



JOSÉ LINO MARQUES DE OLIVEIRA
Licenciado em Engenharia Informática

RELATÓRIO DE ATIVIDADE PROFISSIONAL

Nos termos do Despacho 20/2010 para obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Informática por Licenciados "pré-Bolonha"

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
Universidade NOVA de Lisboa
novembro, 2022



RELATÓRIO DE ATIVIDADE PROFISSIONAL

Nos termos do Despacho 20/2010 para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática por Licenciados "pré-Bolonha"

JOSÉ LINO MARQUES DE OLIVEIRA

Licenciado em Engenharia Informática

Orientador: Doutor Miguel Jorge Tavares Pessoa Monteiro,
Professor Auxiliar, FCT-Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutor Nuno Manuel Ribeiro Preguiça,
Professor Associado com Agregação, FCT- Universidade NOVA de Lisboa

Arguente: Doutora Teresa Isabel Lopes Romão,
Professora Associada, FCT- Universidade NOVA de Lisboa

Orientador: Doutor Miguel Jorge Tavares Pessoa Monteiro,
Professor Auxiliar, FCT-Universidade NOVA de Lisboa

Relatório de Atividade Profissional

Copyright © José Lino Marques de Oliveira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Este documento foi criado com o processador de texto Microsoft Word e foi baseado no template NOVAThesis Word [18].

Dedico este trabalho à minha mãe e ao meu pai, que já partiu, por todo o apoio que sempre me deram durante o meu percurso académico.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Miguel P. Monteiro, orientador deste relatório de atividade profissional, pelo apoio, pela assertividade e pelas recomendações sempre oportunas.

À Dora, pelo incentivo em avançar e pelo apoio incondicional.

A todas as pessoas que trabalharam comigo e que contribuíram, direta ou indiretamente, para a minha evolução e crescimento pessoal e profissional.

"If your plan is for 1 year, plant rice. If your plan is for 10 years, plant trees. If your plan is for 100 years, educate children." (Confucius).

RESUMO

Na sequência do denominado Processo de Bolonha (Decreto-Lei 74/2006), estabeleceu-se o regime jurídico dos graus e diplomas do Ensino Superior, que abriu caminho ao reconhecimento do grau de Mestre aos licenciados "pré-Bolonha". Neste contexto surge a motivação para realizar o relatório da minha atividade profissional, com vista à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática por Licenciados "pré-Bolonha", nos termos do Despacho 20/2010.

Sou pós-graduado em Engenharia de Aplicações Empresariais e Licenciado "pré-Bolonha" em Engenharia Informática, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto. Iniciei o meu percurso profissional em 1999, como analista programador, no Instituto para o Desenvolvimento Tecnológico, da Fundação Instituto Politécnico do Porto. Passando a investigador e engenheiro de *software*, investigador sénior e gestor de projetos até responsável pela área de inovação em engenharia de sistemas de informação geoespacial, no Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência. Atualmente, a minha atividade profissional tem sido orientada para a gestão e desenvolvimento de projetos nacionais e internacionais de sistemas de informação geoespacial, em instituições governamentais e empresas.

Durante o meu trajeto profissional, com mais de 20 anos, aprofundei e alarguei os conhecimentos adquiridos na formação académica de base, tanto ao nível tecnológico como comportamental. A oportunidade de realizar muitos projetos, trabalhar em diferentes áreas e com diferentes pessoas foi enriquecedor e contribui para alargar os meus horizontes.

Palavas chave: Licenciatura "pré-Bolonha", engenharia informática, engenharia de *software*, investigação & desenvolvimento, informação geoespacial, gestão de projetos.

ABSTRACT

Following the so-called Bologna Process (Decree-Law 74/2006), the legal regime for higher education degrees and diplomas was established, which paved the way for the recognition of the Master's degree for "pre-Bologna" graduates. In this context, the motivation arises to carry out the report of my professional activity, with the purpose of obtaining the Master's Degree in Computer Engineering by "pre-Bologna" Graduates, under the terms of Order 20/2010.

I have a postgraduate degree in Enterprise Applications Engineering and a "pre-Bologna" degree in Computer Engineering from the Porto School of Engineering. I started my professional career in 1999, as a programmer analyst, at the Institute for Technological Development, of Polytechnic of Porto Foundation. Moving on from researcher and software engineer, senior researcher and project manager to being responsible for the area of innovation in geospatial information systems engineering, at the Institute of Systems and Computer Engineering, Technology and Science. Currently, my professional activity has been oriented towards the management and development of national and international projects of geospatial information systems, in governmental institutions and companies.

During my professional career, with more than 20 years, I deepened and broadened the knowledge acquired in the degree, both at a technological and behavioral level. The opportunity to carry out many projects, work in different areas and with different people was enriching and helped to broaden my horizons.

Keywords: "pre-Bologna" degree, computer engineering, software engineering, research & development, geospatial information, project management.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IX
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT	XV
ÍNDICE.....	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS	XXI
ÍNDICE DE TABELAS	XXIII
GLOSSÁRIO	XXV
SIGLAS.....	XXXV
SÍMBOLOS.....	XXXIX
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contexto e motivação	1
1.2 Apresentação pessoal.....	1
1.3 Sumário do percurso profissional.....	2
1.4 Organização do documento	2
2 PERCURSO FORMATIVO.....	5
2.1 Formação académica	5
2.2 Formação contínua.....	6
3 PERCURSO PROFISSIONAL.....	11
3.1 Trajeto e projetos relevantes realizados.....	11
3.1.1 Analista programador	11

3.1.2	Investigador e engenheiro de <i>software</i>	12
3.1.3	Investigador sénior e gestor de projetos.....	16
3.1.4	Investigador sénior e responsável de área de inovação	20
3.2	Análise e reflexão crítica.....	24
4	PROJETO 3PORT.....	27
4.1	Contexto.....	27
4.2	Solução preconizada.....	28
4.3	Visão geral	30
4.4	Arquitetura.....	31
4.4.1	Visão lógica.....	31
4.4.2	Visão física	33
4.5	Plataforma 3Port.....	35
4.5.1	Módulo de cadastro e património	38
4.5.2	Módulo de hidrografia.....	40
4.5.3	Módulo de tráfego portuário	41
4.5.4	Módulo de gestão dominial.....	44
4.5.5	Módulo de estudos e obras.....	45
4.5.6	Módulo de prevenção e segurança	45
4.5.7	Módulo de ambiente.....	46
4.5.8	Módulo <i>Live Map</i>	47
4.6	Desafios relevantes na execução.....	49
4.7	Implementação de referência.....	51
5	PROJETO INFRAVINI	55
5.1	Contexto.....	55
5.2	Solução preconizada.....	57
5.3	Visão geral	58
5.4	Arquitetura.....	59

5.4.1	Visão lógica	59
5.4.2	Visão física	62
5.5	Plataforma INFRAVINI	63
5.5.1	Módulo INFRAVINI <i>Engine</i>	64
5.5.2	Módulo de Observações e Sensores	66
5.5.3	Módulo de Previsões	69
5.5.4	Módulo de Observatório.....	70
5.6	Desafios relevantes na execução.....	71
5.7	Implementação de referência.....	72
6	CONCLUSÕES.....	75
	BIBLIOGRAFIA.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Caracterização de processos de negócio.....	29
Figura 2- Metodologia <i>Scrum</i>	30
Figura 3- 3Port: Visão geral da solução.....	31
Figura 4- 3Port: Visão lógica da solução.....	32
Figura 5- 3Port: Visão física da solução.....	33
Figura 6- 3Port: Diagrama de atividades - Cadastro e gestão do património.....	36
Figura 7- 3Port: Diagrama de casos de uso do núcleo aplicacional.....	36
Figura 8- 3Port: Diagrama de classes do núcleo aplicacional.....	37
Figura 9- 3Port: Ecrã de prototipagem do núcleo aplicacional.....	38
Figura 10- 3Port: Exemplo da visualização de património cadastrado.....	39
Figura 11- 3Port: Exemplo da visualização de um levantamento hidrográfico.....	40
Figura 12- 3Port: Exemplo da representação do tráfego portuário, em tempo real.....	42
Figura 13- 3Port: Exemplo do módulo de Tráfego Portuário- <i>Videowall</i>	43
Figura 14- 3Port: Exemplo de utilização da aplicação móvel para gestão dominial.....	44
Figura 15- 3Port: Exemplo de visualização de um estudo associado a uma obra portuária.....	45
Figura 16- 3Port: Exemplo de visualização de CCTV.....	46
Figura 17- 3Port: Exemplo de monitorização ambiental e alarmística.....	47
Figura 18- 3Port: Exemplo de visualização de tráfego <i>Live Map</i>	48
Figura 19- 3Port: Exemplo de informação pública <i>Live Map</i>	48
Figura 20- 3Port: Triângulo de inovação e transferência de tecnologia.....	52
Figura 21- 3Port: Modelo governação da implementação de referência.....	53
Figura 22- INFRAVINI: Estrutura da solução.....	57
Figura 23- INFRAVINI: Visão geral da solução.....	59
Figura 24- INFRAVINI: Diagrama do modelo MVC.....	60

Figura 25- INFRAVINI: Diagrama de componentes.....	61
Figura 26- INFRAVINI: Diagrama de componentes instanciado	62
Figura 27- INFRAVINI: Diagrama do conceito IDE.....	63
Figura 28- INFRAVINI: Diagrama entidade-relação base.....	64
Figura 29- INFRAVINI: Diagrama da IDE temática.....	65
Figura 30- INFRAVINI: Exemplo da visualização de informação agregada.....	66
Figura 31- INFRAVINI: Exemplo da visualização de dados da rede de sensores.....	67
Figura 32- INFRAVINI: Exemplo da visualização dos indicadores.....	68
Figura 33- INFRAVINI: Modelo de dados OGC <i>SensorThings API</i>	69
Figura 34- INFRAVINI: Exemplo da visualização de cenários	70
Figura 35- INFRAVINI: Exemplo da visualização do observatório	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Resumo do trajeto académico	6
Tabela 2- Resumo da formação contínua	9
Tabela 3- Projetos relevantes realizados como analista programador.....	12
Tabela 4- Projetos relevantes realizados como investigador e engenheiro de <i>software</i>	16
Tabela 5- Projetos relevantes realizados como investigador sénior e gestor de projetos.....	20
Tabela 6- Projetos relevantes realizados como investigador sénior e responsável de área.....	23

GLOSSÁRIO

- .NET Framework** É um *framework* de *software* proprietário desenvolvido pela *Microsoft* e que corre principalmente no *Microsoft Windows*.
- Active Directory** É uma implementação de serviço de diretório no protocolo *LDAP*. É um *software* da *Microsoft* utilizado em ambientes *Windows*.
- AdminLTE** É um tema gratuito para o desenvolvimento de plataformas de administração, desenvolvido tendo o *Bootstrap* como base.
- Agile** Desenvolvimento Ágil de Software (em inglês: *Agile software development*) é uma disciplina que estuda um conjunto de comportamentos, processos, práticas e ferramentas utilizados para a criação de produtos (geralmente de, mas não limitados a, *software*) e sua subsequente disponibilização para os utilizadores finais.
- AIS** *Automatic Identification System* é um sistema de rastreamento automático usado pelos serviços de tráfego de navios.
- Android** Sistema operacional baseado no núcleo *Linux*, desenvolvido por um consórcio de desenvolvedores conhecido como *Open Handset Alliance*, sendo o principal colaborador a *Google*.
- ASP** *Active Server Pages* é uma linguagem para geração de páginas *HTML* dinamicamente, da *Microsoft*.
- ASP.NET MVC 4** É uma *framework* para construção de aplicações escaláveis, baseadas em padrões *web* utilizando padrões de projetos bem estabelecidos com o poder do *ASP.NET* e do *.NET Framework*.

Assoreamento	Obstrução da barra de um rio ou de um porto, provocada pela acumulação de areias ou de terras, geralmente causada por enchentes, construções ou outras alterações na bacia hidrográfica.
Autoridade portuária	Entidade que deve assegurar a coordenação de todas as atividades exercidas, em especial o regular funcionamento dos portos, dentro da respectiva área de jurisdição.
<i>Bootstrap</i>	É uma <i>framework front-end</i> que fornece estruturas de CSS para a criação de sites e aplicações responsivas de forma rápida e simples.
<i>C#</i>	É uma linguagem de programação desenvolvida pela <i>Microsoft</i> como parte da plataforma <i>.NET</i> . A sua sintaxe orientada a objetos foi baseada no <i>C++</i> .
Casta	Casta de uva é um tipo de uva que possui características próprias. Pode se referir tanto a uvas utilizadas na produção de bebidas quanto a uvas destinadas ao consumo.
<i>Coaching</i>	É um processo de desenvolvimento humano, que tem vindo a ganhar preponderância pelo impacto na vida pessoal e profissional das pessoas que o utilizam. Trata-se de um processo que utiliza técnicas e ferramentas de um vasto conjunto de áreas, que vão desde a psicologia à programação neurolinguística, passando pela filosofia, estudos integrais, entre outros.
COVID-19	Doença por coronavírus 2019, é uma doença infecciosa causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2).
CSS	É uma linguagem de estilo, também conhecida como folhas de estilo em cascata. É usada para personalização visual de um <i>site</i> .
<i>DirectX</i>	É um conjunto de <i>APIs</i> desenvolvido pela <i>Microsoft</i> que permite aos <i>softwares</i> dar instruções diretas para os componentes de <i>hardware</i> de áudio e vídeo, melhorando o desempenho das aplicações na execução dos recursos multimídia.

<i>Docker</i>	É um conjunto de produtos de plataforma como serviço que usam virtualização de nível de sistema operativo para entregar <i>software</i> em pacotes chamados <i>containers</i> .
<i>Download</i>	Termo da língua inglesa com significado referente à ação de descarregar dados de um computador ou servidor remoto para um computador local, geralmente através da internet.
Dragagem	Técnica que consiste na limpeza, desassoreamento, alargamento, desobstrução, remoção, derrocamento ou escavação de material do fundo de rios, lagoas, mares, baías e canais.
<i>e-Democracy</i>	Prática política que recorre à Internet e às tecnologias digitais para otimizar a atividade das organizações e a participação dos cidadãos nas questões públicas; democracia digital.
<i>e-Freight</i>	Ferramentas e informações para apoiar a desmaterialização dos documentos utilizados no transporte comercial de mercadorias.
EEES	Conjunto de países europeus que decidiram harmonizar os diferentes sistemas de ensino superior nacionais, de forma a serem compatíveis, comparáveis e coerentes entre si.
<i>Elasticsearch</i>	É um mecanismo de busca e análise de dados distribuído, gratuito e aberto para todos os tipos de dados, incluindo textuais, numéricos, geoespaciais, estruturados e não estruturados. É desenvolvido sobre o <i>Apache Lucene</i> .
<i>Entity Framework</i>	É um <i>Object-Relational Mapping</i> (O/RM) que permite aos programadores <i>.NET</i> trabalharem com uma base de dados usando objetos <i>.NET</i> , simplificando o acesso aos dados.
<i>Exchange Server</i>	É um servidor de correio eletrónico e servidor de calendário desenvolvido pela <i>Microsoft</i> .
<i>Framework</i>	Desenvolvimento de <i>software</i> , é uma abstração que une códigos comuns entre vários projetos de <i>software</i> provendo uma funcionalidade genérica.
Flavescência Dourada	É uma das doenças cloróticas mais graves da vinha estando incluída desde 1993 na lista de organismos de quarentena na União Europeia.

<i>GeoJSON</i>	Formato compacto, de padrão aberto independente, projetado para representar elementos geográficos, juntamente com atributos não espaciais. É baseado no formato <i>JSON</i> .
<i>GeoNetwork</i>	É um aplicativo de catálogo para gerir recursos referenciados espacialmente. Fornece poderosas funções de edição e pesquisa de metadados, bem como um visualizador interativo de mapas na <i>Web</i> . É usado em várias iniciativas de Infraestrutura de Dados Espaciais em todo o mundo.
<i>GeoServer</i>	<i>Software</i> livre que integra diversos repositórios de dados geográficos com simplicidade e alta performance.
GitLab	É um gestor de repositório de <i>software</i> baseado em git, com suporte a <i>Wiki</i> , gestão de tarefas e CI/CD.
<i>GPS</i>	O sistema de posicionamento global, mais conhecido pela sigla GPS (em inglês <i>global positioning system</i>), é um sistema de navegação por satélite que fornece a um aparelho recetor móvel a sua posição, assim como o horário, sob quaisquer condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra.
<i>GSM</i>	<i>Global System for Mobile Communications 2G</i> , ou "Sistema Global para Comunicações Móveis" (<i>GSM</i> : originalmente, <i>Groupe Special Mobile</i>) é uma tecnologia móvel para telefones celulares.
<i>HAZMAT</i>	Abreviação de "materiais perigosos". Substâncias em quantidades ou formas que podem representar um risco razoável à saúde, à propriedade ou ao meio ambiente.
<i>Hogeschool Gent</i>	<i>University College Ghent (Dutch: Hogeschool Gent)</i> , conhecida como <i>HoGent</i> , é a maior universidade de ciências aplicadas e artes da Flandres.
<i>JSON</i>	Formato compacto, de padrão aberto independente, de troca de dados simples e rápida entre sistemas.
<i>HTML</i>	<i>HyperText Markup Language</i> , que significa: "Linguagem de Marcação de Hipertexto") é uma linguagem de marcação utilizada na construção de páginas na <i>Web</i> .

Java	Linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida na década de 90.
JavaScript	É uma linguagem de programação interpretada estruturada, de <i>script</i> em alto nível. Juntamente com <i>HTML</i> e <i>CSS</i> , é uma das três principais tecnologias da <i>World Wide Web</i> .
LDAP	<i>Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)</i> é um protocolo de aplicação aberto, livre de fornecedor e padrão de indústria para aceder e manter serviços de informação de diretório distribuído sobre uma rede de Protocolo da Internet (IP).
Leaflet	Biblioteca <i>JavaScript</i> de código-aberto para criar mapas interativos.
Machine learning	É um campo de investigação dedicado a entender e construir métodos que "aprendem", ou seja, métodos que aproveitam dados para melhorar o desempenho em conjuntos de tarefas.
Maritime Single Window	Definido na diretiva 2010/65 tem como objetivo garantir que os Estados-Membros da União Europeia aprofundem a cooperação entre as autoridades competentes, como as autoridades alfandegárias, de controle de fronteiras, saúde pública e autoridades de transporte.
MATLAB	<i>MATrix LABoratory</i> , trata-se de um <i>software</i> interativo de alta performance voltado para o cálculo numérico.
Mp4	É um formato de vídeo definido pela MPEG (<i>Moving Picture Expert Group</i>).
MVC	Acrônimo de <i>Model-View-Controller</i> é um padrão de arquitetura de <i>software</i> focado no reuso de código e a separação de conceitos em três camadas interconectadas, onde a apresentação dos dados e interação dos utilizadores (<i>front-end</i>) são separados dos métodos que interagem com a base de dados (<i>back-end</i>).
NetCDF	É um formato de arquivo para armazenar dados científicos multidimensionais (multivariáveis), como temperatura, humidade, pressão, velocidade do vento, direção, etc., no tempo (ou outra dimensão).

NMEA	Representa o <i>National Marine Electronics Association</i> , o organismo de normalização dos EUA para equipamentos de navegação como sistemas de sonar e GPS.
O/RM	É uma técnica para aproximar o paradigma de desenvolvimento de aplicações orientadas a objetos ao paradigma das bases de dados relacionais.
Observatório RAI	Observatório Oceanográfico da Margem Ibérica.
OF	Ordem de Fabrico, no contexto industrial é um comando para fabricar um determinado item.
Ogg	É um formato livre de encapsulamento de multimédia ou arquivo recipiente orientado a <i>stream</i> . É muito utilizado na internet.
OP	Ordem de Produção, no contexto industrial é um comando para a produzir um determinado item.
OPC	<i>OLE for Process Control</i> . É um padrão, definida pela OPC Foundation, de interoperabilidade para a troca segura e confiável de dados no espaço de automação industrial.
OpenGL	<i>Open Graphics Library</i> é uma API livre utilizada na computação gráfica, para desenvolvimento de aplicativos gráficos, ambientes 3D, jogos, entre outros.
Oracle	Sistema de gestão de base de dados proprietário.
Ortofotomapas	É uma fotografia aérea da qual foram removidas as distorções causadas pela inclinação da câmara e pelo relevo. A escala de um ortofotomapa é uniforme, razão pela qual pode ser usado como um mapa.
Pandemia	É a disseminação mundial de uma nova doença. O termo passa a ser usado quando uma epidemia, surto que afeta uma região, se espalha por diferentes continentes com transmissão sustentada de pessoa para pessoa.
PHP	Acrônimo recursivo para " <i>PHP: Hypertext Preprocessor</i> ", originalmente <i>Personal Home Page</i>) é uma linguagem interpretada livre, usada originalmente apenas para o desenvolvimento de aplicações presentes e atuantes no lado do servidor, capazes de gerar conteúdo dinâmico na <i>Web</i> .

Placa Cola Cromotrópica	Armadilha adesiva de polietileno para captura de insetos nocivos que invadem culturas agrícolas e plantações em geral.
PL/SQL	Acrónimo para a expressão inglesa <i>Procedural Language/Structured Query Language</i> . É uma extensão da linguagem padrão SQL para o <i>SGBD Oracle</i> .
Port Community System	<i>Port Community System</i> ou Janela Única Portuária é uma plataforma eletrónica que conecta os múltiplos sistemas operados por uma variedade de organizações que compõem uma comunidade portuária, aeroportuária ou fluvial.
PostGis	Extensão espacial gratuita e de código fonte livre, construída o sistema de gestão de base de dados <i>PostgreSQL</i> , que permite o uso de objetos SIG e que estes possam ser armazenados em base de dados.
PostgreSQL	Sistema de gestão de base de dados desenvolvido como projeto de código aberto.
Process mining	Ciência de dados para descobrir, validar e melhorar os fluxos de trabalho.
Programa Erasmus	<i>European Region Action Scheme for the Mobility of University Students</i> (Plano de Ação da Comunidade Europeia para a Mobilidade de Estudantes Universitários).
QGIS	É um <i>software</i> livre com código-fonte aberto, multiplataforma, de sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.
Razor Pages	É um recurso da <i>ASP.NET Core MVC</i> que torna a codificação de cenários focados em páginas mais fácil e mais produtiva.
Região Demarcada	Zonas de lavoura estanque, abrangida por legislação especial para defesa e promoção da produção vinícola.
RTMP	É um protocolo que permite uma transmissão de vídeo, áudio ou outros dados de forma suave e contínua pela internet.
SAP	SAP ERP (até 2003 SAP/R3, até 2007 mySAP ERP) é um sistema integrado de gestão empresarial (ERP) transaccional, produto principal da SAP AG, uma empresa alemã.

SensorThings API	É uma interface aberta, habilitada geoespacialmente e unificada de interconectar dispositivos, dados e aplicativos da Internet das Coisas (IoT) pela <i>Web</i> .
Scrum	É a mais reconhecida e utilizada <i>framework</i> Agile para desenvolvimento de produtos e serviços.
ShapeFile(SHP)	Formato popular de arquivo contendo dados geoespaciais em forma de vetor. Foi desenvolvido e regulamentado pela ESRI como uma especificação aberta para interoperabilidade por dados entre os <i>softwares</i> de <i>ESRI</i> e de outros fornecedores.
SignalR	É a tecnologia da <i>Microsoft</i> , para <i>ASP.NET</i> que permite que código do lado do servidor envie notificações assíncronas para aplicativos <i>Web</i> do lado do cliente.
Stakeholders	Significa público de interesse ou parte interessada.
Soft Skills	São habilidades comportamentais, que estão ligadas à nossa relação com o espaço, as pessoas e as nossas tarefas.
SVN	<i>Apach subversion</i> é um sistema de controle de versão (ou versionamento), tem por objetivo gerenciar diferentes versões no desenvolvimento de um documento qualquer. É utilizado no desenvolvimento de <i>software</i> para controlar diferentes versões de códigos-fonte e de documentações.
Terroir	Termo francês usado para descrever os fatores ambientais que afetam o fenótipo de uma cultura, incluindo contextos ambientais únicos, práticas agrícolas e habitat de crescimento específico de uma cultura.
Ubuntu	É uma distribuição <i>Linux</i> baseada em <i>Debian</i> e constituída na sua maioria por <i>software</i> livre.
UMM	<i>UN/CEFACTs</i> (UMM) é uma abordagem de modelação <i>Unified Modeling Language</i> (UML).
Upload	Termo da língua inglesa com significado referente à ação de enviar dados de um computador local para um computador ou servidor remoto, geralmente através da internet.

- Visual C++*** É um compilador para as linguagens de programação *C, C++ e C++/CX* da *Microsoft*.
- WebM** É um formato de vídeo, aberto e livre, desenvolvido para fornecer vídeo de alta qualidade, em desenvolvimento pela Google.
- Web Services*** É uma solução utilizada na integração de sistemas e na comunicação entre aplicações diferentes.

