões do algoritmo de cruzamento.

Teste 1 – Utilizando a versão 1

Média de resultados obtidos para 500 testes:

Distância: 118,800 km's Duração operação: 59seg

Este tempo excessivo, face aos testes seguintes, deve-se ao número de tentativas necessárias até ser gerado uma nova rota válida. A figura seguinte mostra um excerto das tentativas necessárias para obter novas rotas.

```
TENTATIVAS: 6154  
TENTATIVAS: 1012  
TENTATIVAS: 827  
TENTATIVAS: 2064  
TENTATIVAS: 1049  
TENTATIVAS: 130  
TENTATIVAS: 3580
```

Figura 59 - Número de tentativas 3

Podemos verificar que para obter uma nova rota válida, isto é, sem duplicação de ETAR's, foram necessários efectuar 6154 tentativas de *crossover*. Se tivermos em atenção que este cenário envolve uma população de 100 percursos e face às tentativas necessária para obter cada nova solução, facilmente se explica o tempo consumido pelo algoritmo no cálculo e apresentação de uma solução.

### Teste 2 – Utilizando a versão 2

Média de resultados obtidos para 500 testes:

Distância: 105,400 Km's Duração operação: 1,3seg

Alterando a forma como o cruzamento é efectuado, garantindo a cada iteração uma solução válida, a diferença em termos de tempo gasto para apresentação dos resultados é bastante significativa, conforme se pode observar (59seg para 1,3seg). Além disso conseguimos, em média, melhores soluções para o teste 2 na distância obtida.

### Teste 3 – Utilizando a versão 3

Abordagem: Criar uma nova função que aceita um parâmetro para ser possível fazer alguns ajustes, indicando percentualmente a parte inicial do percurso a manter intacta. À parte restante será aplicado a segunda versão do cruzamento.

Fizemos vários testes fazendo variar o factor de afinação pelos seguintes valores: 15%, 25%, 50% e 75%.

Para os 500 testes efectuados, em média obtivemos os apresentados na seguinte figura 60:

Factor	15%	25%	35%	50%	75%
Distância	101,380	103,720	107,020	114,080	130,500
Tempo	1,46 seg	1,39 seg	1,41 seg	1,33 seg	1,17 seg

Figura 60 - Resultados da versão 3

Para um factor baixo, entre 15 a 25%, os resultados obtidos na distância a percorrer conseguem ser ligeiramente melhores comparativamente aos obtidos nos testes 1 (118,000 km's) e teste 2 (105,400 km's) efectuados anteriormente. À medida que o factor vai aumentando, também se verifica um aumento na distância a percorrer, motivado pelo menor número de combinações possíveis de realizar.

É de concluir que se se mantiverem intacto os primeiros 2 ou 3 primeiros pontos a visitar (num universo de 12, utilizados para os testes), consegue-se obter melhorias no que respeita à distância a percorrer. Quanto ao tempo necessário para o cálculo dos resultados, este é muito semelhante ao obtido no teste 2.

**Análise:** À medida que se vão efectuando os sucessivos ajustes aos algoritmos, foi-se conseguindo sempre melhores resultados. No caso da versão 3, é de salientar que deve usar um factor relativamente baixo (entre 15 a 25%) para obter melhores resultados.

A versão 1, embora consiga resultados também satisfatórios, com distâncias ligeiramente superiores aquelas obtidas pelas outras versões, consome demasiado tempo quando se aumenta o número de pontos a visitar, mas principalmente quando solicitar uma população maior.

### 5.4.8 Representação dos Resultados

Um dos objectivos seria também criar uma interface simples de utilizar, para apresentar o resultado não apenas de uma forma textual, mas também complementada com a visualização sobre um mapa que permite uma rápida e fácil percepção.

A solução que se apresentava numa fase inicial mais viável era apenas representar os pontos num plano vazio, sendo que com esta solução apenas era possível observar a distância existente entre os mesmos. Rapidamente se percebe que este método não se traduz numa



Depois de se ter conseguido implementar o algoritmo com êxito, debruçou-se especial atenção sobre a optimização da operação de cruzamento. Com o desdobramento do algoritmo de cruzamento em três versões, conseguiu-se ir chegando sempre a soluções melhores, principalmente em duas vertentes: melhor tempo de execução e obtenção de rotas mais optimizadas, isto é distâncias mais curtas.

