



Alexandre Filipe Maia

Licenciado em Engenharia Informática

Plataforma para Análise de Estruturas Costeiras

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática

Orientadora: Armanda Rodrigues, Professora Auxiliar,
Universidade Nova de Lisboa

Co-orientadora: Rute Lemos, Engenheira Civil,
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Júri

Presidente: Prof^ª Doutora Susana Maria dos Santos Nascimento Martins de Almeida
Arguente: Prof^º Doutor António Manuel Silva Ferreira
Vogal: Prof^ª Doutora Armanda Rodrigues



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Dezembro, 2016

Plataforma para Análise de Estruturas Costeiras

Copyright © Alexandre Filipe Maia, 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 gerado utilizando o processador (pdf)LaTeX, com base no template "unlthesis" [1] desenvolvido no Dep. Informática da FCT-NOVA [2]. [1] <https://github.com/joaomlorenco/unlthesis> [2] <http://www.di.fct.unl.pt>

*Aos meus pais, família e todos os amigos e colegas que de
alguma forma me ajudaram.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus orientadores, à Professora Armanda Rodrigues e à Engenheira Rute Lemos do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, por toda a orientação, apoio, disponibilidade, críticas e sugestões ao longo da elaboração desta dissertação. Sinto que fui bem acompanhado e orientado ao longo de todos estes meses. Agradeço também à Engenheira Juana Fortes e ao Engenheiro Rui Capitão do Laboratório Nacional de Engenharia Civil pela contribuição que tiveram na dissertação.

Quero também agradecer ao Professor Paulo Lopes (Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa) pela sua pronta disponibilidade a ajudar a alojar a aplicação desenvolvida num servidor do Departamento de Informática. Dito isto, quero também agradecer ao Departamento de Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (DI - FCT/UNL) pelas condições oferecidas para desenvolver este trabalho.

Quero também agradecer a todas as outras pessoas que de alguma forma me ajudaram. A todos aqueles que me enviaram um documento, que me deram uma sugestão, que participaram na avaliação da aplicação desenvolvida, que deram apoio moral e que incentivaram.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer aos meus pais e família. Agradeço todos os sacrifícios que fizeram e fazem por mim.

RESUMO

Dada a sua localização geográfica, existem em Portugal várias infraestruturas portuárias que têm diversos objetivos, como por exemplo, reduzir a ação das ondas na zona abrigada por essas estruturas, ajudar no controlo da sedimentação guiando as correntes, proteger tomadas de água de centrais termoelétricas e proteger a linha de costa contra a ação de tsunamis. Essas infraestruturas são os quebra-mares e os molhes. Entre estas estruturas as mais comuns em Portugal são os quebra-mares.

Durante o tempo de vida dos mesmos existe a necessidade de obras de manutenção ou reparação. Para se determinar a necessidade dessas mesmas obras é preciso avaliar a evolução da estrutura desde uma data anterior relevante, como por exemplo a última inspeção feita ou desde a criação da estrutura, caso ainda não tenha ocorrido nenhuma inspeção. Verifica-se então que é necessária a existência de um acompanhamento da estrutura.

Desenvolveu-se assim um Sistema de Informação Geográfica disponível em linha (*WebGIS*) que vem então possibilitar a georreferenciação das estruturas em causa. O comportamento do sistema adapta-se consoante se esteja a aceder ao mesmo através de um computador fixo ou através de um dispositivo móvel como, por exemplo, um *tablet*. Com este sistema é possível aceder a informação relevante sobre os diversos troços que compõem um quebra-mar, como por exemplo, a zona do quebra-mar a que o troço pertence, o seu comprimento, entre outros. É também possível inserir ou alterar dados. Ao fazer-se uma inspeção visual a um troço de um quebra-mar, os dados necessários são introduzidos de acordo com um formulário pré-estabelecido. Com esses dados calcula-se depois o grau do estado da estrutura, que resulta de uma média ponderada entre os dados inseridos. O sistema desenvolvido foi avaliado com bons resultados tendo em conta a sua usabilidade geral e a sua adaptação aos trabalhos de inspeção de estruturas levados a cabo por investigadores do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Palavras-chave: Sistemas de Informação Geográfica, Estruturas Costeiras, Adaptação, Georreferenciação, Dispositivos Móveis.

ABSTRACT

Given its geographical location, in Portugal there are several port infrastructures that have several goals, such as reducing the action of waves on the sheltered area by this structure, help to control the sedimentation by guiding the chains, protect water taken from thermoelectric plants and protect the coastline against the action of tsunamis. These infrastructures are breakwaters and jetties. Among these, the most common structures in Portugal are the breakwater.

During their lifetime thereof there is the need for maintenance or repair works. To determine the need for these works, it is necessary to evaluate the evolution of the structure from a relevant earlier date, for example the last inspection made or since the creation of the structure, if it still has not been inspected. Therefore we can conclude that the existence of a monitoring tool is required.

An online geographic information system (WebGIS) was developed, enabling the georeferencing of the structures concerned. The behavior of the system adapts himself depending on whether you are accessing it through a fixed computer or via a mobile device, for example, a tablet. With this system it is possible to access relevant information about the different sections that make up a breakwater, for example the area of the breakwater section to which it belongs, its length, among others. It is also possible to enter or change data. During the visual inspection of a breakwater section it is possible to enter the data required in accordance with a pre-established form. With this data we get a degree of the state of the structure resulting from a weighted average of the input data. The developed system was evaluated with good results taking into account its general usability and its adaption to the structures inspection work carried out by researchers from the National Civil Engineering Laboratory.

Keywords: Geographic Information System, Coastal Structures, Adaptation, Georeferencing, Mobile Devices.