SIGLAS

AEP	Associação Empresarial de Portugal
AMP	Área Metropolitana do Porto
APDL	Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo
API	<i>Application Programming Interface</i>
BLL	<i>Business Logic Layer</i>
CCDR	Comissão de Coordenação de Desenvolvimento Regional
CCTV	<i>Closed Circuit Television</i>
CD	<i>Continuous Delivery</i>
CI	<i>Continuous Integration</i>
CIM	Comunidade Intermunicipal
DAL	<i>Data Access Layer</i>
DGT	Direção Geral do Território
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
HF Radar	<i>High Frequency Radar</i>
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento

IA	Inteligência Artificial
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IDT	Instituto para o Desenvolvimento Tecnológico
IEFP	Instituto de Emprego e Formação Profissional
INESC TEC	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência
INSPIRE	<i>Infrastructure for Spatial Information in the European Community</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPP	Instituto Politécnico do Porto
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IVDP	Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto
JUL	Janela Única Logística
NAS	<i>Network Attached Storage</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
PBS-UP	<i>Porto Business School / University of Porto</i>
PDU	<i>Professional Development Units</i>
PMI®	<i>Project Management Institute</i>
PMP™	<i>Project Management Professional</i>
PSR-2	<i>PHP Standard Recommendation</i>
SGBD	Sistema de Gestão de Base de Dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNIG	Sistema Nacional de Informação Geográfica
SOA	<i>Service-Oriented Architecture</i>
SOS	<i>Sensor Observation Service, OGC</i>
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

WMS *Web Map Service, OGC*

WFS *Web Feature Service, OGC*

SÍMBOLOS

- © Símbolo que indica uma marca registrada protegida por direitos autorais (*copyright*).
- ® Símbolo que representa uma marca registrada ou protegida por direitos autorais (*copyright*).
- ™ Símbolo que indica que a marca anterior é uma marca comercial, especificamente uma marca não registrada.

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e motivação

O Processo de Bolonha deve o seu nome à chamada Declaração de Bolonha, que foi assinada em 19 de junho de 1999, na cidade de Bolonha (Itália). Trata-se de um processo de reforma intergovernamental a nível europeu inscrita nos objetivos da Estratégia de Lisboa e que visou concretizar o Espaço Europeu de Ensino Superior (**EEES**). Iniciou-se então uma harmonização dos diferentes sistemas de ensino superior, que introduziu alterações na duração dos ciclos de estudos.

Assim, no âmbito do designado Processo de Bolonha (Decreto-Lei 74/2006) procurou-se regular a possibilidade de antigos licenciados acederem aos graus entretanto criados, em particular para os licenciados "pré-Bolonha", pois dispõem de escolaridade idêntica aos atuais mestres, carecendo apenas de satisfazer o estipulado na alínea b), do número 1, do Artigo 20.º do Decreto-Lei 74/2006.

Neste contexto surge a motivação para realizar este trabalho, com vista à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática por Licenciados "pré-Bolonha", nos termos do Despacho 20/2010.

1.2 Apresentação pessoal

Presentemente, sou investigador sénior, gestor de projetos e responsável pela área de Engenharia de Sistemas de Informação Geoespacial, no centro de Computação Centrada no Humano e Ciência da Informação, do **INESC TEC**. A minha atividade tem sido orientada para a gestão e desenvolvimento de projetos nacionais e internacionais de sistemas de informação

geoespacial, baseados em normas emergentes do **OGC**, em instituições governamentais e empresas. Sou pós-graduado em Engenharia de Aplicações Empresariais e Licenciado "pré-Bologna" em Engenharia Informática - ramo de Sistemas de Informação, pelo **ISEP**. Possuo também uma especialização em Gestão de Projetos pela **PBS-UP**.

1.3 Sumário do percurso profissional

Entre janeiro de 1999 e junho de 2000, fui analista programador, participando em projetos de desenvolvimento de *software*, no Instituto para o Desenvolvimento Tecnológico (**IDT**), da Fundação Instituto Politécnico do Porto.

A partir de setembro de 2000 iniciei um novo desafio profissional no **INESC TEC**.

Entre setembro de 2000 e agosto de 2009, fui investigador e engenheiro de *software*, onde liderei equipas e participei no desenvolvimento de projetos nacionais e internacionais.

Entre setembro de 2009 e agosto de 2018, fui investigador sénior e gestor de projetos, gerindo projetos nacionais e internacionais com instituições governamentais e empresas, participando também em projetos de consultoria avançada.

Desde setembro de 2018 até à presente data, como investigador sénior e responsável da área de inovação em engenharia de sistemas de informação geoespacial, lidero equipas em vários projetos de investigação, inovação e de consultoria avançada.

Ao longo da minha carreira profissional desempenhei também funções de formador que, atendendo ao contexto do presente relatório e ao peso que esta atividade representa no meu percurso profissional, apenas farei referência à mesma neste ponto. Assim, relevo a responsabilidade de no ano 2000 ter sido formador do curso de Programação em *Visual C++*, no centro de formação da empresa Engenharia Informática Sistemas e Novas tecnologias. Em 2003 fui formador dos cursos de *Microsoft Word Avançado* e *Microsoft Access Avançado*, no Instituto de Apoio e Formação Empresarial. Em 2004, no Instituto Superior da Maia, fui formador do curso de Programação *Web* e Comércio Eletrónico. Por último, referir que em 2008 fui monitor na cadeira de Programação I, que focava na linguagem *C++*, no curso de Mestrado Integrado em Engenharia Informática, na **FEUP**.

1.4 Organização do documento

O relatório encontra-se estruturado em 6 capítulos.

No capítulo 1 enquadro o contexto e a motivação para a realização deste trabalho e faço um sumário do meu percurso profissional. No capítulo 2 apresento o meu percurso formativo, dividido entre formação académica e contínua. No capítulo 3 faço uma descrição detalhada sobre o meu percurso profissional, focando os desafios e os aspetos mais relevantes. Por seu lado, nos capítulos 4 e 5 descrevo detalhadamente dois dos projetos mais emblemáticos em que participei. O relatório termina, no capítulo 6, com as conclusões.

PERCURSO FORMATIVO

Este capítulo apresenta o meu percurso formativo.

Está dividido entre formação académica e contínua. A caracterização é feita por ordem cronológica.

2.1 Formação académica

Entre outubro de 1995 e junho de 2001 obtive o grau de Licenciado em Engenharia Informática - ramo de Sistemas de Informação, no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) do Instituto Politécnico do Porto (IPP). O ISEP tem a sua atuação ancorada num modelo educativo de saber aplicado (*hands-on*), seguindo as boas práticas internacionais da certificação de qualidade europeia, privilegiando o desenvolvimento de projetos académicos junto de empresas e grupos de investigação.

A formação caracterizou-se pela sua estruturação em dois ciclos: o bacharelato em Engenharia Informática, entre outubro de 1995 e setembro de 1998, seguido de um segundo ciclo, entre outubro de 1998 e junho de 2001, para a obtenção da licenciatura. De realçar que durante a formação, entre setembro e dezembro de 1998, tive ainda oportunidade de participar no **Programa Erasmus** e desenvolver um projeto denominado *DRS- Data Repository System*, na *Hogeschool Gent*, na Bélgica. Este projeto será descrito na seção 3.1.

Entre janeiro e novembro de 2005 realizei um curso de especialização pós-graduado em Engenharia de Aplicações Empresariais, no ISEP. Este curso de Pós-graduação foi um complemento lógico da formação base em engenharia de programação oferecendo um conjunto de disciplinas que visavam formar um engenheiro com competências de arquiteto de aplicações informáticas. O programa do curso focou os seguintes tópicos:

- *Agile software development e extreme programming*
- Meta-programação (introspeção e reflexão), programação segura
- Padrões de *software* e arquitetura de aplicações
- Sistemas de exploração (*.net e java*)
- Análise de requisitos e modelação de processos de negócio e engenharia de domínio
- Padrões de integração de sistemas e tecnologias
- Gestão de projetos de grande dimensão e acompanhamento do ciclo de vida completo do *software*
- Apresentação e discussão de casos de estudo

A Tabela 1 apresenta o quadro resumo do meu trajeto académico.

Tabela 1- Resumo do trajeto académico

Data	Curso	Grau
10/1995 a 09/1998	Engenharia Informática	Bacharelato
10/1998 a 06/2001	Engenharia Informática - Sistemas de Informação	Licenciatura
01/2005 a 11/2005	Engenharia de Aplicações Empresariais	Pós-graduação

2.2 Formação contínua

É de importância vital aprender ao longo de toda a carreira, não apenas pelos avanços tecnológicos com que temos de nos manter atualizados, mas porque podemos sempre melhorar em algum aspeto, nem que sejam as nossas competências de uma determinada língua estrangeira, ou *Soft Skills* específicas.

Durante o meu percurso profissional fui fazendo várias ações de formação contínua, tanto na vertente tecnológica como comportamental.

Entre 21 de maio e 28 de junho de 2001 realizei o curso de formação profissional de Formação Pedagógica Inicial de Formadores, no Centro de Formação do Porto do Instituto de Emprego e Formação Profissional (IEFP), tendo obtido a classificação final de Bom. Esta formação habilitou-me a ser formador certificado.

Entre 6 e 16 de dezembro de 2004 frequentei o curso *Agile Software Development*, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), tendo obtido a classificação final

de Elevado. Esta ação de formação introduziu uma abordagem ágil inovadora (à data) no processo de desenvolvimento de *software*.

Entre 4 e 29 de abril de 2005 participei na ação de formação Como Preparar e Apresentar Exposições Eficazmente, na entidade formadora Vantagem+. Esta formação focou-se na dinâmica de preparação e apresentação de comunicações para diversos contextos e públicos-alvo.

Entre 28 de junho e 7 de julho de 2005 frequentei a ação de formação Dinamização de Reuniões de Trabalho, na Associação Empresarial de Portugal (**AEP**). Esta ação de formação teve uma relevância grande, pois introduziu conceitos, ferramentas e métodos para condução de reuniões com diferentes intervenientes com perfis e posturas distintas.

Entre 5 e 30 de setembro de 2005 realizei o curso *Developing Web Applications using Microsoft Visual Studio .Net*, na entidade formadora Rumos (*Microsoft Certified Partner for Learning Solutions*). Este curso focou-se especificamente no desenvolvimento de solução *Web* utilizando a *stack* tecnológica do *Microsoft .Net*.

Entre 18 de outubro e 18 de novembro de 2005 participei na ação de formação Gestão do Tempo - Especial Chefias, na entidade formadora Vantagem+. Esta ação de formação foi particularmente interessante pois alertou e introduziu um conjunto de técnicas para melhor gerir o tempo de trabalho.

Entre 15 e 30 de novembro de 2005 realizei o curso de Programação em JAVA: a linguagem e boas práticas, na **FEUP**, tendo obtido a classificação final de Muito Bom. Nesta ação formativa foram aprofundados conhecimentos da linguagem e adoção de boas práticas de programação.

Entre 22 de maio e 2 de junho de 2006 realizei o curso de *Agile Project Management*, na **FEUP**. Este curso foi orientado para a gestão de projetos e equipas, num contexto de desenvolvimento de projetos, usando metodologias ágeis.

Entre 13 e 14 de julho de 2006 participei no curso Venda de Serviços - *Complex Sales*, na entidade formadora EUROTEMA. Esta formação permitiu ficar a conhecer os princípios do Marketing de Serviços, identificar uma oportunidade de venda complexa e elaborar e formular o plano estratégico para a oportunidade.

Entre 10 de janeiro e 13 de fevereiro de 2007 realizei o curso de formação profissional de Formação Pedagógica Contínua de Formadores, na entidade formadora KXLS Serviços de Comunicação e Imagem, Lda., obtendo a classificação de Cinco Valores, numa escala de Zero a Cinco. Esta formação teve como objetivo a renovação do certificado de formador.

Entre 25 e 28 de junho de 2007 realizei o curso *Building Service Oriented Architecture - Concepts, Patterns and Technologies*, na **FEUP**, obtendo a classificação final de Muito Bom.

Este curso centrou-se no estudo e aplicação de padrões de *software* no desenvolvimento de soluções orientadas a serviços.

Entre 28 de maio e 4 de julho de 2008 participei no curso de Espanhol Nível 1, na entidade formadora Vantagem+. Este curso teve como objetivo a iniciação de aprendizagem à Língua castelhana.

Entre 25 e 27 de junho de 2008 participei no curso *Gang-of-four Design Patterns*, na FEUP. Este curso foi dirigido para o estudo e aplicação de padrões de desenho de *software*.

Em 30 de março de 2010 participei na sessão *Coaching* para a Excelência, na AEP. Esta sessão teve como objetivo consciencializar para um processo (*Coaching*) que pode ser utilizado pela própria pessoa para se desenvolver e alcançar os resultados desejados para a sua vida (*autocoaching*), ou para ajudar outras pessoas.

Entre 16 e 25 de maio de 2016 realizei o curso de Gestão de Projetos, na *Porto Business School (PBS-UP)*, obtendo a classificação de Bom. Este curso promoveu o desenvolvimento de práticas de Gestão de Projetos que:

- Tornam mais previsíveis os resultados do projeto, aumentando o retorno sobre o investimento efetuado.
- Garantam na etapa de entrega do projeto uma adequada gestão do âmbito, *Stakeholders*, tempo, custo, risco, equipa, comunicação, aquisições e qualidade.
- Acedam a conceitos e métodos destinados ao controlo, acompanhamento e monitorização de diferentes fases de um processo.

A formação privilegiou uma abordagem integrada de Gestão de Projetos alinhada com o *Framework* e as melhores práticas do *Project Management Institute (PMI®)*. O curso foi Acreditado pelo **PMI®**, conferindo 37,5 **PDU**, necessários para a certificação **PMP™**.

Em 20 de julho de 2017 participei na ação de formação Como Comunicar com Jornalistas, no Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (**INESC TEC**). Esta ação de formação teve como objetivo compreender e assimilar um conjunto de competências relacionadas com uma comunicação eficaz com jornalistas.

Entre 11 de julho e 31 de outubro de 2022 participei no curso *Agile Transformation*, no **INESC TEC**. Esta ação focou-se no estudo e adoção de metodologias ágeis para a gestão organizacional de projetos, introduzindo um processo de transformação.

A Tabela 2 apresenta o quadro resumo das ações de formação contínua em que participei.

Tabela 2- Resumo da formação contínua

Ano	Ação de formação	Entidade
2001	Formação Pedagógica Inicial de Formadores	IEFP
2004	<i>Agile Software Development</i>	FEUP
2005	Como Preparar e Apresentar Exposições Eficazmente	VANTAGEM+
2005	Dinamização de Reuniões de Trabalho	AEP
2005	<i>Developing Web Applications using Microsoft Visual Studio .Net</i>	RUMOS
2005	Gestão do Tempo - Especial Chefias	VANTAGEM+
2005	Programação em <i>JAVA</i> : a linguagem e boas práticas	FEUP
2006	<i>Agile Project Management</i>	FEUP
2006	Venda de Serviços - <i>Complex Sales</i>	EUROTEMA
2007	Formação Pedagógica Contínua de Formadores	KXLS
2007	<i>Building Service Oriented Architecture - Concepts, Patterns and Technologies</i>	FEUP
2008	Espanhol Nível 1	VANTAGEM+
2008	<i>Gang-of-four Design Patterns</i>	FEUP
2010	<i>Coaching</i> para a Excelência	AEP
2016	Gestão de Projetos	PBS-UP
2017	Como Comunicar com Jornalistas	INESC TEC
2022	<i>Agile Transformation</i>	INESC TEC

PERCURSO PROFISSIONAL

Este capítulo apresenta uma descrição detalhada sobre o meu percurso profissional.

É feita uma caracterização do trajeto profissional e dos principais projetos desenvolvidos. A apresentação elencada é feita por ordem cronológica, focando os desafios e os aspetos mais relevantes.

3.1 Trajeto e projetos relevantes realizados

3.1.1 Analista programador

Entre setembro e dezembro de 1998, ainda durante a minha formação académica, tive oportunidade de realizar o projeto de fim de curso de bacharelato em Engenharia Informática, ao abrigo do **Programa Erasmus**, na *Hogeschool Gent*, na Bélgica. Para além de toda a novidade de viver num país estrangeiro e de alargar horizontes, esta foi a minha primeira experiência a trabalhar num projeto com alguma dimensão. O projeto denominado *DRS- Data Repository System*, consistiu no desenvolvimento de uma plataforma *Web* para repositório e partilha de ficheiros entre utilizadores autenticados. Os utilizadores faziam **Upload** dos seus ficheiros e partilhavam permissões de acesso (leitura - **Download**, edição, eliminação) com outros utilizadores. Em termos tecnológicos foi também um desafio interessante, pois foi utilizada a tecnologia emergente de geração dinâmica de páginas *HTML*, denominada **ASP**.

A 11 de janeiro de 1999, após a conclusão do bacharelato, e estando a frequentar a licenciatura (2º ciclo), iniciei um desafio profissional como analista programador no (então) Instituto para o Desenvolvimento Tecnológico (IDT), da Fundação Instituto Politécnico do Porto. O IDT desenvolvia projetos de investigação aplicada com empresas. Aqui participei num projeto denominado GESTÃO 2000. O projeto teve como objetivo desenvolver uma solução

inovadora de *software* de gestão empresarial. Em termos tecnológicos o desenvolvimento assentou em tecnologia *Microsoft*, nomeadamente o *Visual C++* e *SQL Server*. Este projeto teve a particularidade de ser promovido, para além do **IDT**, por três das empresas de referência no desenvolvimento de *software* de gestão: Infologia, *PMR Software* e T.i. - Tecnologia Informática. Esta foi a minha primeira experiência profissional, na área de formação, e foi extremamente enriquecedora na capacitação de competências de relacionamento interpessoal, sentido de responsabilidade e pensamento crítico.

A Tabela 3 apresenta o quadro resumo com os principais projetos realizados por mim como analista programador.

Tabela 3- Projetos relevantes realizados como analista programador

Data	Nome do projeto
09/1998 a 12/1998	<i>DRS- Data Repository System</i>
01/1999 a 06/2000	GESTÃO 2000

3.1.2 Investigador e engenheiro de *software*

Em 4 de setembro de 2000 iniciei um novo desafio profissional no **INESC TEC** (na altura denominado de **INESC Porto**), onde me encontro até à data. O **INESC TEC** é uma associação privada sem fins lucrativos, com estatuto de utilidade pública, que se centra em atividades de investigação científica e desenvolvimento tecnológico, transferência de tecnologia, consultoria avançada e formação, e pré-incubação de novas empresas de base tecnológica. Como instituição de interface, o **INESC TEC** junta a academia, as empresas, a administração pública e a sociedade, aplicando o conhecimento e os resultados gerados na investigação em projetos de transferência de tecnologia, procurando criar valor e uma relevância social imediata. Conta com 6 polos no Porto (sede), Braga e Vila Real. O **INESC TEC** agrega 13 Centros de **I&D** que estão estruturados em quatro *Clusters* (domínios) temáticos - Informática, Engenharia Industrial e de Sistemas, Redes de Sistemas Inteligentes, e Energia. Agrupa mais de 700 investigadores integrados (cerca de 350 doutorados), incluindo investigadores contratados, investigadores de instituições de ensino superior, bolsiros e investigadores afiliados. A equipa do **INESC TEC** inclui também estagiários e pessoal de apoio técnico e administrativo.

Nestes mais de 20 anos que estou no **INESC TEC** tive oportunidade de participar em dezenas de projetos, em áreas distintas e colaborar com muitas pessoas e organizações. Tive oportunidade de evoluir, amadurecer e crescer pessoal e profissionalmente. Ao longo do tempo fui adquirindo competências técnicas, sociais e comportamentais que me ajudaram a progredir.

Entre setembro de 2000 e agosto de 2009, como investigador e engenheiro de *software*, liderei equipas e participei no desenvolvimento de projetos nacionais e internacionais. Destes irei elencar alguns dos mais relevantes.

De setembro a dezembro de 2000 participei num projeto denominado SIMAT - Sistema de Informação Municipal Aplicações Técnicas em tecnologia **SIG**. O projeto teve como objetivo promover uma oferta consistente de aplicações específicas, para a gestão municipal, baseada num Sistema de Informação Geográfica, a ser fornecida por parte de empresas de *software*. Estas aplicações focavam a gestão territorial em áreas como: a gestão de infraestruturas de redes municipais, património municipal, rede viária, cadastro de propriedade e gestão urbana. Teve como resultados um conjunto de documentos de especificações de arquitetura e funcionalidade, acompanhados de protótipos (demonstradores) de interface funcionais, que podiam ser executados via *Web* sem recurso a instalação de *software* específico. O meu papel focou-se especificamente no desenvolvimento dos demonstradores. Atendendo aos requisitos a tecnologia utilizada foi o **Java**. Este projeto teve como parceiros as Câmaras Municipais de S. J. da Madeira, Maia, Chaves, Guimarães e Associação de Municípios do Vale Douro Sul. Como empresas associadas participaram a PH Informática, **ESRI** Portugal, **INTERGRAPH** e **MICROGRAF**. Este projeto teve um impacto grande pois permitiu dar um impulso no mercado para o preenchimento de uma lacuna existente de oferta de *software* numa área específica da gestão municipal.

De março de 2002 a fevereiro de 2003 tive oportunidade de fazer parte da equipa que participou num projeto denominado HOTSPOTS, e que teve como objetivo o desenvolvimento de um *software* específico de visualização e georreferenciação de tráfego de comunicações móveis (**GSM**), para a empresa **SIEMENS**. O resultado foi um módulo que permitia visualizar, num mapa, diversa informação relativa às comunicações móveis, tais como: o percurso que uma determinada chamada de telemóvel fez, onde é que ocorrerem mais quebras de chamadas e onde é que existe maior concentração de chamadas. Este módulo foi integrado na solução tecnológica que a empresa fornecia aos seus clientes, operadores de comunicações móveis. Neste projeto a tecnologia de base adotada foi o **Java**. Este módulo deu um contributo importante para o apoio na tomada de decisão na gestão da rede móvel do operador.

De fevereiro de 2006 a maio de 2007 integrei a equipa do projeto KOBAS - *Knowledge based customized services for traditional manufacturing sectors provided by a network of high-tech SMEs*. O KOBAS [1] foi um projeto europeu que teve como objetivo promover um avanço nas práticas de uso de máquinas de fabricação, desenvolvendo um conjunto de ferramentas genéricas, de nova conceção, destinadas a permitir a rápida customização de soluções de *software*. Estas soluções destinavam-se a proporcionar, por um lado, um planeamento avançado de tarefas e processos e, por outro lado, manutenção de máquinas, formação e apoio à gestão. A minha participação centrou-se no estudo e desenvolvimento de um cliente para acesso e controlo de uma máquina industrial aplicando o padrão *OPC*. Este é um padrão de interoperabilidade para a troca segura e confiável de dados no espaço de automação industrial. Neste projeto a tecnologia de base adotada para o desenvolvimento do cliente (*OPC Client*) foi o *Java*. Este projeto teve início a 1 de junho de 2004 e término em 31 de maio de 2007 e foi cofinanciado pela Comissão Europeia ao abrigo do sexto programa-quadro.

De junho a dezembro de 2006 participei no desenvolvimento do projeto denominado GEOFORUM, que teve como grande objetivo desenvolver uma plataforma de discussão pública que materializasse uma ferramenta de democracia digital (*e-Democracy*), permitindo suportar a discussão assíncrona entre os cidadãos e a administração pública (local, regional e nacional). Como o próprio nome sugere, a plataforma era constituída por duas componentes interligadas: um fórum de discussão e um **SIG**. A plataforma permitia a visualização e interação entre a discussão no fórum e a informação geográfica disponibilizada e associada. A participação - opiniões, sugestões, ideias era também geograficamente contextualizada. Em termos tecnológicos recorreu-se à utilização de um fórum de discussão de *software* livre, baseado em tecnologia *ASP* e uma tecnologia **SIG** proprietária da **ESRI**. Para além de integrar a equipa de desenvolvimento, desempenhei também o papel de coordenador do projeto. A plataforma Geoforum [2] teve uma instanciação interessante aquando da discussão pública do Plano de Mobilidade Urbana do Município de Águeda, em outubro de 2006, onde foi utilizado para discutir a modificação dos sentidos de trânsito no centro da cidade. A adesão por parte das pessoas foi notável, foi a prova de que os cidadãos queriam participar na discussão dos assuntos da comunidade desde que lhes fossem facultadas formas ágeis para o fazer. Esta iniciativa contribuiu para promover a aproximação entre as instituições e os cidadãos.