Julga-se por isso ter conseguido implementar com sucesso a solução preconizada inicialmente, com a mais-valia de ter conseguido optimizá-la em tempo e em distâncias. Para além disso, a solução tornou-se intuitiva na selecção das ETAR's e bastante atractiva na disponibilização dos resultados, tornando-se numa ferramenta usável com sentido bastante prático.



## **6. Testes**

Este capítulo descreve o modo como foi sendo disponibilizada a aplicação por forma a testar convenientemente as suas funcionalidades com o intuito de a otimizar, de ter um produto funcional e capaz de responder às necessidades dos utilizadores.

### **6.1 Aplicação web**

A aplicação web que faz a gestão de dados das ETAR's, análises recolhidas e troca de correspondência foi inicialmente desenvolvida num computador local, recorrendo a uma máquina virtual, privilegiando principalmente o desenvolvimento das suas funcionalidades em detrimento da sua imagem.

Quando já se encontrava estável e funcional, foi disponibilizada num servidor web para que a técnica responsável pudesse por em prática o que tinha sido pormenorizadamente pensado e delineado, efectuando os respectivos lançamentos de dados e finalmente ver os resultados que poderia obter.

Os dados de cada ETAR foram perfeitamente carregados, assim como os das respectivas licenças permitindo, por exemplo, desde logo e facilmente perceber quando caducariam para antecipar o processo de revalidação.

Foi ainda lançado e recuperado o historial de 10 anos de correspondência entre a Autarquia e as entidades envolvidas para cada ETAR, permitindo perceber em cada uma delas, os vários processos tratados e em que fases se encontram.

Estes testes serviram para testar a robustez e a operacionalidade da aplicação assim como o comportamento da base de dados em ambiente web. Existiu a necessidade de proceder a algumas correcções, nomeadamente nos nomes de variáveis ou procedimentos. Como a implementação foi feita localmente e em ambiente Windows a diferenciação entre palavras maiúsculas e minúsculas não se colocou. Quando a solução foi colocada em ambiente web, num servidor Linux, essa diferenciação foi notória: uma variável que existia, por exemplo, em maiúsculas na base de dados e era executada em minúsculas pelo código da aplicação dava erro.

A técnica efectuou finalmente o lançamento do resultado de análises recolhidas em ETAR's, parte fundamental da aplicação que permite aferir o seu funcionamento e detectar anomalias. Após os lançamentos e mediante a análise dos resultados, houve a necessidade de proceder a algumas rectificações, nomeadamente no número de parâmetros a serem visualizados na listagem por ETAR e na forma como iriam ser destacados as recolhas que incorriam em incumprimentos.

Inicialmente eram apenas mostrados os resultados recolhidos, mas rapidamente se percebeu que a informação era escassa e seria fundamental mostrar outro tipo de informação e apresentá-la de outra forma visual. Disponibilizou-se então a cor azul, antes de cada parâmetro, o que lhe serve de base de licenciamento. Desta forma consegue-se ver o comportamento da recolha em função do parâmetro base (mesmo tendo ultrapassado o limite, pode tê-lo feito por pouco e não ser grave). Destacou-se ainda a vermelho o parâmetro que incorria em incumprimento, permitindo desta forma rapidamente ver o que está errado. Pode-se observar isso mesmo na figura seguinte.

Lista de Análises por ETARs Escolha uma ETAR Ano: Número de Análises: OK

Lista de análises da ETAR de Adiça

EtAr	Data	pH			SST			CQO				CBO				Pt				Nt				Nn4				Oleos			
		Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %	Lic	En	Sa %			
Adiça	2012-01-27	9	0	7.4	0	10	150	0	63	40	0	46	10	0	2.6	15	0	22	10	0	0	15	0	0	15	0	0				
Adiça	2011-10-21	9	0	7.2	0	10	150	0	74	40	0	22	10	0	5.4	15	0	77	10	0	0	15	0	0	15	0	0				
Adiça	2011-07-23	9	6.7	7.6	6400	10	100%	150	8000	37	100%	40	2400	10	100%	10	27	5.8	79%	15	330	63	81%	10	0	0	15	0	0		
Adiça	2011-04-30	9	0	6.8	0	10	150	0	45	40	0	12	10	0	2.4	15	0	15	10	0	0	15	0	0	15	0	0				
Adiça	2011-01-07	9	0	7	0	10	125	0	31	25	0	10	0	0	1	0	0	8.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Figura 62 – Resultados de análises recolhidas numa ETAR

Após essas correcções, a aplicação ficou perfeitamente funcional e só depois disso existiu a preocupação de melhorar a sua imagem para a tornar mais atractiva e funcional para o utilizador. As duas imagens seguintes traduzem as significativas diferenças e evoluções implementadas no aspecto visual da aplicação, que se traduziram num aspecto mais robusto funcional e profissional. A segunda versão melhorou ainda as pesquisas de dados (listagens) já que lhe foi implementado o *table plug-in for jQuery*, ferramenta anteriormente exposta no ponto 4.3.9 que na prática pagina de forma automática e variável o resultado da tabela, disponibilizando ordenações nas colunas e pesquisas do seu texto. A versão anterior que tinha apenas filtros específicos por colunas de informação e uma paginação fixa.