ÍNDICE

Lista de Figuras	xvii
Lista de Tabelas	xxi
Listagens	xxiii
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Definição do Problema	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Contributos	4
1.5 Organização da Tese	4
2 Enquadramento	5
2.1 Representação Geográfica na Informática	6
2.1.1 Funcionalidades	6
2.1.2 Sistemas de Coordenadas	7
2.2 Sistemas de Informação Geográfica	8
2.2.1 Interfaces	9
2.3 Normas para Dados Geográficos	10
2.4 Sistemas e Dispositivos Móveis	12
2.4.1 Vantagens	13
2.4.2 Desvantagens e Limitações	13
2.4.3 Adaptação ao Dispositivo	14
2.5 Sistemas Baseados no Contexto	14
2.6 Infraestruturas Portuárias	15
2.6.1 Quebra-mar de Talude	17
2.6.2 Quebra-mar Vertical	17
2.6.3 Quebra-mar Misto	18
2.6.4 Seleção do Tipo de Quebra-mar	18
2.6.5 Necessidade de Avaliação das Estruturas	18
2.6.6 Avaliação do Estado de Risco e de Evolução	18
2.7 Conclusão	19

3	Trabalho Relacionado	21
3.1	Sistemas Geográficos na <i>Web</i>	21
3.1.1	Exemplos de Sistemas	21
3.1.2	Exemplos de Sistemas para Zonas Costeiras	22
3.2	Representação de Dados Relativos a Estruturas Costeiras	24
3.3	ANOSOM	25
3.4	Conclusão	29
4	Concepção do sistema e Implementação	31
4.1	Tecnologias	31
4.1.1	HTML	32
4.1.2	CSS	32
4.1.3	JavaScript	32
4.1.4	PHP	33
4.1.5	MySQL	33
4.1.6	Bootstrap	33
4.1.7	Leaflet	33
4.1.8	OpenStreetMap	34
4.1.9	Laravel	34
4.1.10	Formato <i>shapefile</i>	34
4.2	Arquitetura	35
4.3	Estrutura da Informação Utilizada	36
4.3.1	Georreferenciação	36
4.3.2	Base de Dados MySQL	37
4.4	Aplicação <i>Web</i>	39
4.4.1	Interface Geográfico	39
4.4.2	Recolha Fotográfica e de Vídeos	42
4.4.3	Dados de um Troço	45
4.4.4	Observações Visuais	46
4.5	Conclusão	49
5	Avaliação	51
5.1	Avaliação Preliminar e Alterações Consequentes	51
5.2	Avaliação e Resultados	52
5.2.1	Avaliação Sumativa	55
5.2.2	Avaliação Formativa	59
5.3	Conclusão	61
6	Conclusões e Trabalho Futuro	63
6.1	Conclusões	63
6.2	Trabalho Futuro	64

Bibliografia	67
A Teste de Usabilidade	71
B Questionário de Avaliação	75
C Questionário de Avaliação - LNEC	87
D Perfil dos Utilizadores	97
E Perfil dos Utilizadores - LNEC	101
F Resultados da Avaliação	105
G Resultados da Avaliação - LNEC	113

LISTA DE FIGURAS

2.1	Diferentes sistemas de coordenadas	7
2.2	Cartografados casos detectados de cólera	9
2.3	Cubo cartográfico	10
2.4	Exemplos de portos	15
2.5	Quebra-mar de Talude	17
3.1	Assentamento de um quebra-mar	23
3.2	Diagrama de entidades e relações da base de dados ANOSOM	26
3.3	Tabela Materiais e Materiais do Manto Resistente de um troço de um quebra-mar	27
3.4	Tabela Estruturas	27
3.5	Tabela Troços	28
4.1	Arquitetura do sistema	35
4.2	Diagrama da Base de Dados	38
4.3	Geovisualização de uma estrutura costeira	40
4.4	Cluster de marcadores	40
4.5	Dinâmica da funcionalidade da localização	41
4.6	Exemplo de um ponto a partir do qual se tira fotografias	43
4.7	Orientação da fotografia representada no mapa	44
4.8	Todas as fotografias capturadas nos vários pontos do troço	45
4.9	Informação de um troço	46
4.10	Página da observação de um troço	47
4.11	Estado de Evolução e de Risco de um troço	49
5.1	Resultados do questionário SUS	57
5.2	Resultados do questionário SUS - LNEC	57
5.3	Resultado da classificação adjetiva por parte dos utilizadores	58
5.4	Resultado da classificação adjetiva por parte dos utilizadores - LNEC	58
D.1	Área de formação dos utilizadores.	97
D.2	Idade dos utilizadores.	98
D.3	Género dos utilizadores.	98

D.4	Experiência dos utilizadores com computadores.	99
D.5	Experiência dos utilizadores com <i>smartphones/tablets</i>	99
E.1	Idade dos utilizadores - LNEC.	101
E.2	Género dos utilizadores - LNEC.	102
E.3	Experiência dos utilizadores com computadores - LNEC.	102
E.4	Experiência dos utilizadores com <i>smartphones/tablets</i> - LNEC.	103
F.1	Facilidade de utilização num computador	105
F.2	Facilidade de utilização num dispositivo móvel	106
F.3	Localização no mapa	106
F.4	Simular a localização	107
F.5	Usar a localização	107
F.6	Criar um ponto no mapa	108
F.7	Capturar uma fotografia e associá-la a um ponto	108
F.8	Utilidade de tirar uma fotografia e associá-la a um ponto de um troço	109
F.9	Visualizar as fotografias associadas a um ponto	109
F.10	Registar a informação referente a uma nova observação visual	110
F.11	Aceder à informação referente a observações visuais realizadas	110
F.12	Aceder à informação referente a um determinado troço	111
F.13	A forma como é apresentada a informação referente a um troço é adequada	111
F.14	É importante poder editar a informação de uma observação e/ou de um troço	112
G.1	A aplicação é fácil de usar num computador	113
G.2	A aplicação é fácil de usar num dispositivo móvel	114
G.3	É fácil aperceber-me da minha localização no mapa	114
G.4	É fácil alterar a minha localização	114
G.5	É simples fazer a aplicação localizar-me	115
G.6	É fácil criar um novo ponto no mapa	115
G.7	Tirar uma fotografia e associá-la a um ponto é fácil	115
G.8	É fácil visualizar as fotografias associadas a um ponto	116
G.9	É fácil registar a informação referente a uma nova observação visual	116
G.10	É fácil aceder à informação referente a observações visuais realizadas	116
G.11	É fácil aceder à informação referente a um determinado troço	117
G.12	A possibilidade de alterar o <i>shapefile</i> que está sobreposto no mapa é importante porque oferece escalabilidade à aplicação	117
G.13	Saber em que troço de um quebra-mar me encontro é útil	117
G.14	Poder criar pontos novos no mapa é importante	118
G.15	É importante poder criar uma nova observação visual	118
G.16	É fácil aceder ao Estado de Evolução e de Risco de um troço	118
G.17	É importante os metadados da imagem ficarem guardados sem necessitar de introdução manual	119