De setembro de 2006 a fevereiro de 2007 tive oportunidade de participar num projeto denominado SIRPLAN, com a SONAE INDÚSTRIA. O objetivo deste projeto foi desenvolver um módulo de gestão e escalonamento de produção de painéis de derivados de madeira, para as prensas de termolaminados. Este módulo recebia as ordens de produção (*OPs*) do **ERP SAP**,

gerava as Ordens de Fabrico (**OFs**) de acordo com as especificações e restrições de compatibilidade das prensas e escalonava o fabrico com base nas prioridades. Este trabalho foi bastante desafiador pois envolveu um trabalho prévio de especificação e caracterização, que permitiu sistematizar todas as regras de negócio, e o desenvolvimento do módulo propriamente dito, nomeadamente os algoritmos de escalonamento. Em termos tecnológicos recorreu-se ao *Java*, pois dava todas as garantias de compatibilidade e interoperabilidade. O meu papel aqui focou-se na especificação e desenvolvimento dos algoritmos.

De janeiro de 2007 a dezembro de 2008 tive oportunidade de participar num projeto com o Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto (**IVDP**), denominado de WINESLOAT. Foi extremamente interessante e desafiador participar pois foi o primeiro projeto em que participei no setor agroalimentar, especificamente, no setor vitícola e com o foco na região demarcada do Douro. Este projeto teve duas fases distintas. Uma primeira fase de trabalho de consultoria especializada, onde o objetivo foi estudar e normalizar o conceito de parcela de vinha [3] adequando o modelo de representação em **SIG**, de definição legal, e a forma como esta se relacionava com conceitos associados, nomeadamente prédio, exploração e património. Pretendeu-se também harmonizar os critérios utilizados no cadastro tradicional das parcelas, sobre o qual foram estabelecidos direitos de plantação, e a representação do seu cadastro geométrico. Uma segunda fase de criação de um módulo piloto de classificação de parcelas, de acordo com o resultado da normalização, e com a possibilidade de cálculo automático da classe da parcela. Este cálculo foi feito a partir de níveis de informação geográfica, como a altimetria, e tendo em conta a delimitação geográfica da parcela, por forma a obter o cálculo automático de alguns parâmetros, nomeadamente a altitude, o declive e a exposição solar. No que diz respeito à tecnologia, de realçar o recurso à base de dados espacial *Oracle*, que serviu de repositório da informação bem como motor para os cálculos geoespaciais. Por esta altura era das poucas bases de dados com suporte espacial nativo. O meu trabalho neste projeto foi estudar o cálculo automático de parâmetros, a partir da informação geográfica, e implementar os algoritmos de cálculo na base de dados *Oracle*, recorrendo às funções espaciais. Este projeto teve um impacto tremendo no setor, pois marcou um ponto de viragem na adoção do conceito de parcela de vinha na Região Demarcada do Douro. Contribuiu ainda para que fosse também adotado o cálculo automático de parâmetros, conferindo muito mais rigor ao processo.

A Tabela 4 apresenta o quadro resumo com os principais projetos realizados por mim como investigador e engenheiro de *software*.

Tabela 4- Projetos relevantes realizados como investigador e engenheiro de *software*

Data	Nome do projeto
09/2000 a 12/2000	SIMAT
03/2002 a 02/2002	HOTSPOTS
02/2006 a 05/2007	KOBAS
06/2006 a 12/2006	GEOFORUM
09/2006 a 02/2007	SIRPLAN
01/2007 a 12/2008	WINESLOAT

3.1.3 Investigador sénior e gestor de projetos

Entre setembro de 2009 e agosto de 2018, como investigador sénior e gestor de projetos, geri projetos nacionais e internacionais com instituições governamentais e empresas, e participei também em projetos de consultoria avançada. Destes irei elencar alguns dos mais representativos.

De abril de 2009 a maio de 2012 participei num projeto denominado DOUROVALLEY que teve como objetivo idealizar e desenvolver um portal de turismo [4] inovador centrado na promoção da região do Douro. Este projeto propôs-se a resolver um problema comum aos portais de turismo convencionais, que tipicamente tinham um *design* atrativo, mas possuíam uma navegação temática vertical, com pouca ou nenhuma relevância do contexto geoespacial e do perfil dos utilizadores. Assim, a motivação passou por desenvolver uma plataforma *Web* georreferenciada [5], para portais turísticos, baseado na localização e no perfil dos utilizadores, potenciando uma experiência inovadora em termos de navegação e contexto respondendo a todo o momento à questão "*O que tenho à minha volta e é do meu interesse?*". Em termos tecnológicos adotou uma base de dados espacial e montou um conceito de aplicações interoperáveis, agregando informação própria com informação gratuita de acesso público, com referência espacial e devidamente categorizada e classificada por relevância. De realçar a inclusão de um mapa interativo e de uma visita virtual (panorâmica e 3D). O meu papel neste projeto foi de responsável técnico e coordenação da equipa de desenvolvimento. O resultado traduziu-se numa experiência inovadora na navegação de um portal de turismo, centralizando a descoberta e exploração de conteúdos, de forma contextualizada.

De janeiro de 2011 a dezembro de 2013 participei no projeto europeu APSAT, que teve como objetivo principal demonstrar a eficácia de serviços satélites inovadores, que

permitissem às comunidades manter metas de desenvolvimento sustentável: otimização de trajetos, redução dos gases de efeito estufa, recolha de informação para a proteção do ambiente e criação de novos serviços para os cidadãos. Este projeto contou com parceiros de Portugal, Espanha e França. Em Portugal para além do **INESC TEC**, participou também a Comunidade Intermunicipal do Ave. No âmbito do projeto foi desenvolvida uma aplicação móvel, denominada *CleanMyCity* que permitia ao cidadão reportar, em tempo real ou diferido, o estado de conservação e enchimento de contentores públicos de lixo coletivos, ou ainda reportar a localização de objetos ou lixo abandonado, para que as autoridades competentes pudessem ser informadas e agendar de forma rápida e eficiente a sua recolha. Esta aplicação era suportada também por uma aplicação *Web* de *backoffice* que permitia à entidade responsável pela recolha de resíduos gerir a informação recebida e planear as recolhas. Em termos tecnológicos a aplicação móvel foi desenvolvida especificamente para o sistema **Android**, recorrendo a desenvolvimento nativo. Fazia uso das funções **GPS**, Bússola, Câmara e dos Dados Móveis do dispositivo. A aplicação de *backoffice* foi desenvolvida em **PHP**, suportada numa base de dados **PostgreSQL** com extensão espacial **PostGis**. Neste projeto fui responsável pela coordenação da parceria portuguesa e pela equipa de desenvolvimento.

De novembro de 2011 a dezembro de 2013 participei no projeto MIELE - *Multimodal Interoperability E-services for Logistics and Environment sustainability*. O projeto MIELE [6] foi um projeto europeu na área da logística portuária que visou projetar e desenvolver pilotos de pré-implantação que permitissem a interoperabilidade entre sistemas de TIC, como por exemplo, **Maritime Single Window** e **Port Community System** (janelas únicas marítimas, janelas únicas portuárias) na cadeia logística. Este projeto envolveu parceiros de cinco países: Itália, Espanha, Portugal, Alemanha e Chipre. Do lado português participaram os Portos de Leixões e de Lisboa. Este projeto previu a implementação de pilotos verticais nacionais, em cada um destes cinco estados-membros e à escala real, demonstrando a troca de dados de uma forma integrada e interoperável. Foi essencial a produção de diretrizes e normas, em colaboração com iniciativas europeias tais como o **e-Freight** [7]. Na implementação do piloto vertical de Portugal, foi desenvolvido um conceito denominado Janela Única Logística (**JUL**) que enquadra os processos *Business-to-Business*, materializados numa plataforma *e-business*, com um conceito de *one-stop-shop* para serviços logísticos, tendo por base as boas práticas das redes de correio urgente, envolvendo Clientes e Prestadores de serviços privados. A **JUL** representava um mercado local em si e que integrava os prestadores de serviços logísticos e que permitia a um qualquer cliente de serviços logísticos fazer uma pesquisa de soluções para um determinado serviço e obter uma oferta combinada de opções. Ligava a oferta à procura, com

interoperabilidade com os restantes pilotos verticais. Fazendo um paralelismo de uma forma simplista, foi aplicar à carga o mesmo conceito que já existia de qualquer pessoa consultar um *site* específico e obter ofertas de voos para um determinado percurso e com determinado critério, do ponto A para o ponto B. Neste projeto integrei a equipa de consultores do **INESC TEC** e da **PBS-UP**, onde foi caracterizada a situação atual e modelado o sistema futuro, com a participação dos *Stakeholders*, por forma a tornar os resultados compatíveis com as expectativas dos clientes. Este trabalho foi muito desafiante e ao mesmo tempo muito motivador pois envolveu a articulação com muitas entidades, como missões distintas, mas que desempenhavam um papel importante na cadeia logística. Foi adotada a metodologia *UN/CEFACT Modeling Methodology (UMM)*, no desenvolvimento das atividades de consultoria.

De julho de 2013 a junho de 2015 fui responsável pelo projeto 3PORT - *Ports and Environmental Management Informations System*. Este projeto teve como objetivo desenvolver uma plataforma geoespacial para integração e gestão de processos portuários [8], que possibilitasse o controlo e a gestão das operações, processos e requisitos ambientais, associados à atividade portuária. Esta plataforma era constituída por oito módulos que suportavam os processos das seguintes áreas temáticas: ordenamento portuário e cadastro, gestão dominial, planeamento de navios, plano de segurança interna, cadastro de obras e hidrografia. Este projeto foi promovido pela empresa TRIEDE TI (atualmente denominada 3MAPS) e contou também com a participação da Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo (**APDL**), no papel de *stakeholder*. O resultado foi um produto que deu resposta efetiva às necessidades das autoridades portuárias, independentemente da sua dimensão, completamente alinhado com os processos de negócio. O meu papel aqui foi de gestor de projeto. Foi extremamente desafiante gerir um projeto de grande dimensão onde pude colocar em prática a experiência que fui adquirindo e onde aprendi muito enquanto profissional. Este projeto, por ter sido um dos mais emblemáticos, será alvo de detalhe no capítulo 4 abaixo.

De janeiro a dezembro de 2016 participei no projeto IDE AMP. Este projeto teve como motivação desenvolver uma arquitetura para implementar uma Infraestrutura de Dados Espaciais (**IDE**) regional para a associação de municípios da Área Metropolitana do Porto (**AMP**). O Objetivo foi desenvolver uma **IDE** ao nível metropolitano capaz de fornecer informação em tempo real, atualizada e dinâmica, entre os diferentes níveis hierárquicos (Municipal, Regional e Nacional) e que fomentasse a otimização da gestão do território, bem como a disponibilização de serviços inovadores aos cidadãos. Esta iniciativa teve como primeiro passo criar as condições técnicas e institucionais necessárias ao desenvolvimento do governo eletrónico da área metropolitana, e à articulação entre entidades, através da adoção de soluções normalizadas

de troca de informação georreferenciada. Num segundo passo, desenhou-se uma arquitetura genérica em conformidade com a Diretiva **INSPIRE** [9] e com as normas do **OGC** que permitisse ser instanciada, tanto a nível municipal como metropolitano, e que fosse capaz de fornecer informação em tempo real, atualizada e dinâmica, entre os diferentes níveis de implementação. Num terceiro passo, instanciou-se a arquitetura numa implementação baseada em *software* livre que acedia aos dados dos municípios da **AMP**, obtidos através de mecanismos normalizados de interoperabilidade, e que não alterou o funcionamento normal de cada município ou exigido mudanças nos **SIG** municipais. O resultado foi uma implementação pioneira, ao nível regional, que promoveu também um piloto de interoperabilidade da **AMP** com os seus 17 municípios, capacitando-os a ter e disponibilizar informação interoperável, seguindo a Diretiva **INSPIRE** [9]. O meu papel neste projeto foi definir a arquitetura e implementar e gerir o projeto com os 17 municípios da **AMP**. Foi bastante exigente pois nem todos os municípios estavam no mesmo patamar de desenvolvimento, existia uma diversidade de soluções **SIG** muito grande aliado à natural resistência à mudança. Este projeto esteve alinhado com a estratégia desenhada pela **DGT**, materializada no **SNIG** 2020.

De novembro de 2017 a fevereiro de 2021 participei no projeto MELOA - *Multipurpose/Multi-sensor Extra Light Oceanography Apparatus*. O MELOA [10] foi um projeto europeu que teve como propósito criar uma família inovadora de produtos, flutuadores (*drifter*) batizados de *WAVY*, implementando com isso um sistema de baixo custo, fácil implantação, alta versatilidade e baixa manutenção para medições *in situ* de ambientes marinhos. Este projeto pretendia cobrir lacunas existentes na observação marinha, contribuindo para aumentar a disponibilidade de dados *in situ* para zonas costeiras e também de oceano aberto. O projeto desenvolveu várias versões de flutuadores *WAVY*, cada uma com o seu propósito de observação (costeiro ou oceano aberto), características de sensores e comunicações. Complementarmente foi desenvolvido um ecossistema de *software* que, para além de apoiar os lançamentos das *WAVY* e as campanhas de recolha de dados, fornecia informações valiosas que contribuíram para obtenção de respostas e necessidades científicas, ambientais e sociais. O resultado foi uma solução capaz de ampliar e melhorar os sistemas de observação e monitorização *in situ* oceânica. Neste projeto tive como principal responsabilidade coordenar a equipa na tarefa específica do desenvolvimento do *WAVY Operation Software*, um dos módulos do ecossistema de *software*. Fazer parte deste projeto foi muito motivador e enriquecedor pois contou com a participação 10 parceiros europeus com competências desde as comunicações satélite, eletrónica, materiais compósitos, robótica e *software*. Foi extremamente compensador trabalhar com

instituições orientadas para a tecnologia, altamente motivadas e comprometidas em explorar formas inovadoras para ajudar a melhorar a observação oceânica.

A Tabela 5 apresenta o quadro resumo com os principais projetos realizados por mim como investigador sénior e gestor de projetos.

Tabela 5- Projetos relevantes realizados como investigador sénior e gestor de projetos

Data	Nome do projeto
04/2009 a 12/2012	DOUROVALLEY
01/2011 a 12/2013	APSAT
11/2011 a 12/2013	MIELE
07/2013 a 06/2015	3PORT
01/2016 a 12/2016	IDE AMP
11/2017 a 02/2021	MELOA

3.1.4 Investigador sénior e responsável de área de inovação

Desde setembro de 2018 até à data, como Investigador Sénior e Responsável da Área de Inovação em Engenharia de Sistemas de Informação Geoespacial, liderei equipas em vários projetos de investigação, inovação e consultoria avançada. Destes irei elencar alguns dos mais representativos.

De janeiro de 2018 a julho de 2022 participei no projeto RADAR ON RAIA (Radares de alta frequência no **Observatório RAIA**). O RADAR ON RAIA [11] foi um projeto transfronteiriço (Norte de Portugal e Galiza) que visou consolidar um ecossistema transfronteiriço de excelência científica no campo da tecnologia **HF Radar** (*High Frequency Radar*) e teve como principal objetivo fortalecer a infraestrutura transfronteiriça de observação do oceano: **Observatório RAIA**, em operação desde 2008. Este incremento foi realizado por meio da integração da tecnologia **HF Radar**, criando uma rede de radares, que contribuiu significativamente para a oferta de novos produtos e serviços de gestão de emergências marítimas, caracterização dos recursos energéticos marinhos, gestão de lixo marinho e riscos costeiros, bem como o apoio à gestão do tráfego marítimo. Esta iniciativa permitiu melhorar o conhecimento da dinâmica oceânica de um nível local para um nível regional na zona noroeste da Península Ibérica. O meu papel neste projeto foi de gestão e coordenação do desenvolvimento de um serviço de catálogo

compatível com as normas **OGC** e com a Diretiva **INSPIRE** para a implementação de serviços de pesquisa (serviços de descoberta) e, com isso fornecer, de forma aberta, os dados de Radar HF. Este projeto teve um impacto muito grande pois permitiu estabelecer um marco de colaboração transfronteiriço para além da própria infraestrutura física, desenvolvendo procedimentos de manutenção, processamento e validação dos dados comuns a ambos os lados da fronteira, assim como acesso público e simples a toda a informação.

De janeiro de 2018 até julho de 2022 participei no projeto FDCONTROLO. Este projeto debruçou-se sobre o tema da **Flavescência Dourada**, uma doença que afeta as videiras, particularmente em Portugal, na região dos Vinhos Verdes. Teve como objetivo o estudo de medidas de mitigação diferenciadas para um controlo mais eficaz da doença, no nosso país. Uma dessas medidas foi a disponibilização ao agricultor, de ferramentas inovadoras de monitorização do inseto vetor que transporta a doença. No caso particular materializou-se na conceção e desenvolvimento de uma armadilha robótica inteligente para apoiar a deteção remota da presença desse mesmo vetor. Esta armadilha tinha por base uma **Placa Cola Cromotrópica** convencional incorporando-a numa componente robótica, conferindo-lhe inteligência e capacidade de digitalização, permitindo fotografar de forma automática a placa e enviando a imagem para um sistema de informação capaz de a processar e detetar a presença do vetor. Este sistema permitia o armazenamento estruturado das imagens, apoiava os técnicos no processo de mitigação e incluía também uma aplicação móvel para visualização da informação das armadilhas e receção de alertas. O meu contributo neste projeto foi na gestão e coordenação da equipa de desenvolvimento do sistema de informação. Foi uma experiência muito estimulante pois este projeto deu um contributo decisivo para permitir melhorar a eficácia das medidas de controlo da doença da **Flavescência Dourada**, aumentar a capacidade produtiva da região dos vinhos verdes e um fomentar um uso mais sustentável de pesticidas no combate ao inseto vetor.

De julho de 2019 a dezembro de 2021 fui responsável pelo projeto INFRAVINI- Infraestrutura de Dados Espaciais para a Gestão das Alterações Climáticas na Vinha. Este projeto teve como finalidade criar uma Infraestrutura de Dados Espaciais (**IDE**) Temática para apoio na gestão das alterações climáticas na Vinha. A infraestrutura desenvolvida adquiria e disponibilizava dados geoespaciais relevantes sobre as alterações climáticas, incluindo indicadores climáticos e agronómicos, permitindo o cruzamento e a normalização da informação sensorial local (estações meteorológicas e sensores colocados no terreno) e climática previsional. Este projeto permitiu contribuir para minimizar os custos e os riscos de produção, suportando a decisão para uma melhor gestão e monitorização do impacto das alterações climáticas na vinha, por

parte dos viticultores. O meu papel neste projeto foi, para além da gestão, de coordenar o desenvolvimento científico na normalização do acesso aos dados de sensores e na produção dos indicadores. Foi um projeto muito mediático pois focava num tema muito atual - o impacto das alterações climáticas na agricultura. Este projeto por ter sido um dos mais emblemáticos, será alvo de detalhe no capítulo 5 abaixo.

De janeiro de 2020 a dezembro de 2021 participei no projeto 3MAPSTRACK - Monitorização inteligente de carga **HAZMAT**. O 3MAPSTRACK teve como objetivo desenvolver uma plataforma inovadora de apoio à monitorização e controlo integrado das operações portuárias relativas à movimentação de veículos e de carga perigosa contentorizada. O resultado deste projeto foi uma solução inteligente de *software* capaz de monitorizar, em tempo real, a movimentação de veículos e de carga perigosa contentorizada, desde a sua chegada, parqueamento e carga no navio (e vice-versa), à área de jurisdição de uma **Autoridade portuária**. Esta plataforma assentou em dois módulos principais: o *Digital Tracking*, focado para a monitorização da carga em trânsito na área portuária, e o *Digital Twin*, focado na representação do gêmeo digital dos parques de contentores [12]. Estes módulos interagiam quer com o sistema operacional do terminal, quer com o sistema de informação portuário eletrónico. O meu papel focou-se na coordenação da equipa de investigação e desenvolvimento tecnológico do módulo *Digital Twin*. Este projeto trouxe desafios interessantes no que diz respeito à definição da arquitetura e da tecnologia utilizada pois baseou-se num motor, com foco na representação de Objetos 3D, a partir de fontes de dados externas para servir de base para o módulo *Web* de representação.

Desde abril de 2021 encontro-me a liderar o projeto SIGIPRO - Sistema Inteligente de Gestão de Processos Habilitados espacialmente. E tem previsão de término para junho de 2023. Este projeto tem como objetivo investigar e desenvolver uma solução de Gestão de Processos inovadora, com recurso à Inteligência Artificial (IA), que desempenhem a simplificação destas aplicações de Gestão de Processos para a maioria dos utilizadores. A solução através da sua habilitação geoespacial, irá também integrar de base os atributos geoespaciais para cada processo, desenvolvendo uma analítica baseada em geovisualização interativa suportada por técnicas de inteligência artificial para o apoio à decisão. O meu foco neste projeto, para além de liderar a equipa de **I&D** do **INESC TEC**, coordeno o desenvolvimento do módulo inteligente de geovisualização interativa. Este projeto tem uma particular característica de introduzir técnicas de IA, como por exemplo, o *Machine learning* e a aplicação do *Process mining* para incluir inteligência num sistema de gestão de processo e documentos.

Desde setembro de 2021 encontro-me a participar no projeto INOLIVE - Sistema de Monitorização Inteligente para Prevenção de Pragas e Doenças no Olival. E tem previsão de término para junho de 2023. Este projeto tem como objetivo desenvolver uma solução de monitorização Inteligente para prevenção de pragas e doenças que afetam o olival. Vai disponibilizar uma armadilha inteligente robótica com incorporação de tecnologias avançadas de sensorização, georreferenciação e aquisição de imagens por visão computacional, que fará a monitorização das pragas e a prevenção de doenças associadas quer às pragas, quer a outros fatores ambientais, de forma autónoma. Esta solução integrará também um sistema de gestão inteligente (*Web e mobile*) que estará de forma contínua a fazer a análise de dados no terreno e a interpretá-los (aprendendo através de técnicas de *Machine learning*) de acordo com os parâmetros definidos como ideais comprovados no olival. O meu papel neste projeto foca-se particularmente na coordenação da equipa que está a desenvolver o módulo inteligente de deteção de insetos, em imagens, com recurso a visão computacional. Este projeto pretende dar um impulso inovador para determinar de uma forma rápida, precisa e económica a necessidade e o momento adequado para intervir na luta contra estas pragas e doenças do olival, otimizando desta forma o uso de pesticidas e contribuindo para uma agricultura sustentável.

A Tabela 6 apresenta o quadro resumo com os principais projetos realizados por mim como investigador sénior e responsável de área.

Tabela 6- Projetos relevantes realizados como investigador sénior e responsável de área

Data	Nome do projeto
01/2018 a 07/2022	RADAR ON RAIA
01/2018 a 07/2022	FDCONTROLO
07/2019 a 12/2021	INFRAVINI
01/2020 a 12/2021	3MAPSTRACK
04/2021 a 06/2023	SIGIPRO
09/2021 a 06/2023	INOLIVE

3.2 Análise e reflexão crítica

Ao longo de meu percurso profissional participei em dezenas de projetos, tive a oportunidade de trabalhar com muitas pessoas, em diferentes áreas de negócio e com estímulos muito diversos. A responsabilidade foi sempre aumentando, fruto do trabalho realizado e do reconhecimento obtido pelo desempenho e pelas competências adquiridas. Em diferentes momentos, fui confrontado com inúmeros desafios: tecnológicos, organizacionais e culturais, que ultrapassei com base na experiência que consolidei, na aprendizagem constante e, muito importante, no aperfeiçoamento das minhas *Soft Skills*.

A tecnologia evoluiu muito e diferenciadamente nos últimos 20 anos. Durante o meu trajeto, deparei-me com diferentes tendências, o surgimento de novas tecnologias e a assunção de novos paradigmas. A utilização da tecnologia emergente de geração dinâmica de páginas *HTML*, denominada *ASP*, no projeto *DRS- Data Repository System*; a adoção do *Java* e do *.NET Framework*, como duas das grandes plataformas de desenvolvimento, utilizadas, por exemplo, nos projetos *HOTSPOTS*, *SIRPLAN* e *WINESLOAT*, são disso exemplo. A generalização da inclusão das extensões espaciais nos *SGBD*, o surgimento das tecnologias móveis e as novas *Framework* de desenvolvimento *Web*, adotadas nos projetos *DOUROVALLEY*, *APSAT*, *3PORT*, *IDE AMP*, *INFRAVINI*, espelham a evolução tecnológica e a adequação contínua necessária aos requisitos e objetivos dos projetos onde participei. Outro fator impactante foi acompanhar a alteração do paradigma do desenvolvimento e da gestão de projetos, nomeadamente no desenvolvimento de *software*, passando de uma abordagem tradicional para uma abordagem mais baseada em princípios *Agile*.

A formação académica preparou-me bem para o mundo profissional, proporcionou-me uma base sólida de conhecimento e apetrechou-me com as ferramentas necessárias para encarar os desafios e encontrar soluções. Fez-me desenvolver o pensamento crítico e incutiu-me um espírito proativo e criativo. Este processo foi sendo consolidado com a experiência profissional conjugada com a formação contínua. A capacidade de organização, liderança e de comunicação foram, igualmente, fatores chave para o sucesso.