Figura 63 - Primeira versão do Site

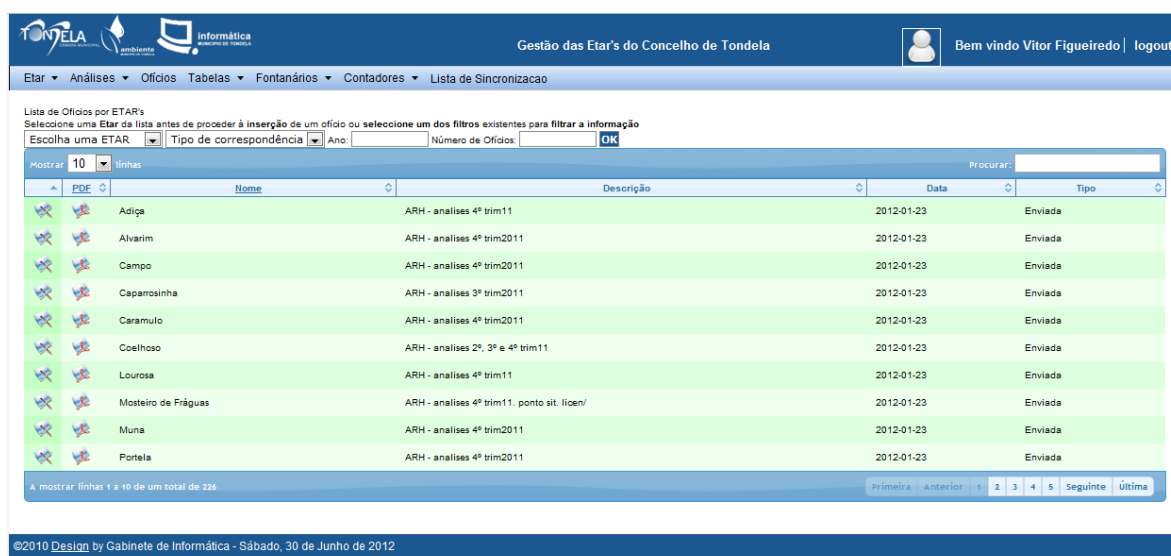


Figura 64 - Segunda versão do Site

## 6.2 Cálculo de rotas

A solução para a criação do algoritmo de cálculo de rotas também foi desenvolvido localmente, sem estar integrada com a aplicação principal. Foi criado um array com a informação das diversas ETAR's, outro com as respectivas coordenadas GPS e um último bidimensional com as distâncias entre cada uma delas. Essa informação era suficiente para permitir a selecção de ETAR's a visitar e aplicar-lhe o AG com o objectivo de conseguir uma rota optimizada.

A primeira preocupação foi criar o AG e torna-lo funcional, só depois de concretizada esta tarefa se pensaria em integra-lo com a aplicação web, substituindo o conteúdo dos *arrays* pelo existente em BD da aplicação web.

Estes testes permitiram também concluir que a solução ideal passaria por automatizar o algoritmo de cálculo de rotas. Isto é, depois do gestor da aplicação ter seleccionado as ETAR's que o técnico deve visitar, automaticamente e em função desse técnico, o algoritmo deve ser capaz de calcular uma rota optimizada para as ETAR's que lhe estão atribuídas. Desta forma automatizou-se o processo de selecção das ETAR's a visitar em função do técnico em vez de as disponibilizar todas sob forma de uma caixa de selecção como estava pensado inicialmente.

Depois de ter conseguido implementar o algoritmo de rotas com sucesso, procedeu-se então à sua integração com a aplicação web, substituindo o conteúdo dos *arrays* por dados directamente seleccionados na BD. Tendo finalizado essa integração, o resultado final foi disponibilizado num mapa da Google por forma a tornar o resultado esteticamente mais atraente e perceptivo.