G.18 O método de avaliação que a aplicação permite é vantajoso face ao método usado atualmente 119

LISTA DE TABELAS

5.1	Resultados do questionário SUS	56
5.2	Resultados do questionário SUS - LNEC	56

LISTAGENS

4.1	Algoritmo para Determinar o Troço Atual	42
4.2	Cálculo do Estado Atual do Manto Resistente.	48

INTRODUÇÃO

O projeto apresentado, um Sistema de Informação Geográfica *Web-based*, visa a armazenar dados referentes a estruturas costeiras que são de uma importância vital para a sociedade por motivos de segurança. O projeto foi desenvolvido em colaboração com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e permite a inserção de dados através de um dispositivo móvel aquando a observação de uma estrutura no local.

É também possível capturar fotografias e gravar vídeos ficando os mesmos associados a pontos representados num mapa onde estão georeferenciadas as diversas estruturas costeiras, divididas por troços, que são alvo de observação visual periódica. Com base nos dados inseridos, o sistema calcula o Estado Atual dos elementos do perfil dos troços de cada estrutura. Tendo o Estado Atual obtido em duas datas distintas torna-se possível calcular o Estado de Evolução e o Estado de Risco, que ajudam a perceber se uma estrutura está a precisar de obras de manutenção ou reparação.

O sistema desenvolvido contempla a sua utilização em diferentes dispositivos com diferentes dimensões de ecrã. O utilizador pode estar a aceder ao sistema no local de uma estrutura com um *tablet* ou um *smartphone* enquanto regista informação necessária sobre a estrutura ou captura fotografias ou pode estar a aceder ao sistema a partir de uma plataforma fixa, enquanto visualiza as fotografias capturadas e consulta o Estado Atual da estrutura.

1.1 Motivação

As zonas costeiras representam um ambiente dinâmico de uma importância vital para a sociedade humana. Uma parte significativa dos assentamentos humanos estão localizados perto da costa.

Nas zonas costeiras e nos portos, a avaliação do bater das ondas e do seu galgamento

face a estruturas marítimas é muito importante para se conseguir avaliar o risco relacionado tanto com a falha dessas estruturas como com a inundação das zonas protegidas. Em Portugal, tendo em conta alguns fatores como, por exemplo, o comprimento da zona litoral, a concentração de população e atividade económica que se encontra junto ao mar e a importância que os portos têm na economia nacional, é muito importante ter em conta o impacto que a agitação marítima tem sobre os edifícios e sobre as estruturas.

É comum a ocorrência de situações de emergência causadas pelo bater das ondas do mar na costa, o que põe em perigo a segurança das pessoas que se encontram nessas zonas e também os seus bens. Efetuar o registo, do estado de uma estrutura ou parte da estrutura afetada após uma situação de desastre, em papel, aumenta a probabilidade de erros. Após o registo feito em papel, muito provavelmente será necessária a passagem dessa informação para um computador. Isto leva a um acréscimo do tempo necessário para se guardar a informação e pode levar também a erros ou incoerências durante o procedimento de passar de papel para computador.

As capacidades dos dispositivos móveis, como, por exemplo, os *smartphones* e os *tablets* têm vindo a evoluir ao longo dos últimos anos a um bom ritmo. O aumento do poder de processamento, o aumento da memória e a melhoria na resolução do ecrã, aliados ainda à facilidade de acesso a dados e informações em qualquer momento e em qualquer lugar, graças ao acesso à Internet, que esta tecnologia nos trouxe, fez aumentar a popularidade destes dispositivos. O facto de, atualmente, estes dispositivos terem incorporados componentes, como uma câmara fotográfica e um GPS, que antigamente seriam produtos que só se encontravam em equipamentos próprios, ajudou também a fazer estes dispositivos singrar nos dias de hoje.

Os mapas mais antigos que se conhecem foram encontrados numa parede de uma cidade da Turquia e datam de cerca de 6204 A.C. Com a invenção do papel, os mapas passaram a ser desenhados em folhas. Na época dos Descobrimentos, as áreas representadas em mapa passaram a ser maiores do que antigamente e foi necessário conseguir bons níveis de precisão posicional para conseguir navegar com relativa segurança. Com isto consegue-se perceber o quão enraizados já estão os mapas na nossa cultura.

Conjugar os dispositivos móveis com uma interface baseada num mapa pode trazer vantagens a nível de georreferenciação. Pode-se identificar um ponto ou uma área no mapa, correspondente a uma estrutura e associar-lhe informação ou ter acesso a dados e informação sobre um ponto ou área previamente criada no mapa.

Existe uma necessidade periódica de avaliar o estado das estruturas costeiras, dado que, apesar de uma possível rotura de uma destas estruturas, por norma, não estar associada à perda de vidas humanas, os prejuízos materiais costumam ser muito elevados. Este trabalho foi feito tendo acesso a dados georreferenciados que possuem o histórico das avaliações efetuadas anteriormente.

Foi melhorada a forma como as inspeções visuais e as avaliações são feitas, inserindo os dados diretamente no servidor e associando dados multimédia georreferenciados (por exemplo, fotografias).

1.2 Definição do Problema

Tendo em conta o que foi dito anteriormente na motivação, Secção 1.1, o problema tratado pode ser sumarizado da seguinte forma:

- Como tirar partido das capacidades e potencialidades dos sistemas de informação geográfica no contexto de georreferenciação de estruturas costeiras, com o objetivo de armazenar informação do estado de degradação dessas mesmas estruturas?
- Como adaptar a interface e a informação mostrada no ecrã consoante o dispositivo com que se está a aceder ao sistema?
- Quais os dados relevantes que devem estar associados a uma determinada estrutura costeira a fim de permitir avaliar o seu grau de deterioração para se determinar se são necessárias obras de reparação?