No meu trajeto profissional, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de ir mais além no que respeita ao cumprimento das ações, mantendo um comportamento de antecipação e de responsabilização pelas escolhas efetuadas. O facto de ter tido a oportunidade de realizar muitos projetos, de trabalhar em diferentes áreas e com múltiplas pessoas, foi muito enriquecedor e contribui para alargar horizontes. Esta diversidade de experiências permitiu-me ainda fortalecer a minha capacidade de relacionamento interpessoal e de comunicação, fatores

facilitadores para o relacionamento com os parceiros e colegas de trabalho e obtenção da sua confiança.

É claro que, num caminho com mais de 20 anos, consideramos sempre que podíamos ter feito alguma coisa de forma diferente, mas isso é parte natural do processo de crescimento. Foi com essas escolhas e decisões que cheguei ao patamar onde hoje me encontro.

PROJETO 3PORT

Este capítulo apresenta uma descrição detalhada sobre o projeto 3PORT - *Ports and Environmental Management Informations System*. Este foi um dos projetos mais emblemáticos em que participei e onde assumi o papel de gestor do projeto. O 3PORT decorreu entre julho de 2013 a junho de 2015 e teve como objetivo desenvolver uma plataforma geoespacial para integração e gestão de processos portuários [8], que possibilitasse o controlo e a gestão das operações, processos e requisitos ambientais, associados à atividade portuária.

4.1 Contexto

O transporte marítimo contribuiu inquestionavelmente para o desenvolvimento da sociedade e foi considerado, ao longo da nossa história, como o mais importante meio de difusão cultural e comercial. A gestão de um porto marítimo, ou fluvial, é uma atividade que compreende uma grande diversidade de áreas que precisam de estar em perfeita sintonia.

Uma **Autoridade portuária** carece de gerir diversa informação, dentro da área de jurisdição, sob sua responsabilidade, relativamente às suas infraestruturas marítimas e terrestres. Necessita a todo o momento de identificar e conjugar informação oriunda de fontes heterogêneas para desenvolver de forma eficiente as atividades e processos de gestão portuária, quer seja na vertente operacional quer seja na financeira.

Qualquer processo de negócio portuário tem de responder a três requisitos básicos: ocorrer no menor tempo possível, maximizar a eficiência e controlo de custos, e promover a segurança de todos os procedimentos efetuados. Sendo estes pilares fundamentais para uma gestão eficiente.

A gestão de um porto é por si só uma atividade complexa abrangente e diversificada. Desde a monitorização e controlo do tráfego portuário, dos locais de atracação, das áreas concessionadas, das infraestruturas portuárias até à própria necessidade de avaliar as condições de navegação, são alguns dos muitos tópicos que os atores responsáveis pela gestão portuária necessitam de orientar com eficiência.

As autoridades portuárias sentiam necessidade de integrar e centralizar, de forma interoperável, informação georreferenciada referente às suas áreas de negócio com a restante informação que era gerida nos sistemas de informação já utilizados no contexto portuário, bem como com outros sistemas de apoio à tramitação administrativa e logística, dando-lhe um contexto espacial. De realçar que era crucial que esta articulação fosse feita de uma forma harmoniosa, mas acima de tudo completamente alinhada com os processos de negócio portuários. A falta de alinhamento e adequação das soluções existentes com os processos de negócio portuários era um dos problemas identificados.

Neste contexto surgiu a motivação de construir uma plataforma integradora dos sistemas e informação existente nos vários domínios da atividade portuária e de apoio à decisão, tendo por base informação georreferenciada, de qualidade, atualizada e de acesso expedito aos utilizadores. Passando a existir um ponto de acesso à informação de cariz espacial, mantida e gerida pelas autoridades portuárias, complementada, de forma interoperável, com a informação existente nos restantes sistemas que, em conjunto, suportavam as atividades dos processos de negócio do porto.

4.2 Solução preconizada

Implementação de uma plataforma geoespacial que privilegiou a interligação das áreas estratégicas, com fornecimento e partilha de dados estruturados, num contexto georreferenciado, e que introduziu valor acrescentado para o porto e para sua atividade. Suportando na tomada de decisão, fomentando ganhos de eficiência, ajudando na otimização dos custos de operação e potenciando o crescimento.

A Plataforma geoespacial proposta para a integração e gestão de processos portuários, teve por base um **SIG** que, através da informação espacial de qualidade que suporta, interligou as várias áreas estratégicas das autoridades portuárias, nomeadamente:

- Cadastro e Património;
- Hidrografia (dragagens e áreas navegáveis);
- Tráfego Portuário;

- Dominial (licenças e concessões);
- Estudos e Obras;
- Prevenção e Segurança;
- Ambiente;

A estratégia passou, numa primeira fase, por fazer a identificação e caracterização dos processos de negócio das áreas estratégicas, onde para além da definição formal das atividades e fluxos dos processos, foram também identificados e definidos os requisitos funcionais e não funcionais, de suporte às atividades (Figura 1).

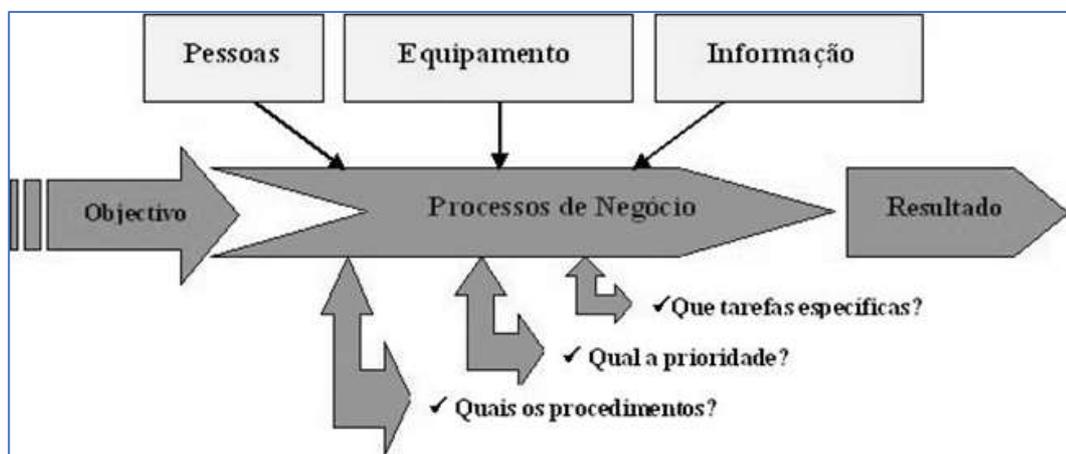


Figura 1- Caracterização de processos de negócio

Foram desenhados o modelo conceptual e o respetivo modelo relacional de acesso e manutenção dos dados, baseados em informação geográfica interoperável, e seguindo as diretivas internacionais que estabelecem uma Infraestrutura de Dados Espaciais na Europa (Diretiva INSPIRE [9]), bem como os *standards* de informação geoespacial e de serviços baseados na localização, fomentados pela *Open Geospatial Consortium* (OGC [13]).

Numa segunda fase foi feito o desenvolvimento da solução, adotando-se a metodologia *Scrum* (Figura 2).

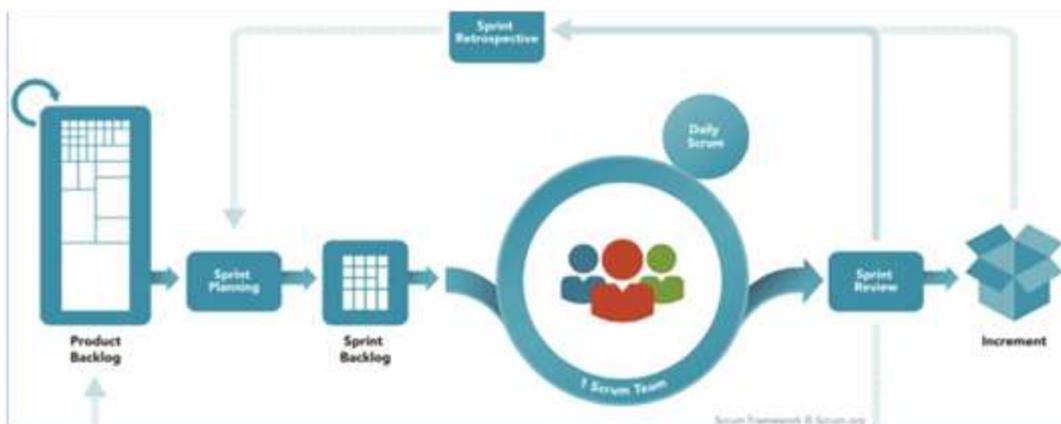


Figura 2- Metodologia *Scrum*

Esta abordagem definiu uma estratégia flexível e holística no desenvolvimento da solução. Em vez de uma abordagem sequencial, os componentes foram progressivamente desenvolvidos e melhorados de forma iterativa e incremental. Um princípio-chave foi o reconhecimento de que, apesar de haver uma definição de requisitos inicial, estes podiam mudar. A adoção da metodologia permitiu maximizar a capacidade da equipa para entregar rapidamente e responder às necessidades emergentes e de alterações, de forma rápida.

4.3 Visão geral

A plataforma disponibilizou aos utilizadores um conjunto de oito módulos que forneciam suporte às atividades dos processos de negócio portuários, nas áreas de atuação estratégicas (Figura 3).

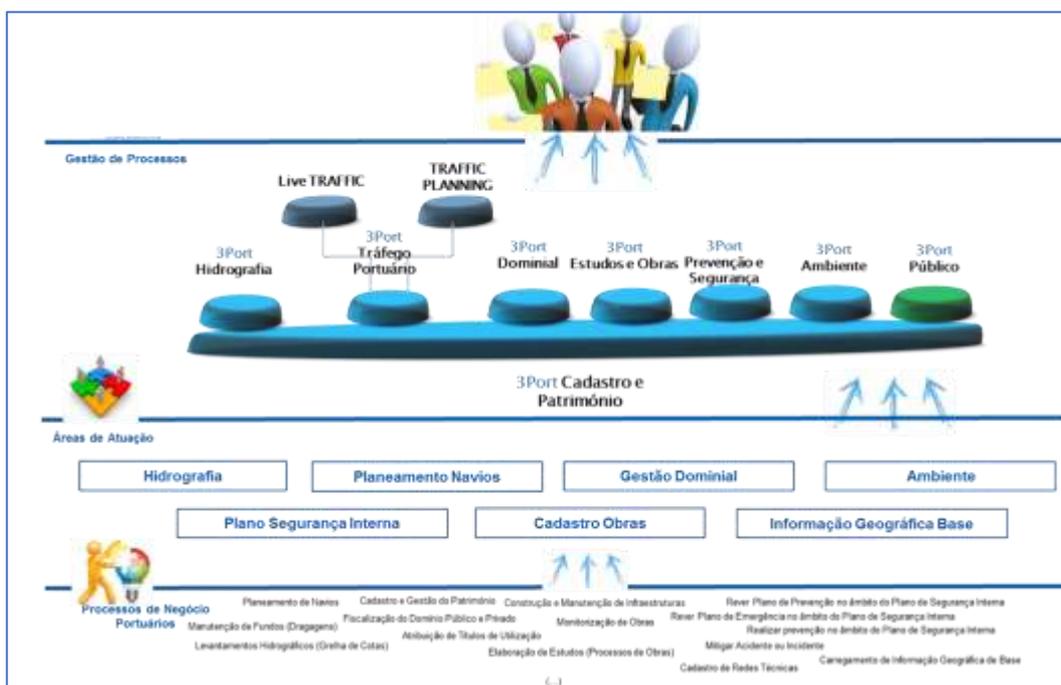


Figura 3- 3Port: Visão geral da solução

Esta interliga as várias áreas estratégicas das autoridades portuárias, permitindo o controlo e gestão das operações, processos e requisitos, associadas a qualquer porto marítimo, e totalmente alinhado com os processos de negócio portuários.

4.4 Arquitetura

4.4.1 Visão lógica

A solução foi construída segundo o modelo *Three-Tier Architecture* [14] que se baseia em três camadas (*tiers*): Dados, Lógica e Interface.

Com base neste modelo de implementação, na Figura 4 apresentam-se as três camadas que constituíram a arquitetura lógica, representando para cada camada as principais entidades e componentes.

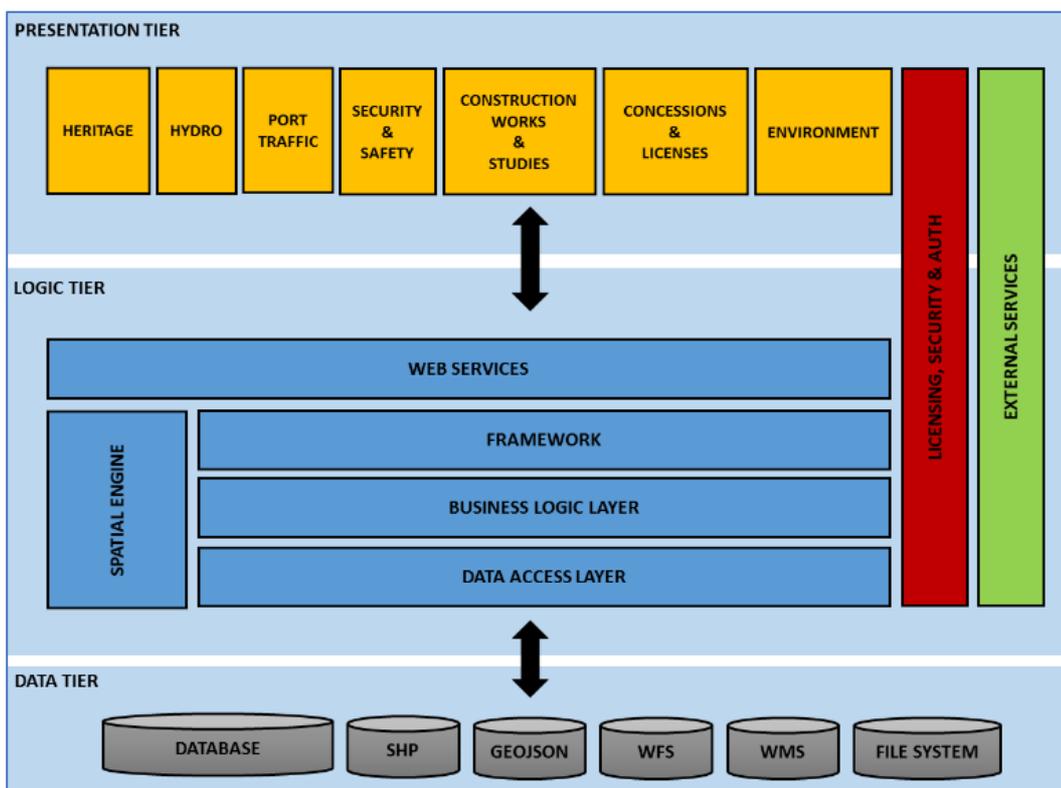


Figura 4- 3Port: Visão lógica da solução

A camada de Dados (*Data Tier*) foi composta pelo **SGBD**, com extensão espacial, e pelo conjunto de fontes heterogêneas de informação espacial.

A camada Aplicacional (*Logic Tier*) apresentou-se organizada nas seguintes componentes lógicas:

- **DAL** (*Data Access Layer*)
- **BLL** (*Business Logic Layer*)
- **Framework**
- **Spatial Engine**
- **Web Services**

As componentes **DAL** e **BLL** encarregaram-se, respetivamente, de fornecer um mecanismo de abstração de todas as fontes de dados heterogêneas utilizadas, e de implementar as regras de negócio específicas que permitiram extrair informação útil para o sistema. A componente **Framework** foi o motor de toda a solução, e onde foi concretizada a ligação a outras entidades e serviços externos com os quais foi necessário interagir. Na componente **Spatial Engine**, de acesso transversal pelos restantes componentes da camada lógica, foram descritas todas as operações espaciais necessárias à operacionalização da solução. Por último, a componente **Web Services** foi responsável pela disponibilização da informação tanto para os

módulos constituintes da solução como para sistemas externos, seguindo protocolos estabelecidos por normas ISO.

A Camada de Interface com o utilizador (*Presentation Tier*), também denominada camada de apresentação, foi composta pelos módulos agregadores das funcionalidades que constituem a plataforma e com os quais os utilizadores da solução interagem. Estes módulos serão sumariamente descritos na secção 4.5 abaixo.

4.4.2 Visão física

A visão física da arquitetura do sistema representa as principais entidades e componentes nos seus locais específicos.

A Figura 5 ilustra a arquitetura física desenvolvida, onde estão representadas as principais entidades e componentes, bem como os serviços externos que integraram a solução. Nesta arquitetura distinguem-se quatro blocos principais: Dados, Serviços, Aplicações e Clientes.

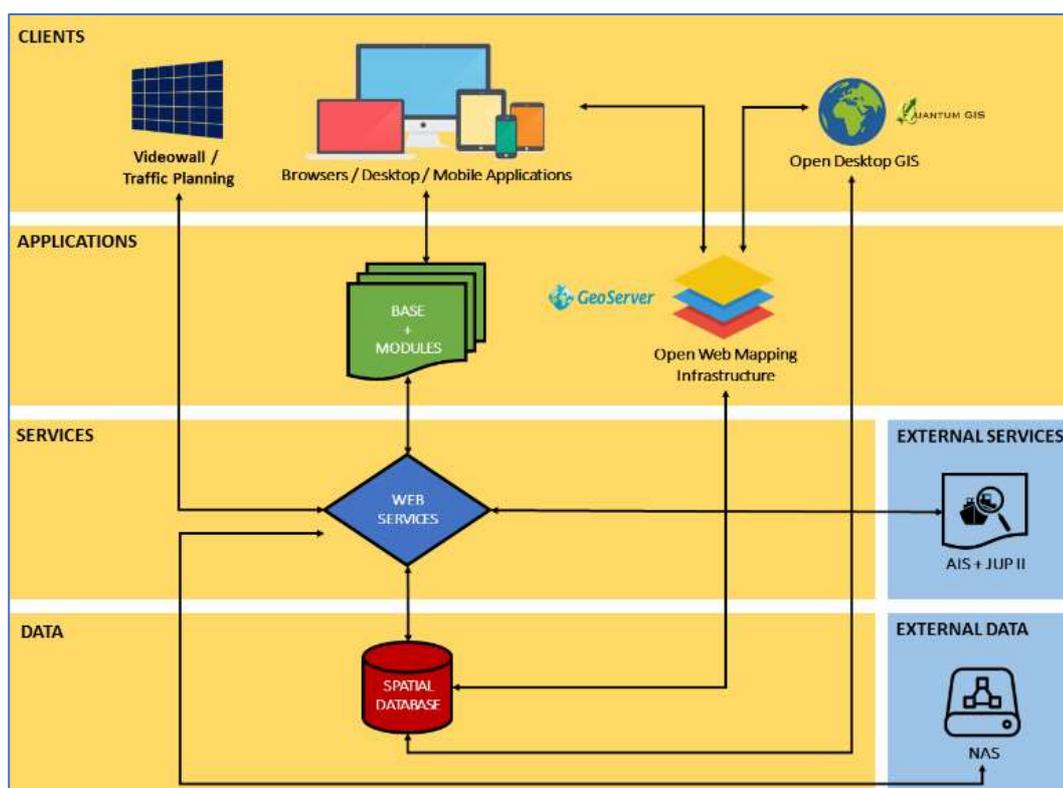


Figura 5- 3Port: Visão física da solução

A componente de Dados (*Data*) foi composta pelo **SGBD**, com extensão espacial, e por um *Network-Attached Storage* (**NAS**). Estes foram responsáveis por armazenamento da informação mantida e gerida na solução, servindo também como repositório interoperável de

informação geográfica e multimédia. Com a adoção desta arquitetura, exemplos como grandes volumes de informação, como é o caso dos *Ortofotomapas* puderam ser mantidos no **NAS**, que posteriormente a solução foi capaz de aceder e gerir.

A componente de Serviços (*Services*) foi composta pelos vários serviços *Web* que permite às aplicações cliente interagirem com a componente de dados e com os serviços externos, como por exemplo, os serviços de tráfego de embarcações, gestão documental, planeamento de recursos empresariais - **ERP**, ou o *Port Community System*, através da troca de mensagens utilizando protocolos de comunicação *standard*.

Da componente de Aplicações (*Applications*) fizeram parte: a solução *Web-based* e os respetivos módulos aplicativos, a aplicação *desktop* que alimenta um *Videowall*, a aplicação móvel, utilizada no terreno para fiscalização dominial, e um servidor de informação geográfica interoperável - **GeoServer**. Estes formaram a interface visível da solução para o utilizador, quando este acede a partir dos diferentes clientes aplicativos.

Na componente, denominada Clientes (*Clients*), fizeram parte um *Videowall*, sistema avançado de monitorização de manobras, tráfego e operações, geralmente instalado no Centro de Coordenação de Navios do porto, onde é representado e monitorizado, à escala, a situação real do tráfego portuário. Integraram ainda computadores com navegadores *Web* para aceder aos diversos módulos da solução, dispositivos móveis para utilização de funcionalidades específicas e um *software* livre **SIG desktop** - **QGIS**, que permitiu disponibilizar funcionalidades espaciais específicas avançadas.

Foi adotada a *stack* tecnológica da *Microsoft* com exceção do **SGBD**. Esta escolha deveu-se em parte a requisitos não funcionais que a maior parte das autoridades portuárias definiam, nomeadamente o recurso a servidores *Windows* e ao **SGBD Oracle**.

Feita uma avaliação, a tecnologia utilizada no desenvolvimento assentou na **.NET Framework**, especificamente utilizando **ASP.NET**, suportado num servidor aplicativo *Microsoft Windows Server* com o servidor *Web Internet Information Services*. O servidor de base de dados foi implementado com o sistema de gestão de base de dados (**SGBD Oracle**) com extensão espacial (**Oracle Spatial**). O **Oracle Spatial** era uma opção para a versão **Oracle Enterprise Edition** que disponibilizava as funções espaciais.

Especificamente a arquitetura tecnológica definida foi o **ASP.NET MVC 4** com o **Razor Pages** e o **Entity Framework**. Esta trilogia deu as necessárias garantias para a construção de uma solução robusta, escalável, baseadas em padrões *Web* e com um grau de abstração elevado. A linguagem adotada foi o **C#**. Recorreu-se também à **Framework CSS** denominada **Bootstrap** para a organização e gestão do *layout Web*, por esta se adaptar muito bem nesta

arquitetura. Para a componente de mapas interativos, foi selecionada uma biblioteca *JavaScript* denominada *Leaflet*. Na altura esta biblioteca tinha surgido há pouco tempo, mas devido à sua simplicidade, performance e usabilidade foi a selecionada, em detrimento de uma outra solução equivalente denominada *Openlayers*.

Esta arquitetura demonstrou ser adequada, robusta e capaz de dar resposta aos requisitos.

4.5 Plataforma 3Port

A plataforma geoespacial foi constituída por oito módulos, todos ligados entre si, que suportavam atividades dos processos de negócio portuários das seguintes áreas temáticas: ordenamento portuário e cadastro, gestão dominial, planeamento de navios, plano de segurança interna, cadastro de obras e hidrografia.

A estratégia de concretização da implementação partiu do resultado do trabalho de caracterização dos processos de negócio, e da definição dos requisitos funcionais e não funcionais, suportados num conjunto de diagramas **UML**. Especificamente diagramas de atividades, diagramas de casos de uso e diagramas de classes. Seguidamente foram elaborados ecrãs da prototipagem (maquetes) que mapeavam os requisitos e as funcionalidades, permitindo aferir e validar o resultado. Por fim foi feita a implementação técnica.

A título ilustrativo, e por questões de confidencialidade, irei apenas apresentar de seguida alguns diagramas **UML** e ecrãs de prototipagem.

A Figura 6 ilustra um diagrama de atividades de um processo. As atividades com cor mais escura são as suportadas no núcleo aplicacional da solução. De realçar que a plataforma não suportava todas as atividades dos processos, apenas as que tinham intervenção das unidades organizacionais pertinentes. Uma atividade é a execução de um conjunto de ações despoletadas a partir de um *input* e que origina um determinado resultado que pode ser final ou servir de *input* para uma atividade subsequente.

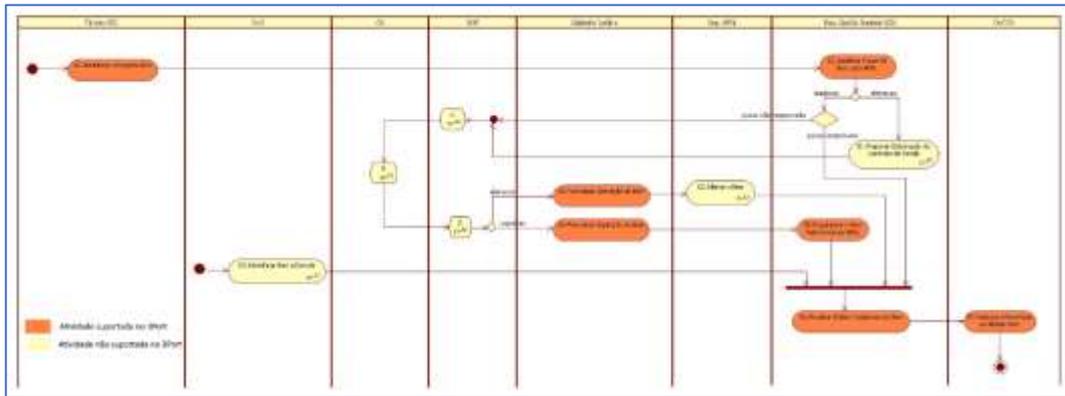


Figura 6- 3Port: Diagrama de atividades - Cadastro e gestão do patrimônio

A Figura 7 ilustra um diagrama de casos de uso, representando as funcionalidades especificadas a suportar no núcleo aplicativo da solução. Descreve o contexto - os atores, e as funcionalidades - os casos de uso.