Os testes foram efectuados localmente e numa primeira fase sem recurso à visualização final no mapa da Google, até se encontrar uma solução optimizada do algoritmo que fosse suficientemente rápida e perfeitamente funcional, conforme foi explicado no anterior ponto "5.4.6- Versões criadas para os cruzamentos".

Numa segunda fase e com o intuito de testar o seu funcionamento e compará-lo com a realidade, foram calculadas algumas rotas que habitualmente os funcionários percorriam para aferir a qualidade do algoritmo criado. Foi interessante perceber que em algumas situações o algoritmo conseguiu encontrar rotas mais optimizadas do que as apresentadas.

### 6.3 Aplicação móvel

Esta foi a única aplicação que foi sendo desenvolvida e testada de raiz para o ambiente onde ficaria definitivamente instalada. Foi desenvolvida na aplicação *Eclipse IDE for Java Developers*, versão *Helios Service Release 2*, a compilação da aplicação e respectivos testes foram feitos directamente no equipamento móvel onde existia uma base de dados local conforme já foi referido no ponto 5.3.3. O sincronismo dos dados aconteceu sempre entre uma base de dados local existente no equipamento móvel e uma base de dados alojada num servidor *online*, onde também se encontra a aplicação *Web*. Como se trata de uma aplicação móvel, sensível principalmente a atrasos e problemas de comunicação de dados, foi possível efectuar os testes num ambiente semelhante ao que será usado futuramente pela aplicação, obtendo resultados finais reais e credíveis.

Esta aplicação foi também por isso a última a ser desenvolvida, pois exigia que a aplicação web já estivesse funcional e *online*, assim como a base de dados principal para sincronismo de dados entre aplicação web e aplicação móvel.

Como a Autarquia não possui ainda nenhum equipamento do género os testes foram efectuados recorrendo ao equipamento móvel do aluno, um modelo A2000 com um SO *Android* versão 2.2, um processador *Media Tek MTK6516* 460MHz 280 MHz, 512MB de ROM e 256 MB RAM, um ecrã de 4.3 polegadas *touch screen*, WVGA PX: 480 \* 800. É um modelo relativamente acessível, de média/baixa gama, que ronda em Portugal, os 120 euros.

Com a aplicação desenvolvida, testada e disponível no dispositivo móvel, foram feitas várias criações de percursos por parte do gestor da aplicação, que foram importados para o equipamento móvel onde a aplicação se encontrava instalada. Simularam-se os percursos pelas ETAR's e foram-se efectuando os registos em cada uma delas das actividades realizadas, procedendo-se no final à sincronização de dados e à sua visualização na aplicação web. Foi gratificante perceber que não já não seriam necessários papéis para tomar nota das actividades realizadas localmente em cada ETAR. A informação fluía entre plataformas, era devidamente devolvida e actualizada.

A solução inicial permitia apenas a marcação de ETAR's para serem visitadas e obrigava a que o técnico procedesse à sua recolha, para que se pudessem marcar as próximas para outro técnico. Ao efectuar os devidos testes, verifica-se que a solução não seria totalmente

satisfatória e seria até muito limitativa. Procedeu-se por isso à rectificação da mesma no sentido de permitir que as ETAR's fossem marcadas em função do técnico que iria efectuar a visita. Desta forma, podem ser marcadas ETAR's para vários técnicos pois cada um deles só importará para o dispositivo móvel as que lhe dizem respeito. A solução tornou-se desta forma mais simples de usar por todos.

Para se ter uma noção pormenorizada das condições em que foram efectuados os testes, convém realçar que o dispositivo móvel que serviu para os testes da aplicação não tem as capacidades de CPU ou de memória por exemplo dos equipamentos *Samsung Galaxy* que facilmente têm processadores Dual Core acima de 1 GHz, memória RAM acima de 1GB e ROM acima de 8GB conforme informação em <http://www.samsung.com/us/mobile/cell-phones/SGH-I747MBBATT-specs>.

No entanto o equipamento móvel utilizado acabou por revelar-se uma agradável surpresa. O sincronismo dos dados entre base de dados (dispositivo e aplicação Web) é efectuado a um ritmo bastante satisfatório, não se verificando demasiado tempo de espera. As operações de navegação e alteração de registos efectuadas localmente no dispositivo foram igualmente realizadas de forma bastante célere, não existindo qualquer tempo de espera entre essas diversas acções. Uma vez que os resultados de operacionalidade obtidos foram bastante satisfatórios, não se colocou a necessidade de efectuar testes com um dispositivo móvel de melhor qualidade.