1.3 Objetivos

Os objetivos desta dissertação foram os seguintes:

- Fornecer um novo método para facilitar o registo de informação durante uma observação visual aos diversos troços de uma estrutura costeira;
- Georreferenciar as diversas estruturas costeiras que são alvo de observação visual;
- Facilitar a inserção de dados relativos a uma observação visual e às informações que caracterizam um troço;
- Facilitar a inserção de conteúdos *media*, como fotografias ou vídeos, bem como a sua visualização;
- Desenvolver uma ferramenta interativa que integre os pontos mencionados acima.

Dito isto, esta dissertação focou-se no desenvolvimento de um sistema de informação geográfica *Web-based* para permitir a visualização e manipulação da informação necessária ao utilizador. A interface da aplicação foi desenvolvida com o intuito de se adaptar ao dispositivo do utilizador, seja um *smartphone*, um *tablet* ou uma plataforma fixa.

Foi depois realizada uma avaliação de usabilidade com alguns utilizadores que não possuíam conhecimentos sobre o sistema em causa e uma avaliação com utilizadores do LNEC, que são os utilizadores finais do sistema desenvolvido. A avaliação incidiu sobre a realização de algumas tarefas no sistema desenvolvido tanto num dispositivo móvel como numa plataforma fixa.

1.4 Contributos

O principal contributo deste trabalho foi o desenvolvimento do sistema de informação geográfica *Web-based* pelos seguintes motivos:

- Georreferenciação das várias estruturas costeiras (quebra-mares e os seus respetivos troços) e da informação que está associada às mesmas;
- Conseguir um sistema de avaliação das estruturas que seja mais expedito, o que vai melhorar a produtividade de todo o processo;
- Diminuição dos erros no processo de observação e registo de informação, o que irá possibilitar intervenções precoces e mais rápidas, diminuindo o risco associado às estruturas e poupando dinheiro.

Pode-se afirmar que os objetivos mencionados na Secção 1.3 foram atingidos, dado os resultados da avaliação com os utilizadores do LNEC.

Será também submetido um artigo na conferência GISTAM 2017 3rd *International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management*.

1.5 Organização da Tese

O resto do documento está estruturado da seguinte forma:

- O capítulo 2 apresenta o estado de arte nas áreas de estudo relacionadas com o trabalho que foi realizado nesta dissertação.
- O capítulo 3 apresenta o trabalho relacionado onde são descritos alguns sistemas geográficos na *Web* e alguns exemplos de sistemas para zonas costeiras. É também apresentada a aplicação ANOSOM.
- O capítulo 4 descreve as tecnologias que foram utilizadas no desenvolvimento da solução proposta e apresenta a sua arquitetura.
- O capítulo 5 apresenta a aplicação *Web* que foi desenvolvida para alcançar os objetivos desta dissertação.
- O capítulo 6 descreve a metodologia e apresenta os resultados da avaliação da aplicação desenvolvida.
- O capítulo 7 refere as conclusões sobre o resultado da dissertação e sugere desenvolvimentos adicionais como trabalho futuro.

ENQUADRAMENTO

Neste capítulo é apresentado o estado de arte em algumas áreas relevantes de modo a fazer-se uma introdução à área que está ligada a esta dissertação. Na secção 2.1 é apresentada a cartografia no contexto da Informática fazendo uma breve descrição sobre o que é a cartografia, que funções desempenha um mapa, abordando as suas funcionalidades e por fim é definido o conceito de sistema de coordenadas.

A secção 2.2 explica o que é um sistema de informação geográfica e a subsecção 2.2.1 aborda as interfaces de um SIG.

Na secção 2.3 são apresentadas normas para dados geográficos.

Na secção 2.4 são abordados os desafios que os dispositivos móveis impõem, o uso de mapas nos mesmos, as vantagens e desvantagens que possuem e é ainda introduzido o conceito de adaptação ao dispositivo.

Na secção 2.5 são abordados os sistemas baseados no contexto, que se podem distinguir entre sistemas adaptáveis e sistemas adaptativos.

Na secção 2.6 é feita uma introdução aos portos e às suas obras de proteção relevantes no contexto desta dissertação, os quebra-mares. São descritos os tipos de portos existentes e a classificação face à sua localização. É definido o conceito de quebra-mar, sendo também abordados os diferentes tipos de quebra-mar e os fatores que podem influenciar na seleção do tipo de quebra-mar necessário. É ainda abordado o porquê da necessidade de avaliação destas estruturas e a avaliação que é feita a uma estrutura quantitativamente, conferindo-lhe um grau em relação à carência de intervenções.

Por último, na Secção 2.7, é feito um resumo dos vários temas que são abordados no capítulo e é explicada a importância dos mesmos para a dissertação.

2.1 Representação Geográfica na Informática

A cartografia está relacionada com formas de comunicação visual, contudo é diferente das outras formas de comunicação visual. Os cartógrafos devem prestar uma especial atenção aos sistemas de coordenadas, às projeções de mapas e problemas de escala e direção, os quais são, na maioria dos casos, de pouca preocupação para os outros designers gráficos e artistas [5].

Um mapa possui duas funções centrais: armazenar e registrar, que diz respeito ao aspecto espacial e apresentar e permitir analisar, que diz respeito ao aspecto gráfico. Apesar de estas funções estarem separadas num SIG (Sistema de Informação Geográfica), isto é, o armazenamento na base de dados e a apresentação na interface, os mapas originais (ou seja em papel) vêm juntar ambas as variantes [33].

Posto isto, quando surgiu a necessidade de representar dados geográficos de forma computacional para se construir mapas dinâmicos e para posteriormente se analisarem esses mesmos dados, foi utilizada a metáfora do mapa. Em [12], M. Hampe e V. Paelke definem a cartografia digital como sendo a tecnologia que se preocupa com a construção e o uso de sistemas computacionais para a prática da cartografia e das suas aplicações.

2.1.1 Funcionalidades

Existem vários exemplos de funcionalidades computacionais que se tornam acessíveis através do uso de mapas digitais [33, Cap.1]:

- fazer uma análise de redes usando informações de caminhos para se construir itinerários;
- integrar dados de várias fontes e proprietários de forma a gerar nova informação;
- análises ao terreno que normalmente são baseadas em conjuntos de dados de elevações topográficas na localização de um ponto.