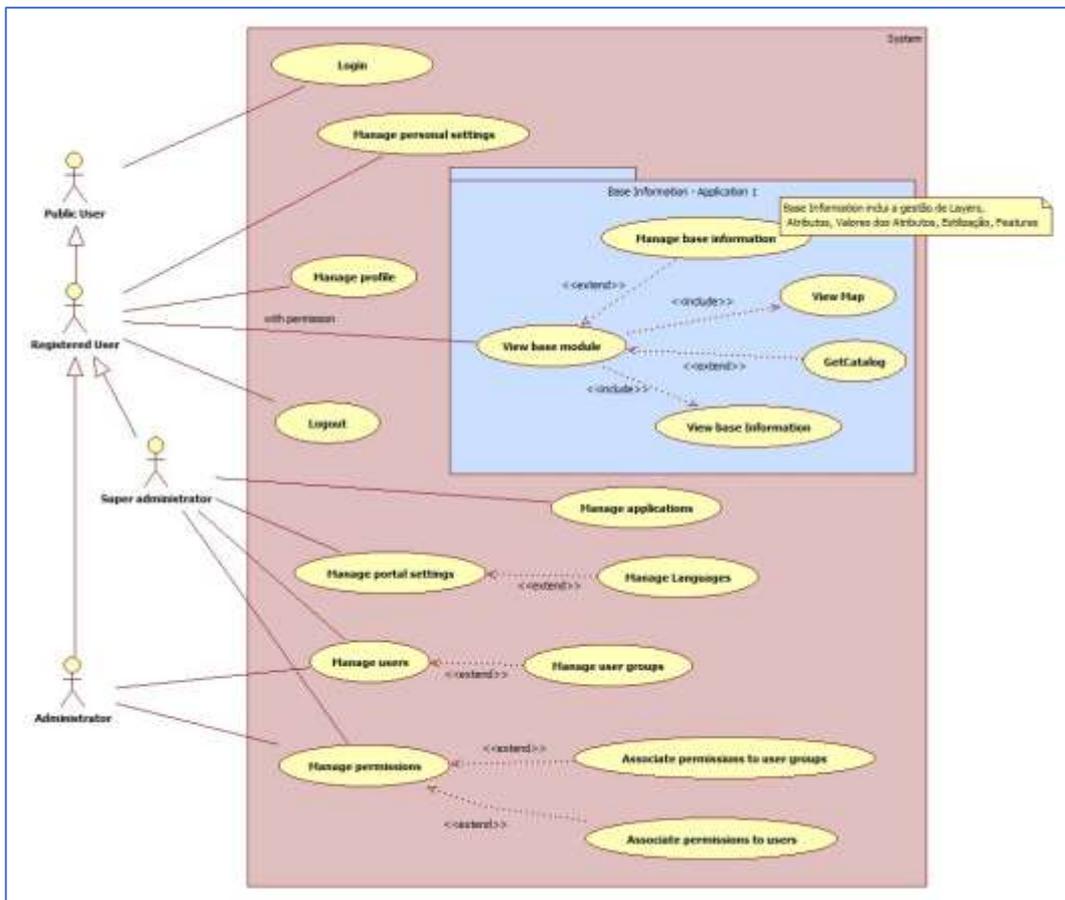


Figura 7- 3Port: Diagrama de casos de uso do núcleo aplicativo

A Figura 8 ilustra um diagrama de classes, representando as entidades de informação e as propriedades (atributos, operações, relações e semântica) associadas ao núcleo aplicativo.

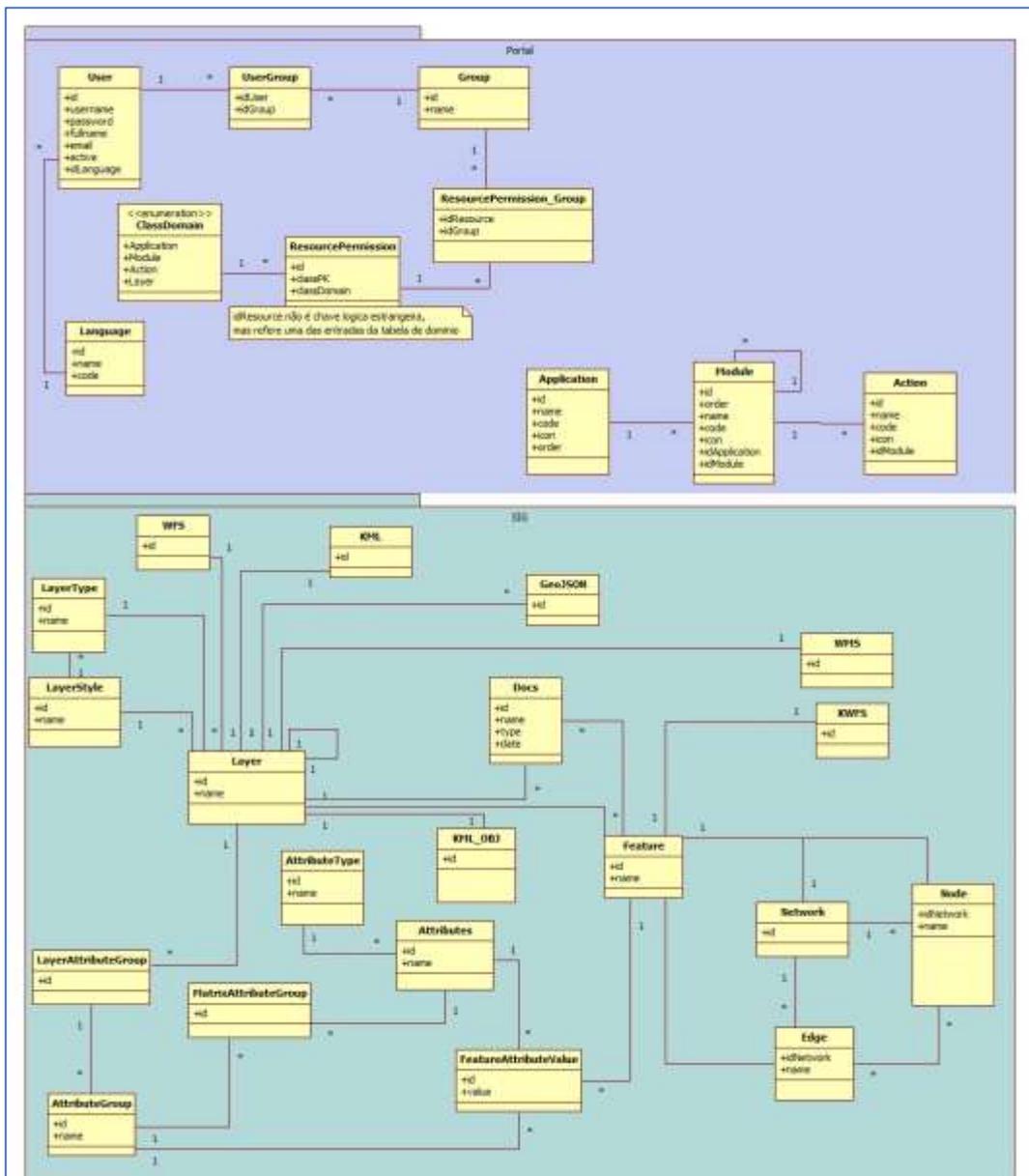


Figura 8- 3Port: Diagrama de classes do núcleo aplicativo

A Figura 9 ilustra uma maquete da interface do núcleo aplicativo, dando forma às funcionalidades.

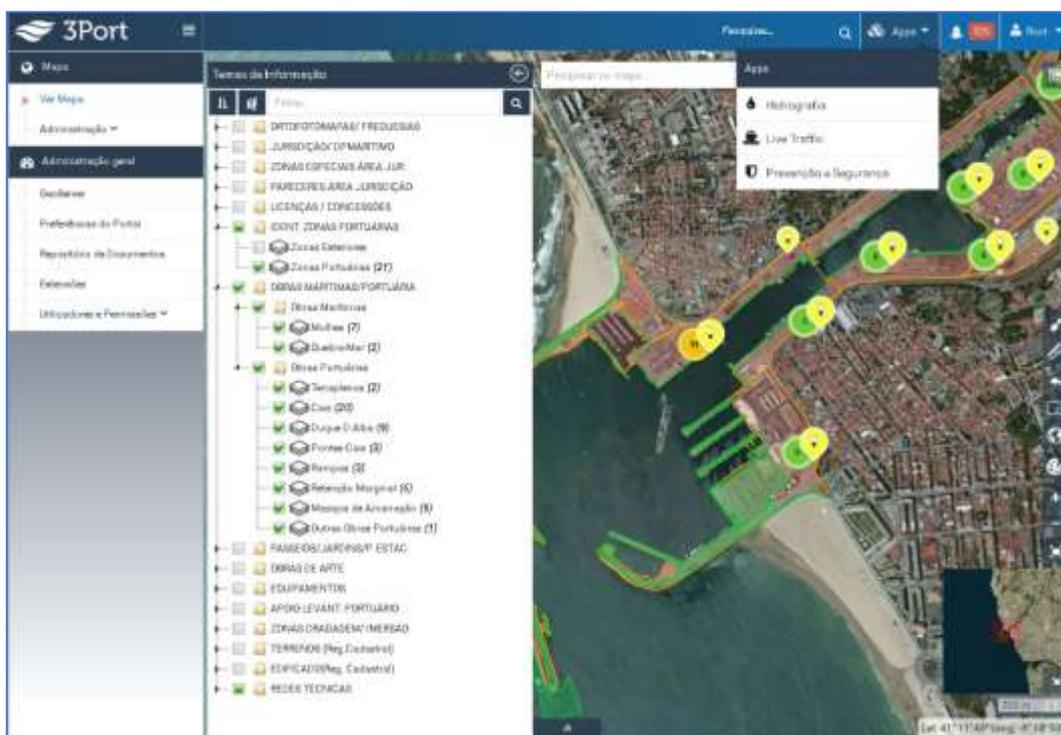


Figura 9- 3Port: Ecrã de prototipagem do núcleo aplicacional

O processo de implementação foi sendo iterativo e sequencial, iniciando-se o desenvolvimento do módulo seguinte após a conclusão do módulo anterior.

4.5.1 Módulo de cadastro e património

Este módulo tinha como objetivo definir a organização espacial da área portuária e otimizar o uso da infraestrutura já existente no porto (Figura 10). A informação aqui mantida serve de base aos restantes módulos. Era também o módulo base de toda a solução (núcleo aplicacional).

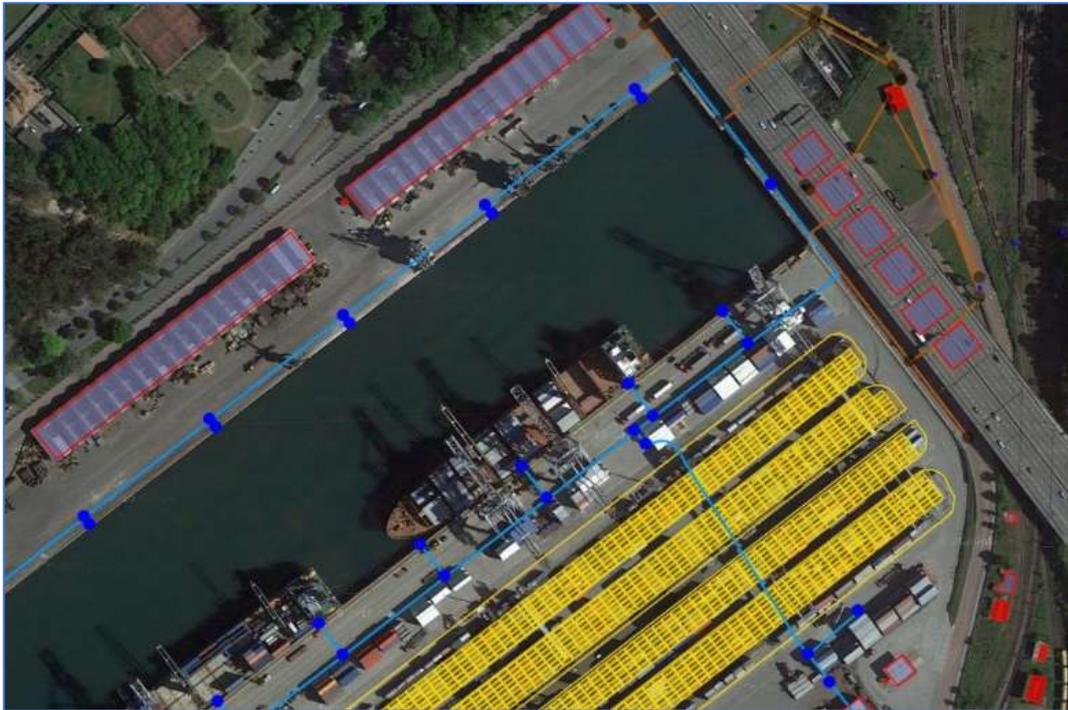


Figura 10- 3Port: Exemplo da visualização de património cadastrado

Suportava as seguintes atividades:

- Cadastrar o património portuário
- Gerir o património portuário
- Representar geograficamente os bens patrimoniais
- Consultar o património portuário
- Exportar informação
- Interoperabilidade com outros sistemas e informação

Destacando algumas questões técnicas específicas. Sendo este o módulo base (núcleo aplicacional), foi necessário garantir aqui as integrações e interoperabilidade com outros sistemas. Foram adotados um conjunto de **Web Services** específicos, nomeadamente para solução de gestão de documental e **ERP**. Para além de interoperabilidade com sistemas proprietários e/ou específicos, foram também implementados mecanismos para interoperabilidade com outras soluções, tais como: *Google Earth, Maps, StreetView, Microsoft Bing Maps, OpenStreetMap* e *OpenWeatherMap*. Esta integração foi feita através dos mecanismos disponibilizados em **JavaScript**.

Por forma a agilizar a gestão de utilizadores e agilizar o acesso ao sistema foi também realizada uma implementação de serviço de diretório no protocolo **LDAP**, com **Active Directory**.

4.5.2 Módulo de hidrografia

Este módulo tinha como objetivo apoiar a manutenção dos fundos navegáveis proporcionando o cálculo de taxas de assoreamento/sedimentação e volumes dragados, a partir da informação dos levantamentos hidrográficos. Permitia também o cálculo/mapeamento das cotas de serviço para a navegabilidade (Figura 11) que é utilizada também pelo módulo de tráfego portuário.

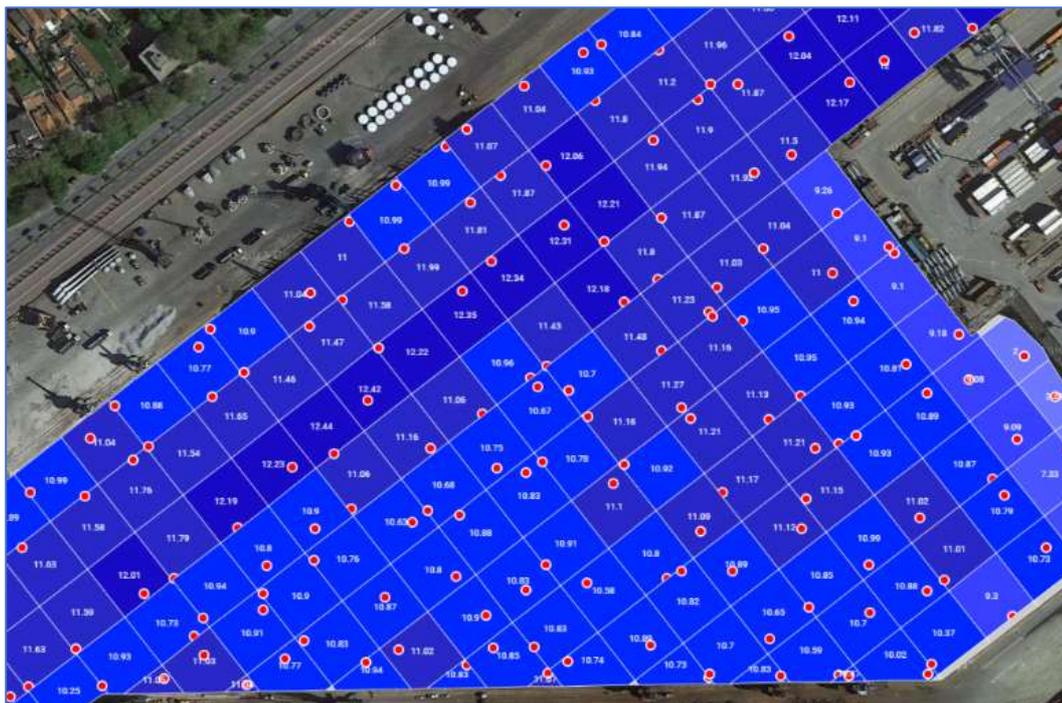


Figura 11- 3Port: Exemplo da visualização de um levantamento hidrográfico

Suportava as seguintes atividades:

- Registrar locais de dragagem
- Importar e visualizar análises de sedimentos
- Visualizar levantamentos hidrográficos
- Calcular volumes dragados
- Calcular taxas de assoreamento

Destacando algumas questões técnicas específicas. Partindo do resultado de um levantamento hidrográfico, que consistia num ficheiro de texto com coordenadas geográficas de pontos com um valor de profundidade, o módulo tinha a capacidade de gerar grelhas de cotas, como se pode observar na Figura 11, que representavam a área navegável com as profundidades existentes, em quadrículas de 30x30, 15x15 e 7,5x7,5 metros. Esta quadrículas tinham

um gradiente adequado ao valor da profundidade disponível (ponto com menor valor) do mais claro - menos profundo para o mais escuro - mais profundo. Em termos técnicos, os cálculos eram executados diretamente na base de dados, com recurso a funções e procedimentos em *PL/SQL*. Outro aspeto que importa relevar era a capacidade de confrontar dois levantamentos hidrográficos e com isso calcular volumes de **Dragagem** ou taxas de **Assoreamento**. Neste caso foi adotada uma técnica de criação de Vistas Materializadas (*materialized view*) para otimizar o processo de cálculo.

4.5.3 Módulo de tráfego portuário

Este módulo era responsável pela monitorização do tráfego portuário, em tempo real, utilizando dados provenientes dos sistemas *AIS* e *Port Community System* (Janela Única Portuária), representando geograficamente os navios e embarcações à escala real. Como se pode observar na Figura 12, temos dois tipos de representação dos navios: um só com o contorno, informação real obtida a partir do *AIS*, e outra com o preenchimento, informação processada obtida a partir do *Port Community System*.

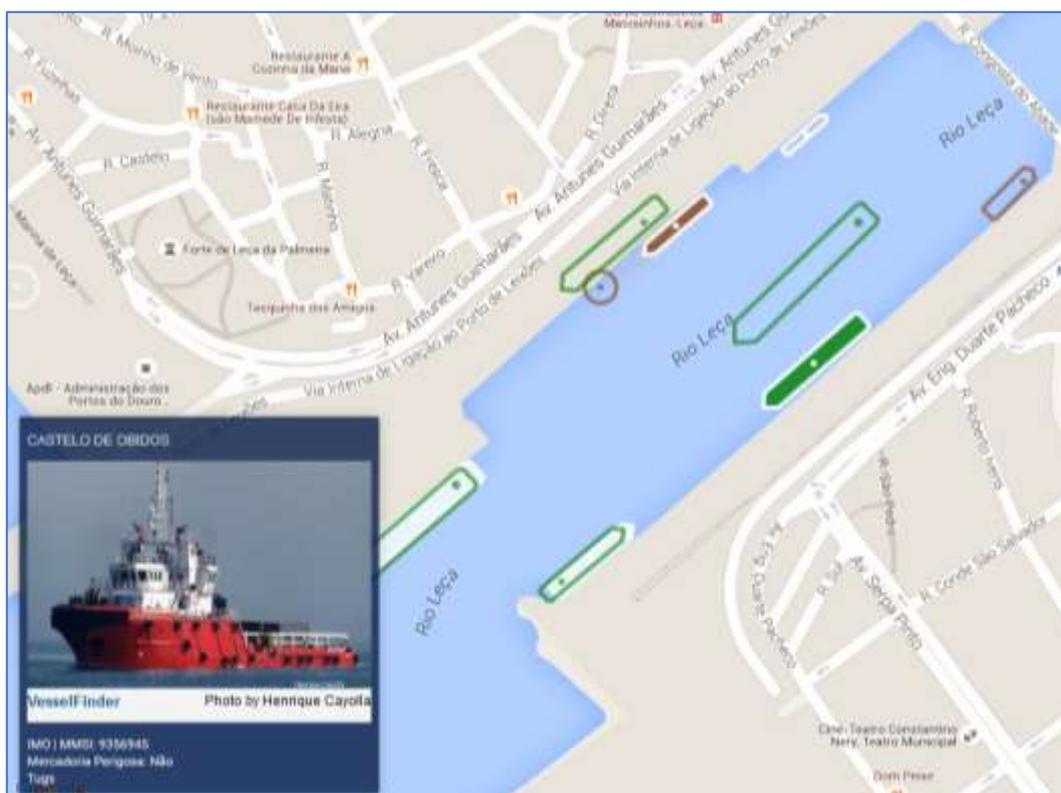


Figura 12- 3Port: Exemplo da representação do tráfego portuário, em tempo real

Disponibilizava, para além da versão *Web*, uma versão *desktop* denominada *Videowall* (Figura 13), específica, e que operava num ambiente controlado, tolerante a falhas e de alto desempenho, de acesso restrito a um grupo específico de utilizadores.



Figura 13- 3Port: Exemplo do módulo de Tráfego Portuário- *Videowall*

Disponha também de uma ferramenta para planeamento e otimização de recursos (ex: rebocadores, cabeços de amarração, guindastes, pilotagem) na movimentação (manobras de atracação e largada) dos navios. Permitia a criação de cenários possíveis de atracação no porto, a exportação dos cenários criados e o envio de alertas sobre cenários com configurações inválidas.

Suportava as seguintes atividades:

- Representar da situação portuária
- Integrar sistemas de posicionamento de navios
- Simular e planejar manobras de navios

Destacando algumas questões técnicas específicas. Para integração da informação dos navios, obtida através das antenas **AIS**, foram implementados dois serviços. Um serviço para descodificação do protocolo **NMEA** e conversão de coordenadas geográficas, e um outro para disponibilização da informação para o sistema, através de um *GeoWebservice*. De uma forma complementar, com recurso a uma **API**, integrou-se com um serviço de identificação de navios para obtenção de informação adicional, como por exemplo a fotografia do navio. Outra particularidade teve a ver com a implementação da versão *desktop* denominada *Videowall* (Figura 13). Como tinha de operar num ambiente controlado, tolerante a falhas e de alto desempenho, foi desenvolvida utilizando o *Microsoft Visual C++*, com recurso ao *OpenGL* e ao *DirectX*.

4.5.4 Módulo de gestão dominial

Este módulo tinha como finalidade permitir suportar a gestão e cadastro das áreas licenciadas/concessionadas e a fiscalização da área sobre jurisdição da **Autoridade portuária**. No sentido de maximizar a eficiência e versatilidade, este módulo foi complementado com uma aplicação móvel (Figura 14) para suportar as atividades de fiscalização no terreno.