Ficou ainda demonstrado que este equipamento de média/baixa gama é perfeitamente satisfatório para executar a aplicação criada, julga-se que este facto se poderá traduzir numa mais-valia para a instituição que irá trabalhar com a aplicação criada. Como é sabido os recursos monetários das empresas começam a ser cada vez mais escassos, isso afecta também a aquisição de material tecnológico. Para o caso da aplicação móvel criada, não se verifica a necessidade de sugerir futuramente a aquisição de dispositivos móveis mais caros do que o utilizado e apresentado.

## **7. Conclusões**

É precisamente neste capítulo que é feito o encerramento desta dissertação, recapitulando os objectivos que foram inicialmente traçados e percebendo de que forma foram atingidos. Serão ainda abordados os aspectos a melhorar num trabalho a ser desenvolvido posteriormente e serão igualmente tecidos alguns comentários que se julgam apropriados para a conclusão deste trabalho.

### **7.1 Objectivos alcançados**

A aplicação web foi devidamente criada e testada, tendo-se revelado bastante eficaz para a consulta de informação. Está a ser usada na Autarquia de Tondela e tem-se pautado por ser uma mais-valia. É agora possível colocar de parte as capas com papéis e parar com a duplicação dessa informação. As pessoas que necessitam dela e que têm permissões para tal, conseguem aceder-lhe rapidamente do seu posto de trabalho, perceber com precisão quais os licenciamentos que estão para caducar. Conseguem visualizar rapidamente os dados de uma ETAR e identificar o número de habitantes afectos a cada uma delas, bem como saber quantas efectuam descargas em determinados cursos de água. Facilmente têm acesso a ver e comparar um determinado conjunto de análises recolhidas para uma ETAR, identificando rapidamente anomalias, para proceder às devidas correcções. Conseguem ainda analisar que tipo de correspondência foi trocada para cada uma delas e com que instituições, pois toda a documentação (correspondência, licenciamentos e boletins de análises) é devidamente digitalizada e anexada a cada registo, permitindo posteriormente a sua consulta.

O aplicativo de cálculo de rotas, foi também ele implementado e integrado com a aplicação web, possibilitando em poucos segundos a criação de uma rota eficiente para cada técnico a quem foi atribuído um conjunto de ETAR's. Essa rota fica disponível sob a forma de um mapa, facilitando a sua visualização.

De igual forma, foi perfeitamente conseguida a interligação da aplicação web com um dispositivo móvel. Para tal foi criada uma aplicação móvel que permite que cada técnico, importe para a base de dados local do dispositivo os dados das ETAR's, permitindo preencher localmente no dispositivo as tarefas e anomalias detectadas em cada uma para posteriormente sincronizar esses dados de novo para base de dados central.

Com a criação das aplicações referidas conseguiu-se desmaterializar os processos e disponibilizar informaticamente toda a informação associada a cada ETAR, facilitando desta forma o acesso aos dados, a sua gestão e tomadas de decisão, cumprindo desta forma e talvez um dos objectivos primordiais inicialmente proposto.

Também se verificou que as ferramentas de programação, *hardware* e *software* utilizados se revelaram, em termos de tempos de programação e desempenho, os adequados.

Surgiram algumas dificuldades na elaboração do projecto nomeadamente:

- Perceber o funcionamento de uma ETAR e as rotinas de trabalho que lhe estão associadas. Foi necessário reunir e adequar as tecnologias necessárias para conceber um processo de desmaterialização total, simples e eficaz. A disciplina leccionada no primeiro ano do mestrado, Gestão da Informação foi um pilar base para conceber esta desmaterialização.
- Durante a criação do AG foi necessário ler alguma documentação para perceber o seu funcionamento de modo a implementá-lo correctamente. Foram igualmente fundamentais os conhecimentos adquiridos na disciplina de Computação Inspirada em Vida, leccionada no primeiro ano do Mestrado.
- Na integração do AG criado com a aplicação web foi necessário preparar a aplicação web para que esta enviasse automaticamente e em função do técnico seleccionado, os dados das ETAR's a visitar por aquele técnico, para que com base neles o AG calculasse uma rota ideal. Foi ainda necessário automatizar o processo

de selecção das ETAR's em função do técnico e coloca-los em *arrays* já que inicialmente esses *arrays* foram preenchidos manualmente com dados reais.