Segundo L. Meng, dependendo do objetivo, os mapas digitais podem ser concebidos com um *design* para serem vistos, admirados, para comunicarem informação e construir conhecimento e ainda para suportarem as tarefas do utilizador [25]:

- mapa para ser visto - tem como objetivo captar a atenção dos utilizadores que o estejam a ver pela primeira vez ou que apenas o usariam uma vez;
- mapa para ser admirado - tem como propósito cativar os utilizadores pretendidos que ou estão intrinsecamente curiosos ou que ficaram motivados ao verem o mapa;
- mapa para comunicar informação e construir conhecimento - interativo e está planeado para ser usado intensamente por utilizadores altamente motivados. Serve como um portador de informação, uma janela de base de dados geográficos, assim como um instrumento para levar o utilizador a pensar;

- mapa para suportar as tarefas do utilizador - deve conseguir ajudar o utilizador, seja no caso do utilizador precisar de informação para conseguir realizar uma tarefa ou no caso do utilizador precisar de realizar uma tarefa por causa da informação que adquiriu.

2.1.2 Sistemas de Coordenadas

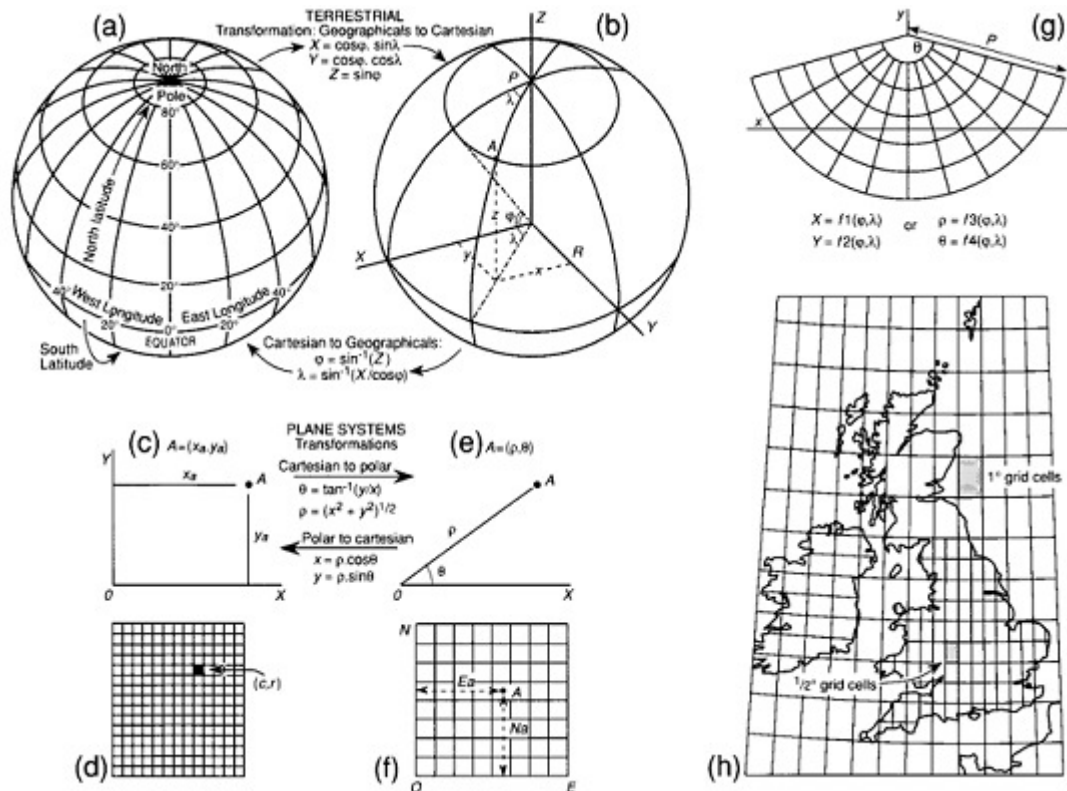


Figura 2.1: Diferentes sistemas de coordenadas. Fonte: [17]

Em ¹ são apresentados vários tipos de sistemas de coordenadas. Na Figura 2.1 (a) e (b) podem observar-se sistemas terrestres, sendo que em (a) as coordenadas geográficas são a latitude e a longitude e em (b) está representado um sistema de coordenadas cartesianas com 3 dimensões (x,y,z).

De (c) a (h) estão sistemas planos, sendo que em (c) está um sistema de coordenadas cartesianas de 2 dimensões (x,y), em (d) coordenadas *raster* (c,r) e em (e) coordenadas polares (p,theta).

Em (f) podemos observar um mapa em grelha, em (g) um *graticule* (grelha de linhas longitudinais e latitudinais) cujas coordenadas são expressas em (x,y) ou em (p,theta).

Por último, em (h), está uma representação que é um compromisso entre coordenadas geográficas e uma grelha, resultando em células numa grelha.

¹Esta secção foi escrita com base no Capítulo 10 do segundo volume de [17], escrito por Maling

Para se conseguir passar de um sistema polar para um sistema projetado ao plano existem as projeções. Uma projeção é uma transformação matemática que envolve sempre algum grau de distorção. Existem vários tipos de projeções: cilíndrica, cônica, azimutal, conformal e equidistante.

Existe também o conceito de sistema de coordenadas local, para o qual são precisos três elementos: uma origem, dois eixos e uma dimensão de unidade.

Os sistemas de coordenadas locais são usados diariamente para representar zonas de pequena dimensão como, por exemplo, mapas de parques de diversões. Diferem dos sistemas de coordenadas globais por terem a origem em qualquer parte do sistema de coordenadas global. São necessários pois são uma grande ajuda para quando percorremos uma determinada área e precisamos de nos apoiar em referências visuais para nos movimentarmos. Pegando no exemplo do mapa do parque de diversões, se ele não existisse, teríamos de ter um dispositivo GPS com uma elevada precisão e teríamos de saber as coordenadas latitudinais e longitudinais exatas de uma determinada atração do parque.

2.2 Sistemas de Informação Geográfica

Um SIG [32] permite visualizar, questionar, analisar e interpretar dados para compreender relações, padrões e tendências. Não existe uma única definição que consiga explicar o que é um SIG, visto que existe um leque abrangente de utilizadores e existem também diversas áreas de aplicação. Pode-se entender um SIG como uma ferramenta que possibilita a análise de informação com base espacial, ferramenta essa que existe através da tecnologia Informática. É constituído por uma base de dados com informação geográfica e dados georreferenciados.