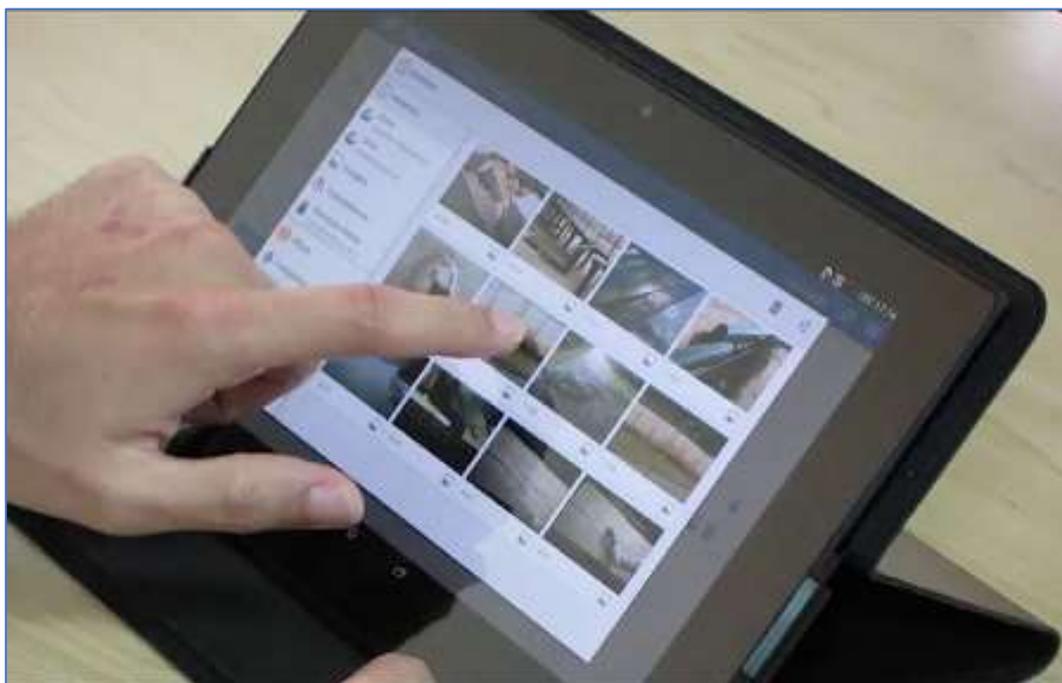


Figura 14- 3Port: Exemplo de utilização da aplicação móvel para gestão dominial

Suportava as seguintes atividades:

- Representar geograficamente os bens dominiais
- Criar e emitir títulos de utilização
- Representar geograficamente os bens patrimoniais
- Fiscalizar os domínios públicos e privados

Destacando algumas questões técnicas específicas. A aplicação móvel foi desenvolvida especificamente para **Android**. Era suportada por um *backend* de serviços que integrava com a solução. Tinha ainda uma particularidade de funcionar em modo *offline*, procedendo à sincronização dos dados sempre que houvesse uma ligação ativa.

4.5.5 Módulo de estudos e obras

Este módulo estava orientado para dar suporte às atividades ligadas aos estudos e intervenções a realizar na área portuária, nomeadamente suportar a gestão e cadastro de processos de obras, a gestão e cadastro dos estudos realizados (Figura 15) e apoiar o todo o processo de monitorização de obras, quer no curso da obra, quer após a conclusão. Disponibiliza também um calendário com as datas de monitorizações ou intervenções a realizar.



Figura 15- 3Port: Exemplo de visualização de um estudo associado a uma obra portuária

Suportava as seguintes atividades:

- Gerir processos de obras
- Monitorizar obras marítimas e portuárias
- Elaborar estudos para viabilização de obras
- Representar análises geológicas geograficamente

Destacando algumas questões técnicas específicas. Foi feita uma interoperabilidade com o *Microsoft Exchange Server*, de forma a possibilitar a integração da informação de calendário com as datas de monitorizações ou intervenções a realizar, nos calendários corporativos dos utilizadores.

4.5.6 Módulo de prevenção e segurança

Este módulo tinha como objetivo dar suporte ao plano de segurança interno de um porto, permitindo registar e agregar toda a informação relevante associada a uma ocorrência (incidente/acidente) desde o momento do alerta até à sua conclusão, incluindo acesso à

visualização das câmaras de **CCTV** (Figura 16) e à visualização, em tempo real, do tráfego portuário. Suportava e orientava o acompanhamento e mitigação da ocorrência, articulado com o plano de segurança interno. Permitia também um acesso *offline* à informação crítica, em situações limite.

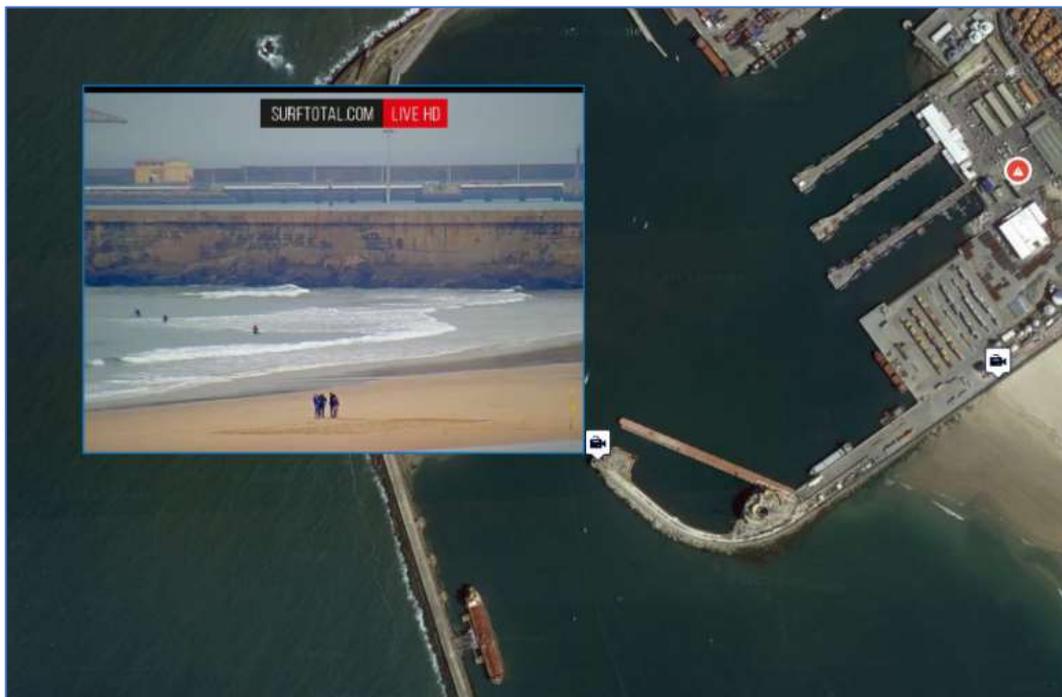


Figura 16- 3Port: Exemplo de visualização de CCTV

Suportava as seguintes atividades:

- Integrar os planos de segurança interna
- Gerir e mitigar incidentes portuários
- Visualizar as câmaras **CCTV**

Destacando algumas questões técnicas específicas. Foi implementado um serviço de visualização de *feed* de câmaras que integrava com **CCTV**. Esta integração foi feita através dos protocolos *standard* dos fabricantes dos modelos das câmaras para diferentes formatos (**Ogg**, **WebM**, **Mp4**, **RTMP**).

4.5.7 Módulo de ambiente

Este módulo focou a caracterização e monitorização ambiental e ecológica (Figura 17) na área de influência do porto, permitindo também a recolha de dados de sensores, em tempo real, e a produção de indicadores e alertas.



Figura 17- 3Port: Exemplo de monitorização ambiental e alarmística

Suportava as seguintes atividades:

- Fazer a caracterização ecológica da zona de jurisdição do porto
- Integrar dados de estações meteorológicas
- Fazer monitorização ambiental, com alarmística

Destacando algumas questões técnicas específicas. Para o processo de integrar dados das estações, foi adotado um *standard* da **OGC** denominado **SOS**. Este define uma interface de **Web Services** que permite a recuperação de observações, metadados de sensores e representações das características das quais as observações são feitas. O objetivo foi fornecer acesso às observações dos sensores das estações, de uma maneira padrão, que fosse consistente para todos os sistemas de sensores. O **SOS** forneceu uma **API** para gerir os sensores instalados bem como para aceder aos dados de observação recolhidas pelos sensores.

4.5.8 Módulo *Live Map*

Este módulo disponibilizava informação relevante ao público em geral. Era o único módulo que tinha acesso público, sem autenticação. Disponibilizava acesso à visualização do tráfego portuário (Figura 18), em tempo real, e integrava com informação pública (Figura 19) disponibilizada, por exemplo pela *Google* ou *Panoramio*.

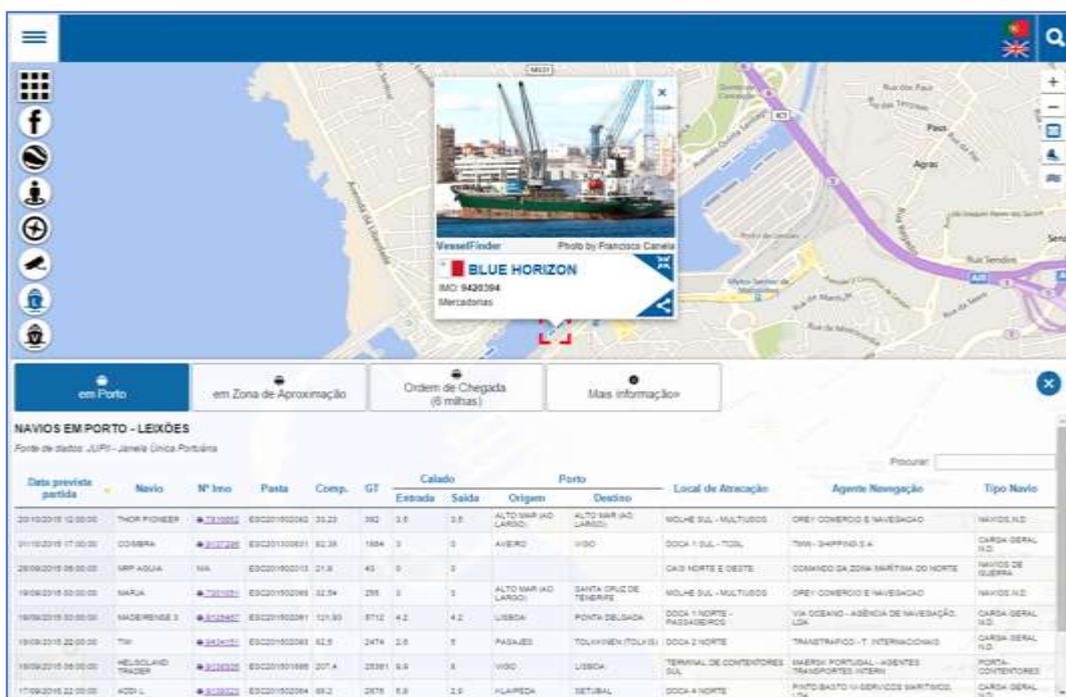


Figura 18- 3Port: Exemplo de visualização de tráfego *Live Map*

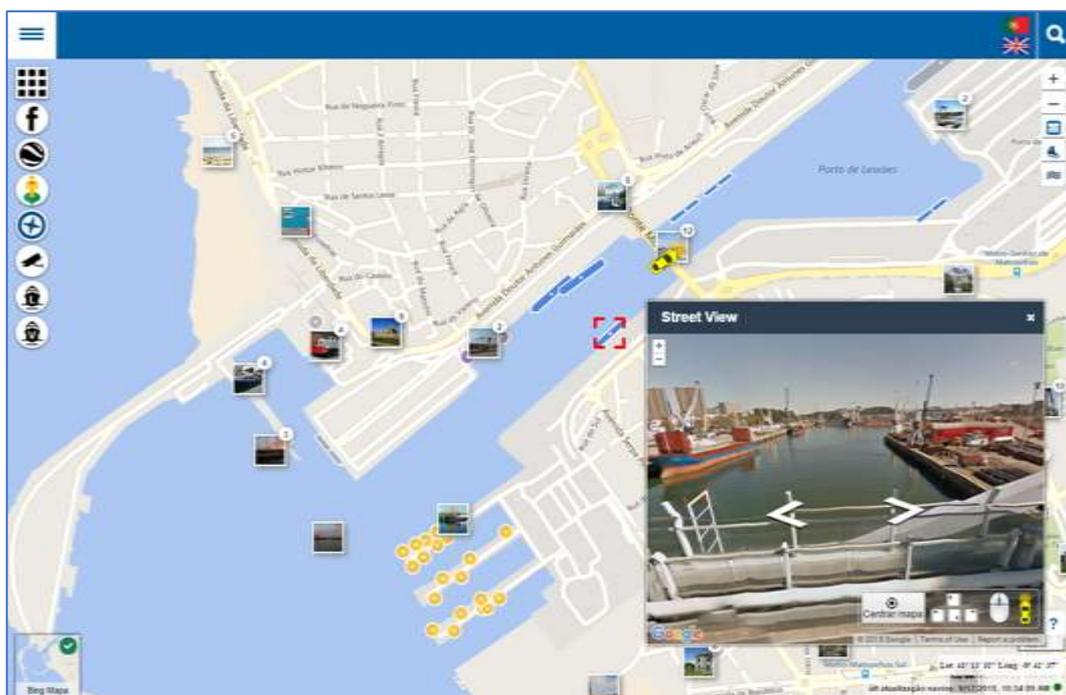


Figura 19- 3Port: Exemplo de informação pública *Live Map*

Este módulo tinha uma dupla função, por um lado disponibilizar ao público informação sobre a situação portuária e por outro enriquecer essa mesma informação complementando-a com informação mais lúdica, promovendo também o porto.

Destacando algumas questões técnicas específicas. Este módulo agregou um conjunto de funcionalidades e informação que necessitaram de utilizar em simultâneo e de forma articulada diversas **API**, publicas, privadas ou desenvolvidas especificamente para o projeto. Uma outra particularidade de implementação teve a ver com o acesso à visualização do tráfego portuário (Figura 18), em tempo real. Nesta situação, não foram os dispositivos cliente (que podiam ser centenas em simultâneo) a fazer pedidos da informação, eram sim atualizados em tempo real pelo servidor. Para tal recorreu-se à tecnologia *SignalR*. Esta simplificou a criação e a gestão de conexões persistentes entre os clientes e o servidor *Web*, permitindo a entrega de dados e tempo real.

4.6 Desafios relevantes na execução

Este projeto apresentou um conjunto de desafios a vários níveis. Gostaria de destacar dois grandes tópicos: questões técnicas de implementação, que não foram triviais, e questões relacionadas com a gestão da equipa.

Na secção 4.5 acima, foram apresentados genericamente os módulos da solução e destacadas algumas questões técnicas específicas. No módulo de hidrografia (subsecção 4.5.2) destacar para a dificuldade de lidar com um grande volume de dados produzidos pelos levantamentos hidrográficos, e da necessidade de efetuar um conjunto de cálculos e confrontações espaciais pesadas. A abordagem técnica adotada para ultrapassar estes constrangimentos, passou pela criação de Vistas Materializadas (*materialized view*). Este procedimento ajudou a suportar consultas e extração de dados de forma eficiente e a melhorar significativamente o desempenho. No módulo de tráfego portuário (subsecção 4.5.3) destacar a integração do **AIS**, nomeadamente para descodificação do protocolo **NMEA** e a conversão de coordenadas geográficas. Importa também salientar como foi resolvido o requisito singular, de ter a operar em contínuo e com alto desempenho, um *Videowall* (Figura 13) com a informação em tempo real. A solução passou pelo desenvolvimento de uma aplicação *desktop* desenvolvida utilizando o *Microsoft Visual C++*, com recurso ao *OpenGL* e ao *DirectX*. Era necessário resolver um problema complexo, daí a escolha do *C++* por esta ser uma linguagem poderosa. No módulo de prevenção e segurança (subsecção 4.5.6) destacar a integração do **CCTV**. Aqui o desafio foi integrar diferentes modelos e fabricantes de câmaras para um acesso *Web* democratizado. Esta integração foi conseguida através da adoção de protocolos *standard* para diferentes formatos (**Ogg**, **WebM**, **Mp4**, **RTMP**). No módulo *Live Map* (subsecção 4.5.8), destacar a criação de uma aplicação *Web* com interatividade em tempo real. O desafio aqui colocou-se na

necessidade de suportar centenas de dispositivos cliente com acessos em simultâneo, a visualizar o tráfego portuário, em tempo real. A solução passou por recorrer à tecnologia *SignalR*. Com esta tecnologia conseguimos trabalhar praticamente como uma conexão sempre aberta e detetar, no servidor, quando um novo cliente se conectou e/ou desconectou.

Outro dos desafios proeminentes com que me debati foi com a operacionalização e motivação da equipa de projeto. A equipa era composta por oito pessoas com perfis de: Gestor de Projetos, Engenheiro de *Software*, Redes e Comunicações, Especialista em **SIG** e em Planeamento e Ordenamento do Território, com a particularidade de estar repartida por duas localizações físicas, Porto e Leiria. Para lidar com a complementaridade de perfis e com a distância física entre os membros da equipa, foi definida uma metodologia que privilegiava uma forte interação entre os elementos com a realização de reuniões presenciais periódicas (inicialmente mensais e a partir de certa altura bimensais). Complementarmente, durante todo o período de execução dos trabalhos, foi privilegiado o recurso a formas de trabalho colaborativo à distância, usando correio eletrónico, videoconferência, bem como a utilização de uma plataforma colaborativa de Projetos.

Outra questão importante relacionou-se com a organização, normalização e adoção de boas práticas no processo da escrita do código, por parte da equipa. Mais relevo teve pelo facto de haver elementos em duas localizações distintas. Como tal foram definidas e adotadas um conjunto de convenções de codificação e *standards* para a escrita de código, para o desenvolvimento da base de dados e para a própria organização do projeto de desenvolvimento. Como não podia deixar de ser, foi também adotado um sistema de controle de versão de código, o *SVN*, para o qual foram também definidos um conjunto de diretrizes. Isto permitiu endogeneizar um conjunto de boas práticas levando a que o código implementado fosse confiável e sustentável. E que ao longo do projeto se gastasse menos tempo para entender o código e identificar problemas.

Esta ações de gestão da equipa e de normalização do processo de desenvolvimento revelou-se fundamental, nomeadamente, quando durante do projeto, entraram novos elementos, bem como na gestão do risco quando saíram.

Em termos motivacionais foi importante incutir um ambiente ágil e de auto-organização, atribuindo maior responsabilidade à equipa de como executar o trabalho. Foi também significativo ter promovido eventos sociais, para que todos se pudessem conhecer melhor, e com isso criou-se mais empatia, cooperação e ajuda mútua entre todos.

Em termos da gestão de projeto, na sua globalidade, tive de lidar com a dificuldade da gestão do âmbito e do alinhamento dos objetivos do projeto. Foi fundamental a definição inicial do plano de projeto, manter o foco e não deixar acontecer desvios significativos.

4.7 Implementação de referência

Este projeto foi promovido pela empresa TRIEDE TI (atualmente denominada 3MAPS) em cooperação com o **INESC TEC**, enquanto entidade do sistema científico e tecnológico. Foi alvo de uma implementação de referência nos portos de Leixões e Viana do Castelo, geridos pela **APDL**. A **APDL** desempenhou desde sempre um papel ativo no que diz respeito à inovação, operacionalização e gestão dos principais processos de negócio portuários, sendo por isso um dos *Stakeholders* mais importante e incontornável.

No processo de desenvolvimento e implementação foi adotada uma estratégia que definiu o papel de cada interveniente e o seu contributo. Denominamos de triângulo de inovação e transferência de tecnologia (Figura 20). Num primeiro vértice do triângulo temos a **APDL** que representa o tomador da solução e foi quem identificou os requisitos. Num segundo vértice temos o **INESC TEC** que representa o produtor de inovação. Num terceiro vértice temos a empresa TRIEDETI que representa o tomador da inovação e produtor da solução.

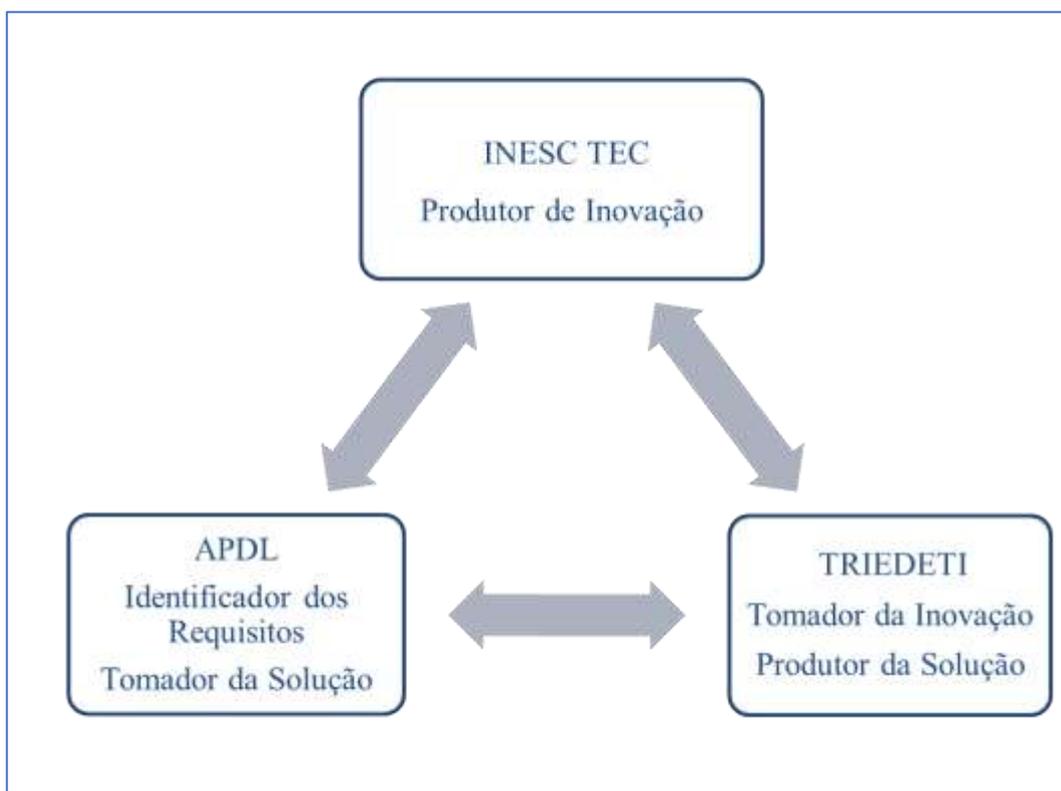


Figura 20- 3Port: Triângulo de inovação e transferência de tecnologia

A **APDL** foi o *early adopter* da solução, possibilitando o controlo e gestão das operações, processos e requisitos ambientais, dos portos marítimos sob a jurisdição da **APDL**. A instanciamento da plataforma suportou as atividades dos diferentes processos de negócio identificados e permitiu uma gestão integrada e centralizada de toda a informação, dando o efetivo suporte à decisão, como por exemplo, a localização e disponibilidade de equipamentos, a concessão de infraestruturas, a execução de obras, a gestão de incidentes de segurança, a verificação da profundidade navegável, além da monitorização e planeamento em tempo real, de todo o tráfego portuário. Permitiu também às diferentes equipas a fácil e completa visualização, manipulação e processamento, em tempo real, de todos os dados relacionados com as atividades pelas quais eram responsáveis fomentando o trabalho colaborativo.

Atendendo à complexidade e à abrangência que esta implementação implicava, foi definido um modelo de governação do projeto de implementação (Figura 21). Foi necessário mobilizar 7 equipas funcionais e 4 equipas de suporte, para além gestão e comissão diretiva. Totalizando uma afetação de mais de 20 pessoas.

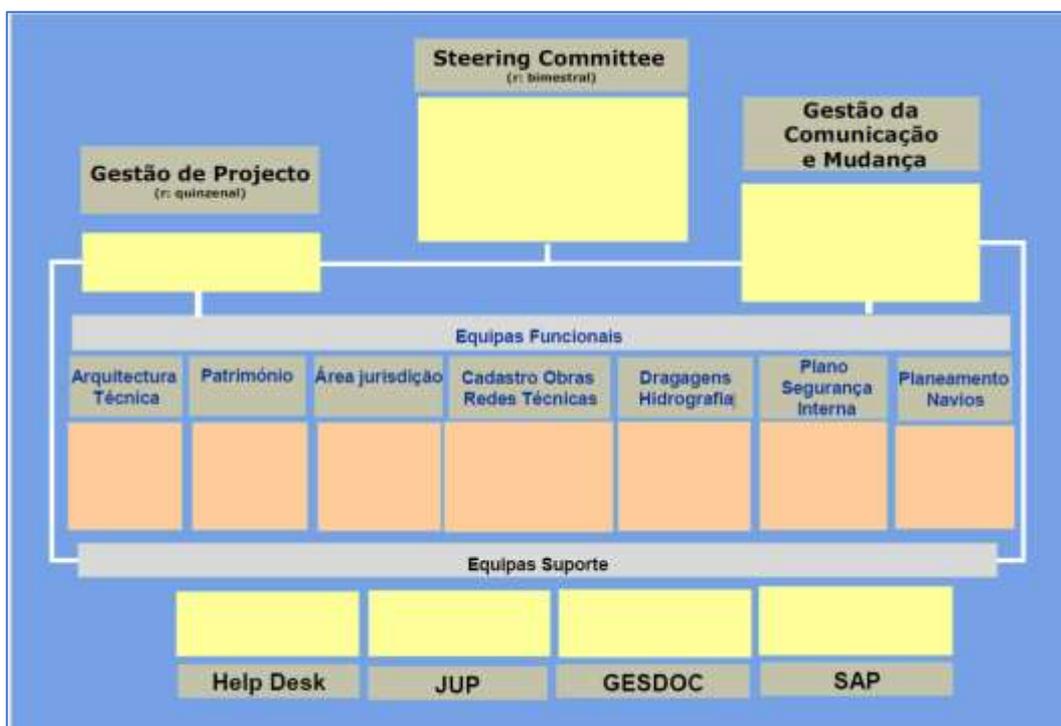


Figura 21- 3Port: Modelo governação da implementação de referência

De realçar aqui o processo de gestão da mudança. Este processo assegurou uma correta adoção por parte dos *Stakeholders*, garantindo o envolvimento estratégico e político da organização. A equipa da Gestão da Comunicação e Mudança, composta por elementos com diferentes perfis e atribuições, de modo que todas as áreas interessadas estivessem representadas, teve um papel determinante. A equipa atuou internamente, junto dos utilizadores de forma a potenciar e motivar para a plena adoção da solução, contribuindo com exemplos práticos de utilização, demonstrando os benefícios para a organização, e em particular na realização das atividades de cada colaborador e respetivo departamento. Foram destacadas as vantagens que a solução aportava na articulação entre departamentos e entre áreas de atuação.