- Na criação da aplicação móvel, porque a tecnologia ainda é recente e era necessário garantir o sincronismo dos dados entre aplicação web e a aplicação móvel e vice-versa. Se desenhar os menus e os formulários da aplicação foi um desafio relativamente fácil, já a programação que existe por detrás foi um processo bem mais complicado. Principalmente no momento em que se colocou a necessidade de sincronizar os dados entre a aplicação web e móvel, onde existiu a necessidade de converter os dados para cada uma das aplicações. Para além disso, existiu a necessidade de se proceder à aquisição de um equipamento móvel por forma a testar correctamente o funcionamento da aplicação. Os conhecimentos transmitidos na disciplina de Sistemas de Informação em Dispositivos Móveis, leccionada no primeiro ano, serviram de base para a esta implementação.

### **7.2 Trabalho Futuro**

Um das futuras implementações a ter em conta, deveria ser a integração das rotas criadas no dispositivo móvel. Desta forma, em vez do técnico visualizar a rota num mapa da Google, poderia visualizá-la localmente, no dispositivo móvel, numa aplicação de navegação GPS enquanto viaja entre localidades, facilitando a sua navegação e orientação.

Para além da gestão das análises recolhidas em cada ETAR, os Municípios fazem também a gestão de análises recolhidas pelos vários fontanários do concelho. Os Centro de Saúde têm igualmente a incumbência de fazer a recolha e posterior gestão de análises recolhidas nos diversos fontanários. A técnica da Autarquia de Tondela falou com a responsável do Centro de Saúde de Tondela pela matéria e mostrou-lhe a aplicação desenvolvida para registar e verificar as análises recolhidas nas diversas ETAR's.

A pessoa que trata da questão dos fontanários no Centro de Saúde de Tondela ficou deslumbrada com a solução apresentada. Neste momento, aliou-se à técnica da Autarquia no sentido de solicitar criação de uma aplicação similar à criada, mas para gerir as análises recolhidas nos fontanários, integrando de igual forma a gestão da correspondência entre as

entidades envolvidas. Existe por isso uma forte possibilidade de desenvolver um novo módulo, mas desta feita para duas entidades distintas.

### **7.3 Considerações finais**

O culminar desta dissertação representa por si só um prémio, uma recompensa por toda a dedicação, empenho, trabalho e esforço desenvolvido.

Existe a convicção de que este trabalho abriu os horizontes e que será mais uma alavanca para a desmaterialização de vários processos na autarquia. Foi desenvolvido e implementado com sucesso, deu os seus frutos e já surgem solicitações no sentido de se criarem novos módulos, dando continuidade ao trabalho já iniciado.

Esta tese contribuiu para sofisticar os mecanismos de trabalho dos colaboradores envolvidos nos processos de gestão das ETAR's, indo de encontro às solicitações impostas pela desmaterialização. Disponibiliza agora ao utilizador informação de forma rápida, credível, eficiente e cómoda.

## REFERÊNCIAS

- [Bach 2001] Bach, Santiago Bach, Santiago. A Gestão dos Sistemas de Informação (1ª edição: Setembro 2001), Vila Nova de Famalicão, Centro Atlântico, Lda, 2001.
- [Gouveia 2004] Gouveia, Luis. Local E-Government – A Governação Digital na Autarquia, Porto, Sociedade Portuguesa da Informação, 2004.
- [Gouveia e Ranito] Gouveia, Luis e Ranito, João. Sistemas de Informação de Apoio à Gestão, Porto, Sociedade Portuguesa da Informação, 2004.
- [Laureano 2006] Laureano, Marcos Aurelio Pchek. Máquinas Virtuais e Emuladores – Conceitos, Técnicas e Aplicações. Editora Novatec, 2006.
- [Costa 2003] Costa, Fredson Vieira; VIDAL, Fábio Silveira; ANDRÉ, Claudomiro Moura Gomes – SLAG – Resolvendo o problema do caixeiro-viajante utilizando algoritmos genéticos [Em Linha]. Tocantins [Brasil]: Sistemas e Computação - Pós-Graduação, 2003. [Consultado em Abril 2012]. Disponível em WWW: <URL:<http://www.de9.ime.eb.br/~fsvidal/trabpub/slag.pdf>>
- [Holland 1975] Holland, J. H., 1975. Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence, University of Michigan Press (second edition: MIT Press, 1992).
- [Goldberg 1989] Goldberg, D. E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley.
- [Garey 1979] Garey, M. and Johnson, D. 1979. Computers and Intractability. A Guide to the Theory of NP-Completeness. Freeman, San Francisco.
- [Johnson 1997] Johnson, D. S. and L. A. McGeoch, 1997. The Traveling Salesman Problem: A Case Study. In E. H. L. Aarts and J. K. Lenstra, eds., Local Search in Combinatorial Optimization, 215-310, Wiley & Sons, New York.