Podem-se identificar três formas distintas para se utilizar um SIG: para produzir mapas, para suportar a análise espacial de fenómenos ou como um repositório de dados geográficos, com funções de armazenamento de informação espacial e de pesquisa.

Alguns exemplos de *software* SIG são, por exemplo, o ArcGIS², o QGIS³ e o VisualSIG⁴. Um exemplo de um proto SIG é o do Dr. John Snow, em 1854, para localizar a fonte causadora de um surto de cólera na zona do Soho em Londres. Foram cartografados os casos detectados, Figura 2.2, e isso permitiu a Snow localizar a fonte causadora do surto, um poço de água contaminado [10].

² <http://www.esri.com/software/arcgis/>

³ <http://qgis.org/en/site/>

⁴ <http://www.aldape.pt/visualsig/>



Figura 2.2: Cartografados casos detectados de cólera. Fonte: [10]

2.2.1 Interfaces

Uma interface de um SIG deve permitir que os utilizadores consigam completar uma tarefa de uma forma eficiente. Os estilos da interface e o uso de técnicas de geovisualização devem ir de encontro às tarefas desejadas.

Este conceito, Geovisualização, é definido em [20] por MacEachren e Kraak como um conceito que integra abordagens de diferentes áreas tais como a visualização na computação científica, cartografia, a análise de imagens, a visualização de informação, a análise exploratória de dados e os sistemas de informação geográfica para fornecer teorias, métodos e ferramentas para a exploração visual, análise, síntese e apresentação de dados geoespaciais.

Maceachren e Kraak [21] abordam um conceito que propõe a categorização de sistemas que envolvam a visualização e a interação com mapas. Esse conceito pode ser representado através de um cubo, Figura 2.3. Cada um dos lados do cubo representa uma propriedade relevante na interface da aplicação desenvolvida. São elas:

- a audiência, ou seja os utilizadores do mapa, a que a aplicação se destina, que varia desde restrita até geral. A audiência é considerada restrita quando o mapa é concebido para técnicos especializados numa área específica. É considerada geral quando o mapa é construído para o público em geral;
- o nível de interatividade, que vai desde baixo a alto. Baixo no caso de um mapa em papel em que o mapa não reage às ações realizadas pelo utilizador. Alto no caso de uma aplicação interativa que permita ao utilizador efetuar algumas ações como, por exemplo, adicionar ou remover entidades do mapa;

- os objetivos do utilizador. Com esta propriedade consegue-se classificar os mapas face ao esforço que é necessário por parte do utilizador para alcançar os seus objetivos. Se, por exemplo, o utilizador alterar o tipo de entidades apresentadas no mapa com recurso a uma legenda, o objetivo é baixo, pois apenas se está a apresentar dados que já existem. Já no caso do utilizador precisar de gerar novos tipos de dados, diz-se que para os objetivos serem atingidos, é necessária a atividade de descoberta.

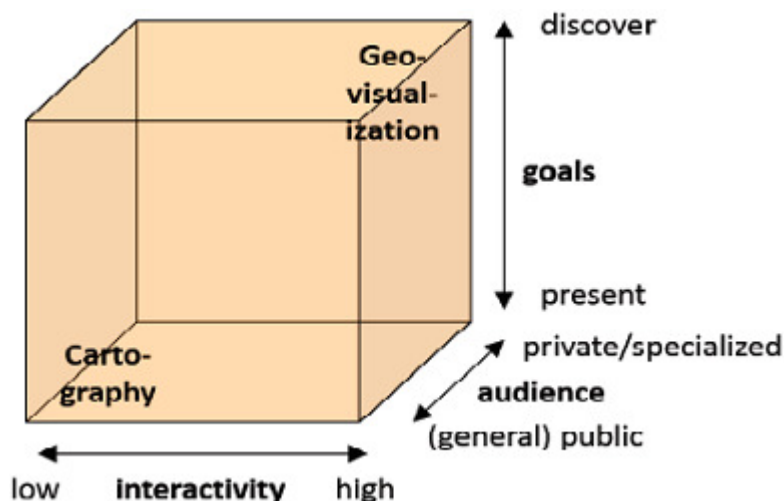


Figura 2.3: Cubo cartográfico. Fonte: [33]

Conjugando estas propriedades com a aplicação desenvolvida nesta dissertação, é possível afirmar que a audiência é restrita, tendo em conta que a aplicação terá como utilizadores finais os investigadores do LNEC que realizam observações visuais periódicas às estruturas costeiras. O nível de interatividade é alto, pois podemos adicionar entidades ao mapa, como é o caso de pontos em troços das estruturas costeiras. Por último, os objetivos do utilizador são de descoberta, uma vez que é gerada informação, como é o caso do Estado Atual, Estado de Evolução e Estado de Risco. No entanto, esta informação não tem mapeamento no mapa, mas apenas nos atributos associados às estruturas.

2.3 Normas para Dados Geográficos

No desenvolvimento de uma aplicação é importante utilizar normas, pois estas são importantes quando se usa informação que é relevante para diferentes entidades e em diferentes contextos. Neste caso, são usados dados que podem ser relevantes em termos de partilha com outras instituições nacionais e internacionais. Nesta secção são apresentadas as normas mais utilizadas em associação à representação e manipulação de informação geográfica.