A solução tinha uma estrutura flexível, facilmente configurada e parametrizada. Foi uma vantagem neste processo de implementação de referência.

O resultado, após a validação desta implementação de referência, foi a criação de um produto [15] que dava resposta efetiva às necessidades das autoridades portuárias, independentemente da sua dimensão e completamente alinhado com os processos de negócio.

PROJETO INFRAVINI

Este capítulo apresenta uma descrição detalhada sobre o projeto INFRAVINI - Infraestrutura de Dados Espaciais para a Gestão das Alterações Climáticas na Vinha. Este foi outro dos projetos emblemáticos em que participei e onde assumi o papel de gestor do projeto. O INFRAVINI decorreu entre julho de 2019 a dezembro de 2021 e teve como objetivo criar uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) Temática para apoio na gestão das alterações climáticas na Vinha. A infraestrutura desenvolvida adquiria e disponibilizava dados geoespaciais relevantes sobre as alterações climáticas, incluindo indicadores climáticos e agronómicos, permitindo o cruzamento e a normalização da informação sensorial local (estações meteorológicas e sensores colocados no terreno) e climática previsional.

5.1 Contexto

Na maioria das regiões vitícolas europeias e mundiais, tem se vindo observar mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, ocorreram também alterações importantes na fenologia da videira e na composição da uva, tendo esta última conduzido a diferentes níveis de álcool e diferentes perfis sensoriais. Embora as mudanças no comportamento da videira sejam parcialmente atribuídas à evolução das práticas agrícolas, as recentes alterações climáticas, em particular o aumento das temperaturas e alterações no regime da precipitação, têm sido as principais causas. Como resultado, é espectável que as alterações climáticas venham a ter efeitos impactantes na qualidade e no estilo do vinho, o que, a longo prazo, poderá implicar mudanças geográficas das regiões ótimas para as diferentes variedades de videiras (**Castas**) e respetivas áreas de produção.

Um clima em mudança é uma das principais questões ambientais e socioeconômicas enfrentadas pelo desenvolvimento e produção sustentável da viticultura no próximo século. O impacto das alterações climáticas nas vinhas tem sido alvo de estudos ao longo dos anos, pois apresenta-se como algo que pode alterar radicalmente a forma e os locais onde ancestralmente se produz o vinho.

As alterações climáticas, traduzidas em particular por elevados valores de temperatura, níveis de radiação e reduzida precipitação, durante períodos mais longos, têm impacto na cultura da vinha a vários níveis, interferindo de forma significativa quer no rendimento por hectare, quer na qualidade da uva, podendo conduzir a paragens de maturação. Da análise da evolução das alterações climáticas nas últimas décadas, verifica-se que a cultura da vinha ainda não está devidamente preparada para lidar com o efeito das alterações climáticas nem existem as ferramentas tecnológicas adequadas para suportar e apoiar, de uma forma transversal, integrada, normalizada e colaborativa a mitigação dos seus múltiplos impactos.

A adaptação às mudanças climáticas é, pois, o maior desafio para o setor vitivinícola, assumindo tanto uma dimensão temporal como uma dimensão espacial. Temporalmente, as estratégias e políticas de adaptação têm de lidar com impactos potenciais, tanto a curto como a longo prazo, enquanto espacialmente, é fundamental decidir sobre as adaptações específicas baseadas em cada local. Cada região produtora de vinho tem contextos únicos (*Terroir*), logo o conhecimento e a compreensão dos fatores contextuais e sua interação com o clima regional são essenciais para identificar e priorizar iniciativas de adaptação em diferentes escalas temporais e espaciais. A qualidade e atualidade da informação disponível é um fator importante que determina a qualidade das decisões tomadas e, conseqüentemente a qualidade dos resultados económicos.

Neste contexto surgiu a motivação para implementar uma plataforma colaborativa para apoio à tomada de decisão, que interligue todos os intervenientes do ecossistema económico da Vinha, referenciada visualmente com o território envolvente e que disponibilize informação e conhecimento, em tempo real, de fácil e rápido acesso. De realçar que o objetivo não foi desenvolver um "mero" sistema de recolha de dados sobre as vinhas e sobre o clima. O objetivo foi desenvolver uma plataforma inovadora que implementou um sistema de apoio à decisão, assente numa Infraestrutura de Dados Espaciais, e recolhia informação em tempo real, para apoiar no processo de mitigação do impacto das alterações climáticas na vinha.

5.2 Solução preconizada

Foi idealizada uma plataforma *Web* colaborativa para apoio à tomada de decisão, assente numa Infraestrutura de Dados Espaciais, e com recolha de informação em tempo real, para apoio na mitigação do impacto das alterações climáticas na vinha.

A solução (Figura 22) teve por base a definição de quatro pilares principais:

- Núcleo aplicacional (*Engine*)
- Infraestrutura de observações
- Previsões climáticas
- Observatório



Figura 22- INFRAVINI: Estrutura da solução

Por forma a responder às necessidades e aos resultados esperados, foram definidos os seguintes componentes e requisitos:

- Implementar uma infraestrutura de dados espaciais temática (vinha), capaz de vir a ser replicada em outros setores agrícolas ou Regiões Demarcadas, com capacidade de agregar informação geográfica e alfanumérica do setor vitícola, interoperável e adaptável à realidade de uma região;
- Integrar uma rede de sensores heterogénea (estações meteorológicas, sondas de solo, etc.) para recolha de dados, recorrendo a normas, que tinham de ser geridos de forma interoperável, e em tempo real;

- Desenvolver uma infraestrutura para recolha e armazenamento de séries climáticas e extração de indicadores, dos dados de observações obtidos através da rede de sensores;
- Integrar conteúdos, de forma interoperável, disponibilizados por entidades públicas (ex: Câmaras Municipais, **CIMs**, **CCDRs**, **DGT**) que produziam informação de base relevante (ex: Informação de altimetria, ocupação cultural do solo, previsões climáticas a médio e longo prazo, etc.), seguindo as normas do **OGC**;
- Aplicar modelos de previsão de impacto das alterações climáticas na vinha e possibilitar a visualização de parâmetros climáticos a médio e longo prazo;
- Produzir indicadores que contribuíssem para alimentar o observatório permitindo e sugerindo a aplicação atempada de fatores de produção e de estratégias de adaptação de curto e médio prazo às alterações climáticas;
- Disponibilizar um catálogo de serviços interoperável.

A metodologia adotada para o desenvolvimento da solução foi o *Scrum* (Figura 2). Os componentes foram progressivamente desenvolvidos e melhorados de forma iterativa e incremental, respondendo às necessidades e alterações, de forma rápida e adequada.

5.3 Visão geral

A plataforma foi desenhada com uma estrutura flexível assente em quatro módulos principais, intimamente ligados entre si, com as características necessárias, para implementarem as funcionalidades e requisitos da solução (Figura 23).



Figura 23- INFRAVINI: Visão geral da solução

Da solução INFRAVINI fizeram parte os seguintes módulos principais:

- Módulo INFRAVINI *Engine*
- Módulo de Observações e Sensores
- Módulo de Previsões
- Módulo de Observatório

Os módulos serão sumariamente descritos na secção 5.5 abaixo.

5.4 Arquitetura

5.4.1 Visão lógica

A solução foi construída adotando o padrão de arquitetura **MVC** (*Model-View-Controller*). Este modelo distribui os comportamentos de uma aplicação por três funções essenciais: *Model*, *View* e *Controller*. O padrão (Figura 24) define não só a função que os objetos desempenham na aplicação, como define também a forma como os objetos comunicam entre si.

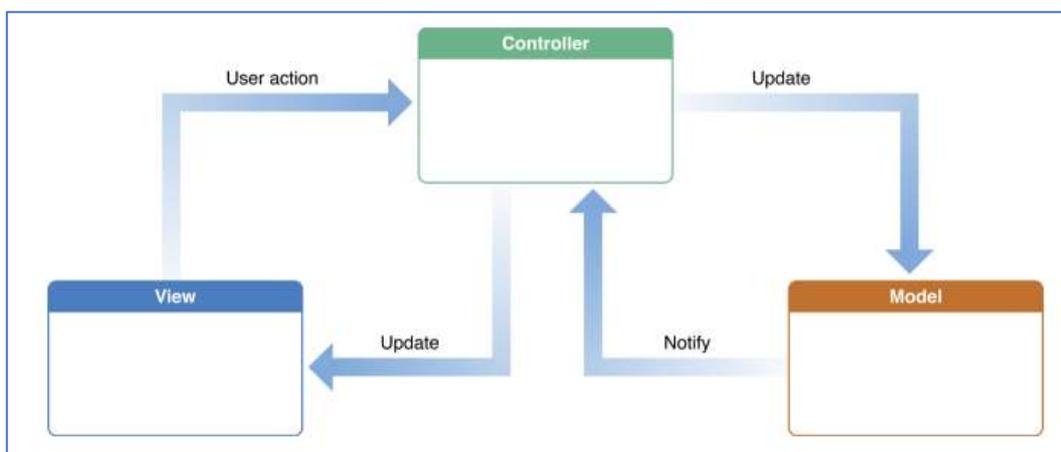


Figura 24- INFRAVINI: Diagrama do modelo MVC

Os objetos *Model* encapsulam os dados específicos da aplicação e definem a lógica e a computação que manipulam e processam esses dados. É a instanciação da lógica de negócio do sistema. Os objetos *View* são a parte estética, a interface. É o que os utilizadores podem ver. Os objetos *Controller* atuam como um intermediário entre um ou mais objetos do tipo *View* de uma aplicação e um ou mais objetos do tipo *Model*. É a parte do controle do sistema.

Ao abstrair o desenvolvimento em três camadas conceituais, o **MVC** permitiu que o desenvolvimento da solução fosse mais fácil, pois permitiu organizar melhor as partes do projeto em pequenos módulos, cada um como uma atribuição específica no sistema. De forma complementar adotou-se também uma arquitetura orientada a serviços (**SOA**) para disponibilização de funcionalidades de interoperabilidade, sobre a forma de serviços.

Com base neste modelo de implementação, na Figura 25 apresenta-se o diagrama de componentes da solução.

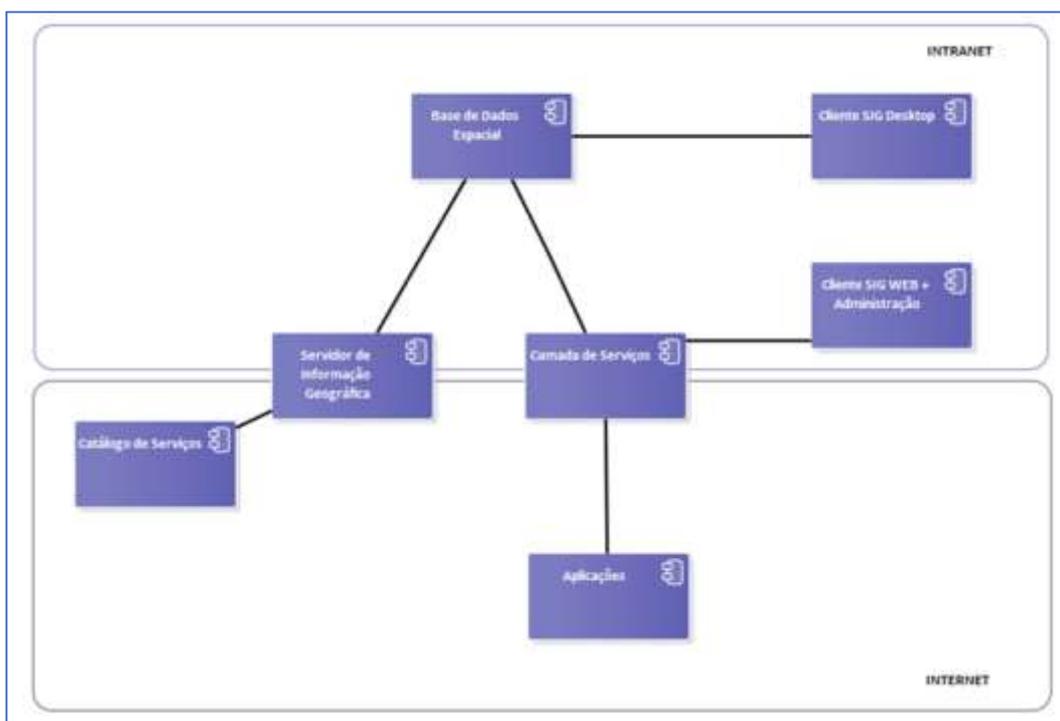


Figura 25- INFRAVINI: Diagrama de componentes

A solução integrou 7 componentes:

- Base de Dados Espacial: **SGBD**, com extensão espacial, onde estão armazenados os dados.
- Camada de Serviços: camada de abstração dos vários serviços disponibilizados pelo sistema, centrando e coordenando a interação entre os componentes e as aplicações.
- Cliente **SIG Desktop**: *software* livre **SIG desktop**, permitindo disponibilizar funcionalidades espaciais específicas avançadas.
- Cliente **SIG Web + Administração**: criação, organização, definição e atualização de dados, assim como a gestão de toda a infraestrutura e componentes que compõem o sistema. Representa o módulo **INFRAVINI Engine** (Figura 23).
- Servidor de Informação Geográfica: disponibilização da informação em formato Interoperável, segundo as normas do **OGC**, através da Internet.
- Catálogo de Serviços: criação de um catálogo normalizado de serviços, a sua pesquisa, navegação e consulta através de meta-informação.
- Aplicações: módulos específicos. Representa o módulo Observações e Sensores, módulo Previsões e módulo Observatório (Figura 23).

5.4.2 Visão física

A Figura 26 ilustra a instanciação física implementada dos componentes que integraram a solução.

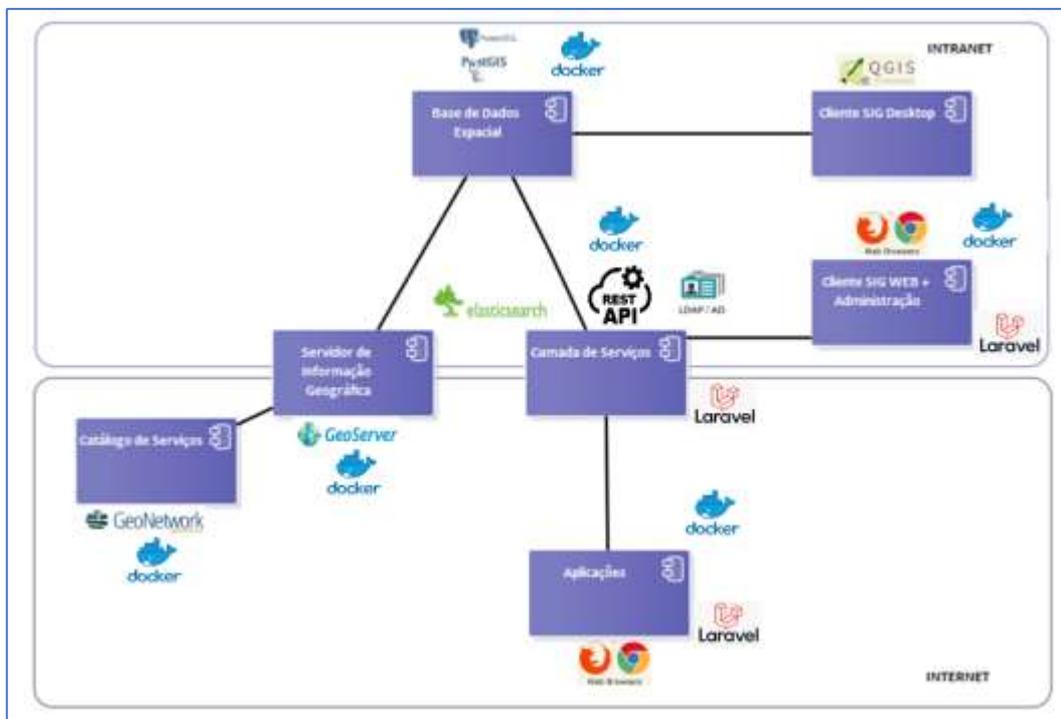


Figura 26- INFRAVINI: Diagrama de componentes instanciados

Foi adotada uma *stack* tecnológica assente em *software* livre. O sistema operativo seleccionado para o servidor foi o **Ubuntu Server**. Recorreu-se à tecnologia **Docker** para facilitar o desenvolvimento e compartimentar as responsabilidades de cada componente bem como melhorar a disponibilidade do sistema. Todo o desenvolvimento assentou na **Framework PHP Laravel**, com recurso ao servidor **Web Apache**. Esta **Framework** utiliza arquitetura MVC e era bastante usada para desenvolvimento de aplicações *Web*. Integrou-se também à **Framework CSS** denominada **Bootstrap**, para a organização e gestão do *layout Web*. Especificamente para o desenvolvimento da componente de Administração, recorreu-se ao *template AdminLTE*. Para a componente de mapas interativos, foi seleccionada uma biblioteca **JavaScript** denominada **Leaflet**. Nesta altura era considerada a principal biblioteca de *software* livre, em **JavaScript**, para o desenvolvimento de mapas interativos compatível com dispositivos móveis. Com apenas 38 KB de código **JavaScript**, possuía todos os recursos para manipulação de mapas que permitiam dar resposta à maior parte dos requisitos dos clientes de forma rápida e ágil. Para além das **API** específicas desenvolvidas, integrou-se ainda o **Elasticsearch** por forma a possibilitar a realização de buscas e análise sobre grandes volumes de dados. O servidor de base de dados foi

implementado com o SGBD *PostgreSQL* com extensão espacial *PostGis*. Para implementar o servidor de informação geográfica e o catálogo de serviços integrou-se, respetivamente o *GeoServer* e o *GeoNetwork*. Quanto ao cliente SIG *desktop*, promoveu-se uma interligação com o QGIS.

5.5 Plataforma INFRAVINI

A plataforma *Web* foi constituída por quatro módulos principais que conjugados entre si forneceram uma solução para apoio à decisão na mitigação do impacto das alterações climáticas.

A plataforma teve como base a implementação de uma IDE [16], comportando todos as características e componentes de software que a caracteriza. Uma infraestrutura de dados que implementa uma estrutura de dados geográficos, metadados, utilizadores e ferramentas que são conectadas interactivamente para usar dados espaciais de maneira eficiente e flexível. (Figura 27). Mapeado no módulo INFRAVINI *Engine*.

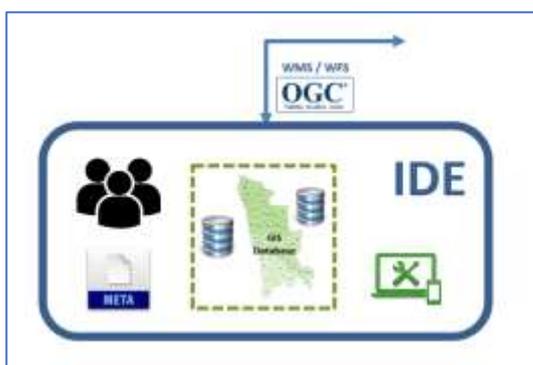


Figura 27- INFRAVINI: Diagrama do conceito IDE

As funcionalidades específicas, por forma a responder às necessidades e aos resultados esperados, foram implementadas na componente das Aplicações (Figura 25). Mapeado nos módulos Observações e Sensores, Previsões e Observatório.

Foi definido um modelo de dados que permitisse suportar a base e garantisse a escalabilidade necessária (Figura 28). Sendo depois complementado à medida dos requisitos de cada módulo.

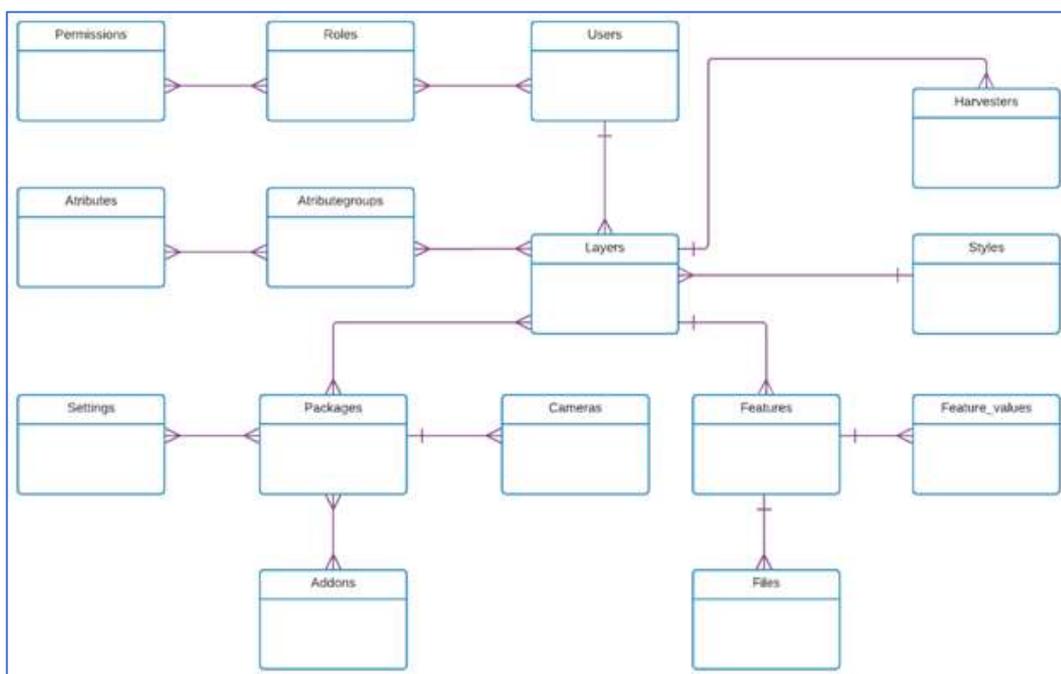


Figura 28- INFRAVINI: Diagrama entidade-relação base

- *Permissions*: entidade responsável pela definição das permissões atribuídas.
- *Roles*: entidade responsável pela atribuição de papéis na solução.
- *Users*: entidade responsável pelos utilizadores da solução.
- *Attributes*: entidade responsável pelos atributos.
- *Attributegroups*: entidade responsável pelos atributos dos grupos.
- *Layers*: entidade responsável pelas camadas/temas da aplicação.
- *Harvesters*: entidade responsável pelos coletores de dados.
- *Styles*: entidade responsável pelos estilos da aplicação.
- *Settings*: entidade responsável pelas definições da solução.
- *Packages*: entidade responsável pelos pacotes da solução.
- *Cameras*: entidade responsável pelas câmaras utilizadas na solução.
- *Addons*: entidade responsável pelas extensões utilizadas na solução.
- *Features*: entidade responsável pelos elementos da solução.
- *Files*: entidade responsável pelos ficheiros.
- *Feature_values*: entidade responsável pelos valores dos elementos da solução.

5.5.1 Módulo INFRAVINI *Engine*

Este era módulo base da solução que implementava a **IDE** temática (Figura 29). Permitted integrar conteúdos, de forma interoperável, disponibilizados por entidades públicas (ex:

Câmaras Municipais, CIMs, CCDRs, DGT) que produzem informação de base relevante, seguindo as normas do OGC, e articulá-la com a informação própria produzida.

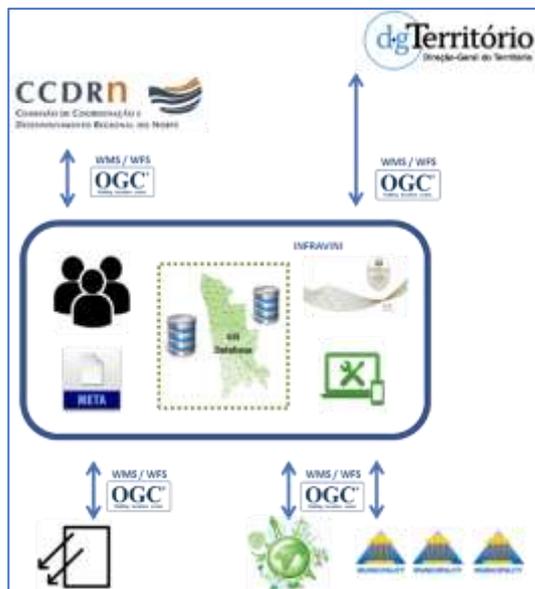


Figura 29- INFRAVINI: Diagrama da IDE temática

Como objetivo principal permitiu agregar informação geográfica e alfanumérica do setor vitícola, servindo de base aos restantes módulos (Figura 30).