## ANEXO 1 - BIBLIOGRAFIA

AIRC [online]. Consultado em Dezembro de 2011. Disponível na World Wide Web URL: <<http://portal.airc.pt/lwp/wcm/connect/AIRC>>.

Águas do Algarve, S.A. [online]. Consultado em Dezembro de 2011. Disponível na World Wide Web URL: <<http://www.aguasdoalgarve.pt>>.

Algoritmos genéticos, Introdução aos Algoritmos Genéticos [online]. [consultado em Abril de 2012]. Disponível na World Wide Web URL: <<http://professor.webizu.org/ga/>>

Android Developers online web tutorials [online]. [Consultado em Maio de 2012]. Disponível na World Wide Web URL: <<http://developer.android.com/guide/index.html>>.

Angeline, P. J., 1996. Two Self-adaptive Crossover Operators for Genetic Programming. In P. J. Angeline and K. E. Kinnear, eds., *Advances in Genetic Programming 2*, chapter 5, pages 89-110, MIT Press, Cambridge, MA.

Apontamentos da disciplina de Computação Inspirada em Vida.  
Engº Jorge Alexandre de Albuquerque Loureiro  
Escola Superior e Tecnologia de Gestão de Viseu.

Apontamentos da disciplina de Gestão da Informação.  
Engº Paulo Tomé.  
Escola Superior e Tecnologia de Gestão de Viseu.

Apontamentos da disciplina de Sistemas de Informação em Dispositivos Móveis.  
Engº Francisco Ferreira Francisco.  
Escola Superior e Tecnologia de Gestão de Viseu.

Arquitetura do Google Android Buildall [online]. Consultado em Maio de 2012. Disponível na World Wide Web URL: <<http://buildall.wordpress.com/2009/11/15/arquitetura-do-google-android/>>.

Damas, Luís Manuel Dias. *SQL - Structured Query Language - 6ª Edição*, Porto: Lidel/FCA, 2005.

DataTables (table plug-in for jQuery) [online]. Consultado em Abril de 2012. Disponível na World Wide Web URL: <<http://datatables.net/>>.

Diário da República Electrónico [online]. Consultado em Dezembro de 2011. Disponível na World Wide Web URL: <<http://dre.pt/pdf1s/1998/08/176A00/36763722.pdf>>.

Hsu, W. W. and C.-C. Hsu, 2001. The Spontaneous Evolution Genetic Algorithm for Solving the Traveling Salesman Problem. In L. Spector, E. D. Goodman, A. Wu, W. B. Langdon, H.-M. Voigt, M. Gen, S. Sen, M. Dorigo, S. Pezeshk, M. H. Garzon, and E. Burke, eds., Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, pages 359-366, San Francisco, California, Morgan Kaufmann.

Johnson, D. S. and L. A. McGeoch, 1997. The Traveling Salesman Problem: A Case Study. In E. H. L. Aarts and J. K. Lenstra, eds., Local Search in Combinatorial Optimization, 215-310, Wiley & Sons, New York.

Katayama, K. and H. Narihisa, 1999. Iterated Local Search Approach Using Gene Transformation to the Traveling Salesman Problem. In W. Banzhaf, ed., Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, 321-328, Morgan Kaufmann.

Mcbride, Peter. Iniciação ao Java, 1ª ed. Lisboa: Presença, 1998.

Official Google Blog: Where's my Gphone [online]. Consultado em Maio de 2012. Disponível na World Wide Web URL: <<http://buildall.wordpress.com/2009/11/15/arquitetura-do-google-android/>>.

Serrão, Carlos. Programação com PHP5, Porto: Lidel/FCA, 2007.

SMAS Almada [online]. Consultado em Dezembro de 2011. Disponível na World Wide Web URL: <[http://www.smasalmada.pt/portal/page/portal/front\\_end\\_portal\\_smas\\_almada](http://www.smasalmada.pt/portal/page/portal/front_end_portal_smas_almada)>.