O *Open Geospatial Consortium* (OGC) [1] é uma organização voluntária internacional de padrões de consenso que tem como objetivo a criação de normas (*standards*) que

incidem sobre os serviços baseados na localização e na partilha de informação geográfica através da Internet. Descrevem-se seguidamente alguns dos *standards* considerados relevantes, no contexto da manipulação, partilha e envio de informação geográfica:

- O WMS⁵ especifica como os servidores de mapas devem descrever e disponibilizar a sua informação geográfica. A especificação de contexto descreve a forma como um grupo de mapas transferidos de um ou mais servidores deve ser descrita num formato portátil e multiplataforma para armazenamento num repositório ou para transferência entre aplicações. Esta descrição é conhecida por *Web Map Context Document*, ou simplesmente, como contexto. Um documento de *Context* tem informação sobre os servidores que disponibilizaram as camadas que compõem o mapa, a área de visualização e a projeção partilhada por todos os mapas. Esta informação é a necessária para uma aplicação replicar o mapa, mas é sempre adicionada informação auxiliar para descrever os mapas e a sua proveniência;
- O WFS⁶ é um dos serviços especificados pelo OGC para acesso e manipulação de dados geográficos na *Web*. Este serviço permite o acesso a dados geográficos, independentemente da forma de armazenamento. Existem vários GIS que usam este tipo de serviços, por exemplo, o QGIS⁷;
- O WCS⁸ é um serviço que fornece comunicação eletrónica baseada na arquitetura cliente/servidor de dados geográficos. Estas informações existem sob a forma de coberturas multidimensionais, são compostas por valores ou propriedades referentes às localizações geográficas espaçadas e de forma regular através de um, dois ou três eixos de um sistema de coordenadas geográfico. Pode conter também informação temporal, regular ou irregularmente espaçada. Este serviço pode fazer o tratamento de dados modelados como geo-campos, em complemento ao serviço WFS, que trata de dados modelados como geo-objetos, isto é, representando entidades espaciais discretas e bem definidas;
- A GML⁹ é uma linguagem baseada em XML para exprimir características geográficas. Pode servir de linguagem para modelar sistemas geográficos e como um formato aberto para troca de informação geográfica;
- A KML¹⁰ é uma linguagem baseada em XML e serve para exprimir anotações geográficas e para visualizar conteúdos existentes nessa linguagem em mapas 2D e navegadores terrestres 3D.

⁵Web Map Service - <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

⁶Web Feature Service - <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>

⁷Software open source GIS que possibilita a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

⁸Web Coverage Service - <http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>

⁹Geography Markup Language - <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>

¹⁰Keyhole Markup Language - <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>

2.4 Sistemas e Dispositivos Móveis

Muitas aplicações para dispositivos móveis [19] fazem uso de mapas mas, dado que interagir com esses mapas pode ser trabalhoso, essas aplicações são muitas vezes difíceis de usar. Uma das questões importantes é a localização do utilizador, que está diretamente relacionada com a aplicação. Faz sentido centrar os mapas na localização do utilizador, para fornecer uma visão a partir da localização do utilizador em vez de uma visão mais abrangente [18, Cap. 11].

Looije *et al.* [19] afirmam que os dispositivos móveis apresentam um número de problemas de usabilidade que podem ser divididos em desafios técnicos, ambientais e sociais.

Os desafios técnicos são, por exemplo, a duração da bateria, a conectividade de rede e a dimensão do ecrã que serão melhor abordados na Secção 2.4.2.

Os desafios ambientais são diversos e incluem a temperatura, condições de luz, o ruído, a distração, a mobilidade do utilizador, as limitações cognitivas e fisiológicas do utilizador, a competição pela atenção de outras tarefas e a necessidade de manipular outros objetos que não o dispositivo móvel. Estes desafios ambientais são inerentes à interação móvel. Normalmente, quando se concebe um produto sabe-se o ambiente no qual ele vai ser utilizado. Com os dispositivos móveis, o utilizador pode não só usá-lo em ambientes diferentes, como pode também estar sentado, a caminhar ou simplesmente em pé enquanto está a usar o dispositivo. A usabilidade é muito influenciada por esses diversos modos de atividade do utilizador e pelo ambiente, que está em constante mudança.

Já os desafios sociais incluem questões de privacidade, aceitação, adoção, conforto e personalização. Quando a tecnologia avança e a privacidade pode ser melhor garantida, as pessoas estão mais confortáveis e receptivas face aos dispositivos móveis. A personalização também pode melhorar o conforto e aceitação dos dispositivos móveis. Esta pode ser feita pelo utilizador ou pode ocorrer automaticamente. Quando uma interface se adapta automaticamente é chamada de adaptativa. Interfaces adaptativas podem diminuir o número de desafios sociais e ambientais.

Para se conseguir melhorar a usabilidade dos mapas em dispositivos móveis existem algumas técnicas úteis como, por exemplo, o *panning*. Dada a limitação a nível da dimensão do ecrã, poder "arrastar" o mapa para nos focarmos numa outra zona é bastante útil. A possibilidade de fazer *zoom* para se aproximar ou afastar a partir de um determinado ponto é também crucial para se conseguir visualizar melhor alguma entidade ou para ter uma visão mais abrangente do mapa. O nível de detalhe para se mostrar um mapa num ecrã de um dispositivo móvel é também muito importante, dado que num ecrã pequeno não se consegue mostrar muita informação.

2.4.1 Vantagens

Desde o surgimento dos dispositivos móveis até aos dias de hoje estes têm vindo a melhorar nos mais diversos aspectos. Essa evolução reflete-se na resolução do ecrã dos dispositivos que tem vindo a aumentar, no aumento da memória, no aumento do poder de processamento e ainda numa melhoria ao nível das redes de comunicação.

Isto leva a que seja possível colocar mais informação e representações de objetos no ecrã do dispositivo com um detalhe cada vez mais preciso. Faz também com que estes dispositivos possam processar tarefas que antes só eram processadas em sistemas de maior escala. Uma grande vantagem que estes dispositivos proporcionam é a mobilidade que permitem e o acesso à informação em qualquer lugar, mediante o acesso à Internet caso tal seja necessário.

2.4.2 Desvantagens e Limitações

Apesar das vantagens abordadas na Secção 2.4.1, os dispositivos móveis apresentam também algumas desvantagens, principalmente se os compararmos com computadores fixos.

Segundo Hampe e Paelke [12], os dispositivos móveis devem ser tidos em consideração para a cartografia digital. Apesar de este artigo ser antigo, existem alguns fatores que não são tão propícios de evoluir com o passar dos anos e que podem limitar o utilizador como é o caso da reduzida dimensão do ecrã.

A dimensão do ecrã é de facto uma limitação muito importante a ser tida em conta, pois pode originar problemas de visualização de informação. Apesar da resolução do ecrã estar constantemente a melhorar com o passar do tempo, a dimensão do mesmo nunca será como a dimensão de um ecrã de uma plataforma fixa.