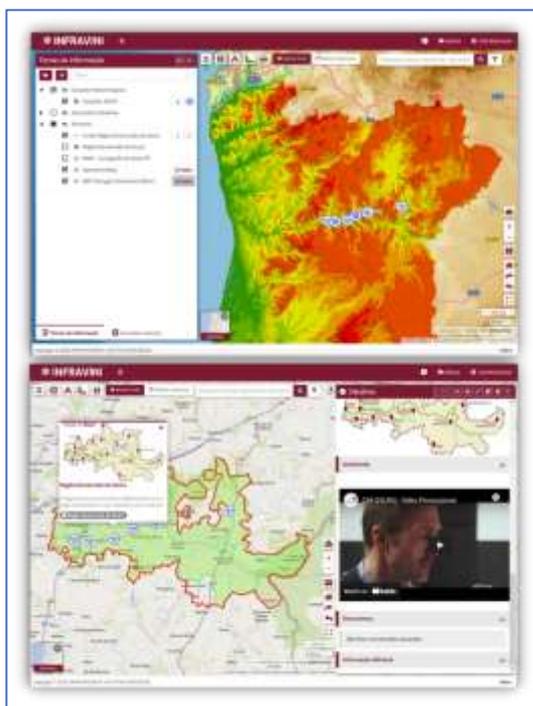


Figura 30- INFRAVINI: Exemplo da visualização de informação agregada

Destacando algumas questões técnicas específicas. Foi necessário implementar aqui os mecanismos de interoperabilidade de informação geográfica. Foram adotadas as normas **WMS** e o **WFS** do **OGC**. A norma de interface do serviço **WMS** forneceu uma interface **HTTP** simples para solicitar imagens de mapas georreferenciados de uma ou mais bases de dados geoespaciais distribuídas. Enquanto a interface **WMS** retorna apenas uma imagem, que os utilizadores finais não podem editar ou analisar espacialmente. A norma de interface do serviço **WFS** forneceu uma interface que permitiu efetuar pedidos de recursos geográficos na *Web*, usando chamadas independentes de plataforma. Pode-se pensar em recursos geográficos como o "código-fonte" por trás de um mapa, ou seja, os elementos propriamente ditos. Para além de interoperabilidade, utilizando normas, foram também implementados mecanismos para interoperabilidade com outras soluções, tais como: *Google Earth, Maps, StreetView, Youtube, Microsoft Bing Maps, e OpenStreetMap*. Esta integração foi feita através dos mecanismos disponibilizados em *JavaScript*.

5.5.2 Módulo de Observações e Sensores

Este módulo teve como objetivo integrar uma rede de sensores heterogénea (estações meteorológicas, sondas de solo, etc.) para recolha de dados em tempo real (Figura 31). E desenvolver uma infraestrutura para recolha e armazenamento de séries climáticas e extração de indicadores, dos dados de observações obtidos através da rede de sensores. Especificamente

o indicador da previsão de desenvolvimento fenológico, e um conjunto de indicadores hídricos e térmicos (Figura 32).

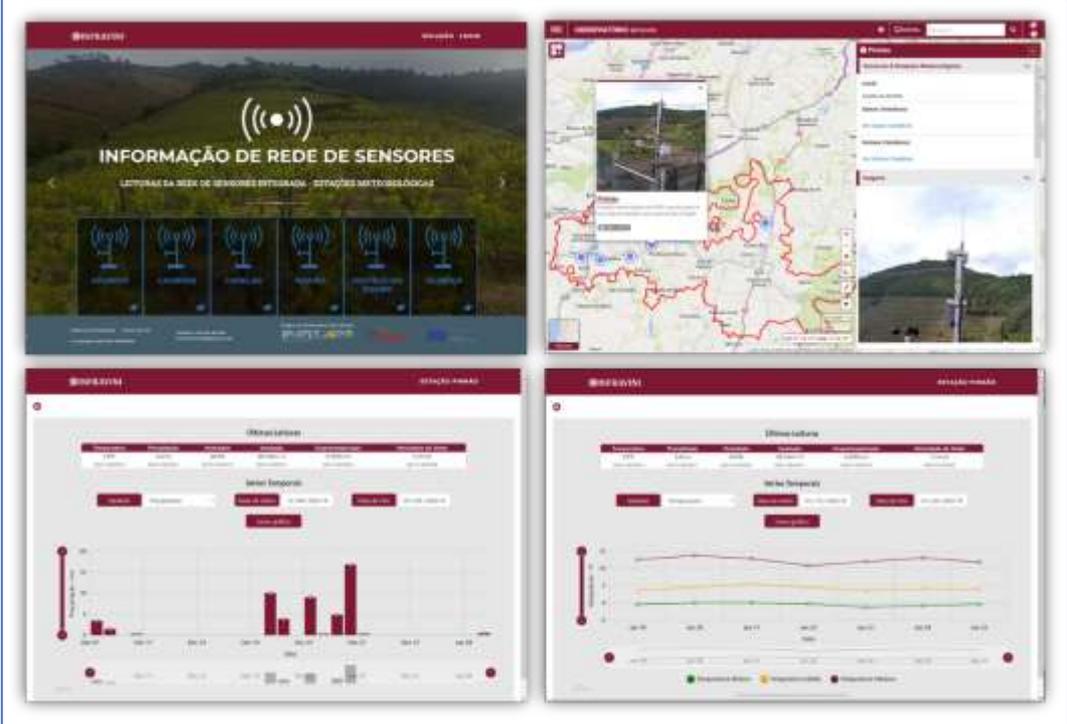


Figura 31- INFRAVINI: Exemplo da visualização de dados da rede de sensores



Figura 32- INFRAVINI: Exemplo da visualização dos indicadores

Destacando algumas questões técnicas específicas. No processo de integração da rede de sensores heterogênea, com dados que tinham de ser geridos de forma interoperável, adotou-se uma norma do **OGC**, denominada **SensorThings API**. Isto permitiu normalizar o acesso aos dados dos sensores, independentemente do fabricante, e fazer uma abordagem interoperável para lidar com fluxos de dados no âmbito do **IoT**. Numa visão de alto nível, a **SensorThings API** fornece duas funcionalidades principais e cada uma é tratada por uma parte. As duas partes são: o perfil *Sensing* e a perfil *Tasking*. o perfil *Sensing* fornece uma maneira normalizada de gerir e obter observações e metadados de sistemas heterogêneos de sensores **IoT**, e reflete o que foi utilizado aqui. O perfil *Tasking* fornece uma maneira normalizada de parametrização de dispositivos **IoT** acionáveis.

A implementação do perfil de *Sensing* foi projetado com base no modelo *Observation and Measurement* [17] do **OGC** (Figura 33).

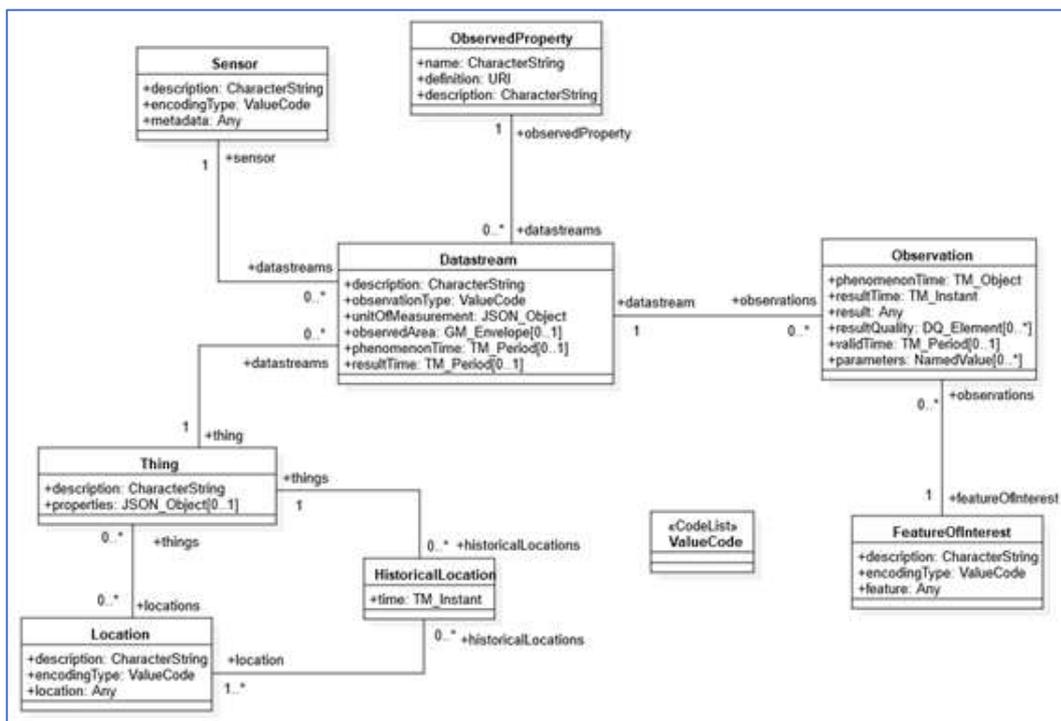


Figura 33- INFRAVINI: Modelo de dados OGC *SensorThings API*

A chave do modelo é que uma observação - *Observation* é modelada como um ato que produz um resultado cujo valor é uma estimativa de uma propriedade do destino da observação ou *FeatureOfInterest*. Uma instância de *Observation* é classificada pelo tempo do evento (por exemplo, *resultTime* e *phenonmenonTime*), *FeatureOfInterest*, *ObservedProperty* e o procedimento usado (geralmente um Sensor - *Sensor*). Além disso, as coisas - *Things* também são modeladas na *SensorThings API*. Além disso, os Locais geográficos das coisas - *Locations* of *Things* são úteis em quase todas as aplicações e, como resultado, também estão incluídos. No perfil de *Sensing*, uma coisa - *Thing* tem locais- *Locations* e locais históricos- *HistoricalLocations*. Uma coisa- *Thing* também pode ter vários fluxos de dados- *Datastreams*. Um *Datastream* é uma coleção de observações agrupadas pelo mesmo *ObservedProperty* e *Sensor*. Uma observação- *Observation* é um evento realizado por um sensor que produz um resultado cujo valor é uma estimativa de uma *ObservedProperty* do *FeatureOfInterest*.

5.5.3 Módulo de Previsões

Este módulo teve como objetivo aplicar modelos de previsão de impacto das alterações climáticas na vinha e possibilitar a visualização de parâmetros climáticos a médio e a longo prazo, cenário 2041 a 2070 e cenário 2071 a 2100 respetivamente (Figura 34).

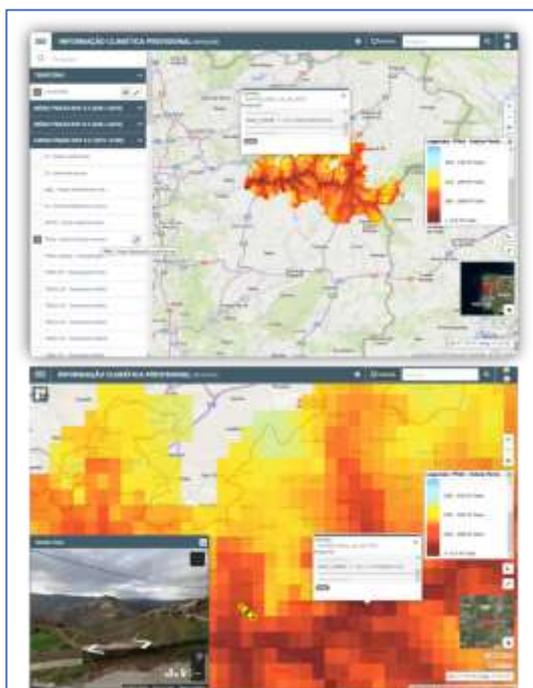


Figura 34- INFRAVINI: Exemplo da visualização de cenários

Destacando algumas questões técnicas específicas. Na implementação foram aplicados modelos físico-matemáticos, com simulação de vários cenários e a criação de indicadores bioclimáticos relevantes. Estas simulações foram calculadas com recurso ao **MATLAB**. Posteriormente para possibilitar integrar a informação produzida foram gerados ficheiros **NetCDF**, que armazenaram os dados científicos, num formato normalizado. A partir daqui foram geradas imagens georreferenciadas (mapas temáticos) que, com recurso à norma **WMS** foi possível integrar na solução.

5.5.4 Módulo de Observatório

Este módulo teve como objetivo disponibilizar um observatório que consolidasse a informação e possibilitasse apoiar o suporte à decisão, na aplicação atempada de fatores de produção e de estratégias de adaptação de curto e médio prazo às alterações climáticas (Figura 35).

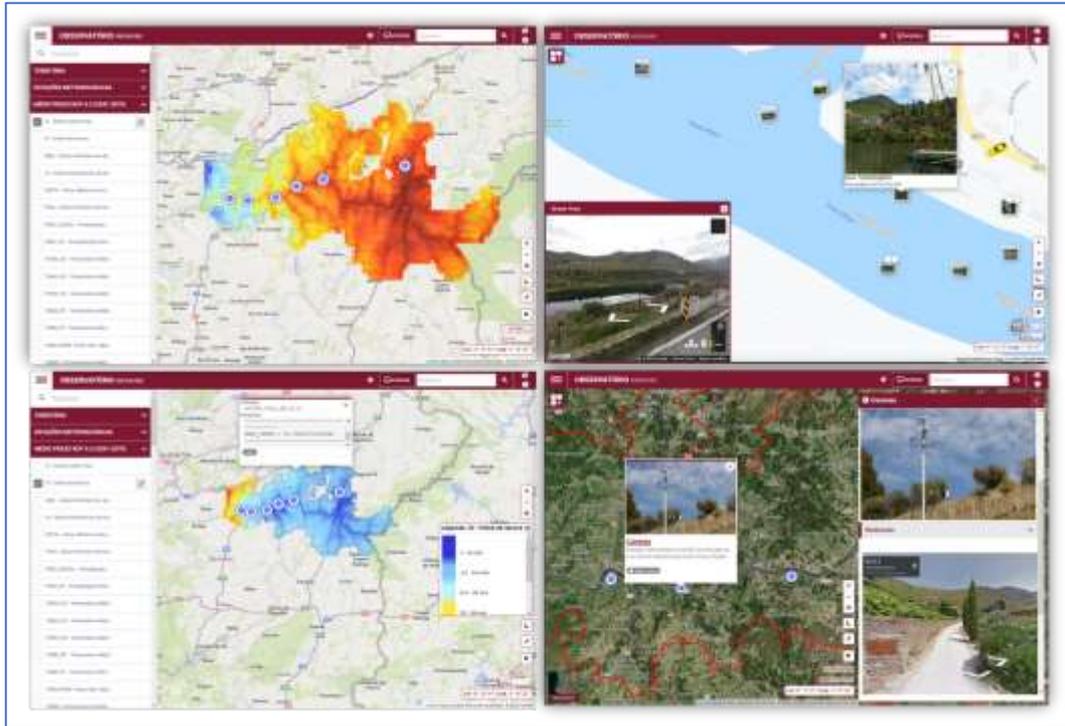


Figura 35- INFRAVINI: Exemplo da visualização do observatório

Destacando algumas questões técnicas específicas. Sendo este o módulo que forneceu uma visão consolidada dos resultados, importa realçar a orquestração de todos os mecanismos de interoperabilidade que facilitou todo o processo de integração. Neste caso estamos perante uma arquitetura totalmente orientada a serviços (SOA).

5.6 Desafios relevantes na execução

Este projeto apresentou desafios técnicos interessantes, que já foram sendo descritos na secção 5.5, acima. De destacar a adoção de normas como princípio basilar assente numa arquitetura orientada a serviços para disponibilização de funcionalidades de interoperabilidade. De realçar a integração da rede de sensores heterogénea, onde se incluíram estações meteorológicas, gerida de forma interoperável, com a aplicação da norma *SensorThings API* que permitiu normalizar o acesso aos dados dos sensores, independentemente do modelo do equipamento, do fabricante, e fazer uma abordagem interoperável para lidar com fluxos de dados no âmbito do IoT.

No que respeita à organização das equipas, lembrar que existiam elementos de 4 entidades, foi necessário criar um modelo de organização do processo de desenvolvimento que permitisse controlo e eficiência. Foi adotado o **GitLab** como plataforma de hospedagem de

código-fonte. O **GitLab** proporcionou também as ferramentas de integração e entrega contínua ou **CI/CD**, além de métricas para acompanhamento de qualidade de código, performance e teste de usabilidade. O **CI** estimulou a integração contínua de código através de um repositório partilhado contendo o código e testes unitários prontos a compilar, testar e validar os desenvolvimentos efetuados. O **CD** estimulou o desenvolver, testar e libertar *software* de forma mais eficiente e frequente. Esta abordagem ajudou a reduzir o custo, o tempo e o risco de entregar mudanças, permitindo atualizações incrementais para os módulos. Foram definidas e adotadas também um conjunto de convenções de codificação e *standards* para a escrita de código, nomeadamente o **PSR-2** para padronização de conceitos em **PHP**. Tem como objetivo permitir a interoperabilidade dos componentes e fornecer uma base técnica comum para a implementação de conceitos comprovados para boas práticas de programação e teste de *software*.

Em termos da gestão do projeto, de realçar a gestão do risco. No início do projeto foi feita uma análise de risco da execução do projeto, e tidas em conta várias dimensões tais como: riscos de falta de coordenação, de recursos insuficientes ou perda de recursos, falta de visibilidade das realizações do projeto e ultrapassagem de custos. Um risco que não foi tido em conta, foi ter de lidar com todos os constrangimentos de uma **Pandemia**, como foi o caso da **COVID-19**. Isto obrigou a introduzir medidas de mitigação, não previstas, na organização da gestão do projeto, nas reuniões de trabalho e no processo de disseminação dos resultados. Foram adotadas um conjunto de ferramentas colaborativas por forma a facilitar a comunicação, alinhar os fluxos de trabalho e promover a colaboração entre os elementos da equipa, num ambiente totalmente digital.

5.7 Implementação de referência

Este projeto resulta de uma parceria entre 4 entidades. A empresa Geodouro, o **INESC TEC**, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e a Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense. Foi alvo de uma implementação de referência na área vitícola da **Região Demarcada** do Douro. No processo de validação, foram adquiridos e disponibilizava dados geoespaciais relevantes sobre as alterações climáticas, incluindo indicadores climáticos e agronómicos, permitindo o cruzamento e a normalização da informação sensorial local (estações meteorológicas e sensores colocados no terreno) e climática previsional.

Sobre o processo de desenvolvimento e implementação, importa referir que foi delineada uma estratégia onde se definiu claramente o âmbito de participação de cada entidade, as

suas responsabilidades e os resultados a obter. Foi também definido um modelo de governação e de gestão do projeto apropriado para lidar com a complexidade de existirem recursos de 4 entidades distintas que tinham de estar devidamente articulados. O consórcio foi gerido por um Conselho de Orientação e Fiscalização, definido como o órgão máximo do consórcio, constituído por um representante de cada uma das entidades. E por um Comité Técnico, órgão que assegurou a gestão corrente do projeto, constituído por um responsável técnico designado por cada um dos membros do consórcio.

De realçar o papel chave do Conselho de Orientação e Fiscalização que regulou o funcionamento do consórcio permitindo ultrapassar todas as divergências e problemas entre os membros. Este papel facilitador assentou nas seguintes diretrizes:

- Monitorizar e gerir o progresso das tarefas realizadas por cada um dos membros do consórcio.
- Assistir o chefe de consórcio a preparar relatórios de projeto.
- Orientar e fiscalizar a atuação do chefe do consórcio.
- Dirimir os diferendos entre os membros do consórcio.
- Pronunciar-se sobre qualquer assunto que lhe seja submetido por um dos seus membros;
- Diligenciar para que as decisões sejam preferencialmente tomadas por unanimidade.

O resultado, após a validação desta implementação de referência, foi a criação de um produto passível de ser aplicado noutras regiões e culturas.

CONCLUSÕES

Realizar este trabalho tornou-se por si só um desafio interessante. Descrever mais de 20 anos de atividade profissional e das competências adquiridas, foi um singular exercício de retrospectiva. Para além da caracterização houve também lugar a uma análise e reflexão crítica sobre o caminho e os fatores que contribuíram para atingir o patamar onde hoje me encontro.

A licenciatura garantiu-me as bases para o desenvolvimento da carreira profissional, proporcionou-me uma base sólida de conhecimento e apetrechou-me com as ferramentas necessárias para encarar os desafios e buscar soluções. Participei em dezenas de projetos, trabalhei com muitas pessoas, em diferentes contextos e com estímulos diversos. As responsabilidades foram sendo cada vez mais, fruto do desempenho e das competências aprofundadas e desenvolvidas. Fui confrontado com desafios tecnológicos, organizacionais e culturais que ultrapassei com base na experiência consolidada e na aprendizagem contínua, tanto tecnológica como comportamental. Para tal, foi determinante o aperfeiçoamento das competências de relacionamento interpessoal, conversação, liderança, resiliência, proatividade e ética no trabalho.

A evolução tecnológica nos últimos 20 anos foi tremenda. Durante o meu trajeto deparei-me com diferentes tendências, com o surgimento de novas tecnologias e novos paradigmas. A maturidade e o conhecimento que fui adquirindo foram fundamentais para lidar com estes cenários. Também marcante, foi acompanhar o paradigma do desenvolvimento e da gestão de projetos, nomeadamente no desenvolvimento de *software*, passando de uma abordagem tradicional para uma abordagem mais baseada em princípios e metodologias ágeis.

Concluindo, são 23 anos de aprendizagem e de crescimento pessoal, académico e profissional. Este passo, de realização de um Relatório de Atividade Profissional para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Informática, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa, é mais uma etapa atingida no meu percurso.

BIBLIOGRAFIA

- [1] "Knowledge Based Customized Services for Traditional Manufacturing Sectors Provided by a Network of High Tech SMEs". Acedido a 30 de agosto de 2022. <https://cordis.europa.eu/project/id/505339/reporting>
- [2] L. Oliveira, R. Henriques. "O Debate, Rua a Rua", Revista Exame Informática de janeiro de 2007.
- [3] A. Coelho, L. Silva, L. Oliveira, A. Silva, F. Martins, J. Carvalhais, 2011, The Concept of Vineyard Parcel for the Douro Delimited Region, OIV 2011.
- [4] L. Oliveira, A. Rodrigues, H. Nunes, L. Dias, A. Coelho, J. Oliveira, E. Carrapatoso, M. Leitão, 2011, GIS Web Plataform for Tourism, CISTI 2011 - Chaves.
- [5] L. Oliveira, L. Dias, A. Rodrigues, M. Leitão, A. Coelho, J. Oliveira, Geographical Web Platform for e-Tourism, ENTER 2012 - Sweden.
- [6] MOS Projects TEN-T - MIELE Project. Acedido a 06 de setembro de 2022. <https://www.onthemosway.eu/miele-2/>.
- [7] e-freight.net - Online Tools for Digital Cargo. Acedido a 06 de setembro de 2022. <https://e-freight.net/>
- [8] L. Oliveira, L. Dias, J. Santos, 2016, Plataforma Geoespacial para Integração e Gestão de Processos Portuários, CISTI 2016 - Gran Canaria.
- [9] I. Directive, "Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)," 2007.
- [10] "Multi-purpose/Multi-sensor Extra Light Oceanography Apparatus ". Acedido a 20 de setembro de 2022. <https://cordis.europa.eu/project/id/776825>
- [11] "High Frequency radars in the RAIÁ Observatory". Acedido a 20 de setembro de 2022. <http://radaronraia.eu/en/>
- [12] L. Oliveira, M. Castro, R. Ramos, J. Santos, J. Silva, L. Dias, 2022, Gémeo Digital para Monitorização de Carga Perigosa Contentorizada em Zonas Portuárias, CISTI 2022 - Madrid.
- [13] List of OGC Implementation Standards. Acedido a 23 de setembro de 2022. <http://www.opengeospatial.org/standards/is>.

[14] Microsoft, Using a Three-Tier Architecture Model. Acedido a 23 de setembro de 2022. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/cosstdk/using-a-three-tier-architecture-model?redirectedfrom=MSDN>.

[15] "Movimentar navios em Leixões com tecnologia portuguesa", in Jornal de Negócios de 16 de outubro de 2015.

[16] Spatial data infrastructure. Acedido a 3 de outubro de 2022. https://en.wikipedia.org/wiki/Spatial_data_infrastructure.

[17] Observations and Measurements. Acedido a 3 de outubro de 2022. <https://www.ogc.org/standards/om>

[18] J. M. Lourenço. The NOVAthesis LATEX Template User's Manual. NOVA University Lisbon. 2021. url: https://github.com/joaomlourenco/novathesis_word/raw/master/novathesis_word-FINAL-EN.pdf.



2022

LINO OLIVEIRA

RELATÓRIO DE ATIVIDADE PROFISSIONAL