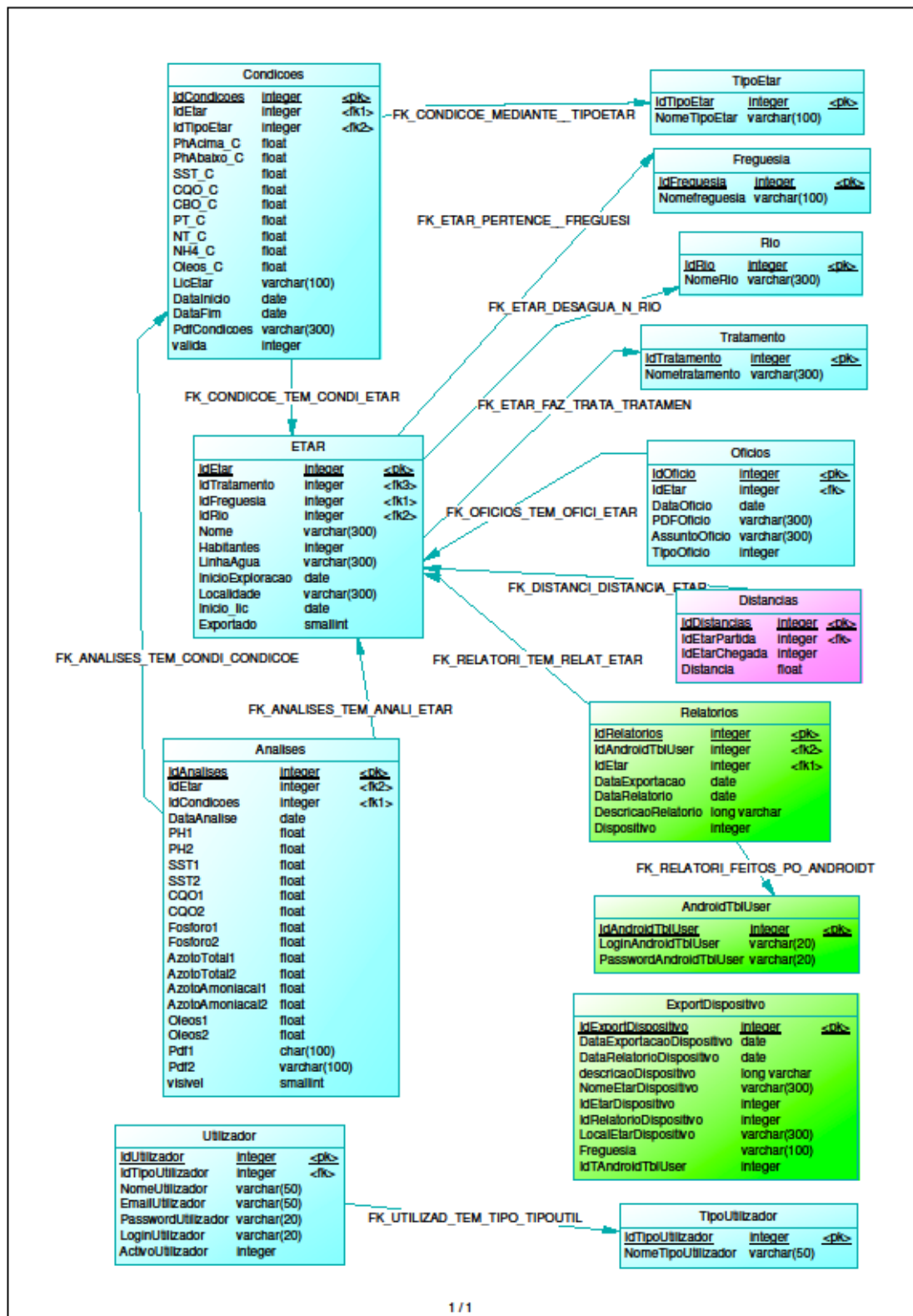
UML na prática: um projecto de desenvolvimento com a UML - Disponível em ficheiro PDF. Ilídio C. Oliveira e João Paulo Cunha. IEETA – Instituto de Engenharia Electrónica e Telemática de Aveiro.

Valentino Lee. Mobile Applications: Architecture, Design, and Development, Prentice Hall, PTR 2004.

Vijay Kumar. Mobile Database Systems, Wiley-Interscience 2006.

W3schools online web tutorials [online]. [Consultado em 2012]. Disponível na World Wide Web URL: <<http://www.w3schools.com>>.

## ANEXO 2 MODELO FÍSICO



## ANEXO 3 – TIMELINE DO PLANO DE TRABALHOS



**TIMELINE do Plano de Trabalhos** 12 Meses

**2011 2012**