Outra desvantagem dos dispositivos móveis é a limitada capacidade de comunicação, dado que a placa de rede apresenta um reduzido alcance, impossibilitando assim a utilização de redes sem fios no terreno. Com isto, a única hipótese que sobra é a utilização de redes móveis, mas estas apresentam planos de dados limitados e muitas vezes com pouca largura de banda, o que leva a que seja necessário reduzir ao máximo a quantidade de dados a transmitir.

Por último, um dos fatores mais importantes e muito limitativo nos dispositivos móveis é a bateria [18, Cap.11]. A capacidade destas pode ter vindo a aumentar, contudo os dispositivos móveis atualmente consomem muito mais bateria do que os dispositivos móveis de há uns anos atrás dado o aumento na potência do processador e o facto do ecrã ter vindo a aumentar de dimensão e possuir resoluções superiores, o que contribui para um rápido consumo da bateria. Uma aplicação interativa que inclua a manipulação de um mapa requer na maior parte das vezes uma ligação à Internet e de capacidades de localização (por GPS ou via rede 3/4G), o que leva ao consumo da bateria. Além disso, para se ter o mapa e a sua informação associada à disposição do utilizador o ecrã do dispositivo precisa de estar sempre ligado, o que se agrava ainda mais caso seja necessário que o ecrã esteja com uma luminosidade alta, devido à incidência da luz solar no ecrã, por

exemplo. Estes fatores, principalmente em conjunto, levam a um gasto muito grande da bateria dos dispositivos, o que leva a que o utilizador não possa estar a usar a aplicação por muito tempo.

2.4.3 Adaptação ao Dispositivo

Quando se fala em adaptação ao dispositivo por parte de um *Website* é comumente referido o conceito de *Responsive Web Design*. Em [28] Hard *et al.* definem esse mesmo conceito como sendo o nome dado a um conjunto de técnicas aplicadas ao nível do *layout*, de modo a permitir que o próprio *Website* se adapte a qualquer dispositivo ou dimensão de ecrã.

Essas técnicas são, por exemplo, o *Flexible Grid*, que consiste em criar um *layout* em que todos os elementos tem a sua dimensão calculada através de percentagens e com isso todos os elementos possuem uma dimensão reajustável entre cada outro. Outro exemplo são as *media queries* que ao serem usadas permitem adaptar o que é apresentado consoante, por exemplo, a largura do ecrã.

O motivo porque o *Responsive Web Design* existe é o facto da utilização dos dispositivos móveis estar a crescer a um ritmo enorme. Os seus objetivos são vários: adaptar o *layout* para se ajustar aos diferentes tamanhos de ecrã, que vão desde *wide-screen desktops* a ecrãs pequenos de *smartphones*, redimensionar imagens para se ajustarem à resolução do ecrã, simplificar os elementos das páginas para o uso nos dispositivos móveis, esconder elementos não necessários em ecrãs mais pequenos, fornecer *links* e botões maiores e de mais fácil utilização para o utilizador de um dispositivo móvel e também detetar e reagir a características móveis tais como a geolocalização e a orientação do dispositivo.

Ethan Marcotte [22] afirma que para se criar um *responsive design* são necessários três ingredientes: um *layout* flexível, imagens e *media* flexíveis e *media queries*, um módulo do CSS3.

2.5 Sistemas Baseados no Contexto

O contexto possui atualmente uma função muito importante na área da informática. Sarjakoski e Sarjakoski, em [29], definem contexto como qualquer informação que possa ser utilizada para caracterizar o envolvimento de uma entidade, seja ela uma pessoa, uma localização ou até um objeto. Os mesmos autores criaram duas categorias de sistemas:

- **Sistemas Adaptáveis:** são sistemas que fornecem ao utilizador ferramentas que permitem personalizar o sistema. Assim o utilizador tem o controlo do processo de adaptação podendo, por exemplo, personalizar os atalhos do teclado ou escolher os ícones que aparecem na barra de tarefas;
- **Sistemas Adaptativos:** estes sistemas ajustam-se automaticamente de modo a ir ao encontro das necessidades do utilizador. Para tal estes sistemas alteram os elementos

da interface ou até mesmo o comportamento do sistema à medida que o utilizador vai usando a aplicação.

2.6 Infraestruturas Portuárias

Os portos¹¹, Figura 2.4, são locais onde é preferida uma agitação marítima reduzida, por forma a possibilitar as operações de acostagem, carga e descarga de navios e também para garantir a segurança dos próprios navios acostados. Inicialmente os portos foram instalados em zonas naturalmente abrigadas como, por exemplo, baías, estuários e zonas protegidas por cabos, ilhas ou restingas (espaço geográfico de vegetação litorânea em solos formado sempre por depósitos arenosos paralelos à linha da costa).

Os portos podem ser classificados consoante o tipo, a localização, utilização e dimensão. Quanto ao tipo podemos destacar três tipos de portos:

- **naturais** - os portos naturais são aqueles em que são desnecessárias ou de pouca importância as obras de melhoramento para garantir o abrigo do porto e o acesso aos postos de acostagem visto que as condições naturais já os garantem;
- **artificiais** - são aqueles em que é necessária a construção de obras de melhoramento do abrigo e das condições de acesso do navio aos postos de acostagem;
- **semi-naturais** - os portos deste tipo localizam-se numa enseada ou então estão protegidos por promontórios em ambos os lados, sendo que apenas é necessário garantir uma proteção artificial na sua entrada.



Figura 2.4: Exemplos de portos. Fonte: [8]

A nível da localização podemos classificar os portos de quatro modos:

- **portos exteriores** - situam-se diretamente na costa;
- **portos interiores** - situam-se em estuários, lagunas ou no interior de deltas;

¹¹A informação apresentada nesta secção foi retirada do *powerpoint* [8] fornecido pelo LNEC

- **portos mistos** - podem ser interiores ou exteriores;
- **portos ao largo** - situam-se distantes da costa. Podem não ter sequer obras de abrigo.

Em relação à utilização dos portos, o que é tido em conta é a carga movimentada e o equipamento utilizado nessa movimentação. Podemos então distinguir entre portos de carga geral e portos especializados. Um porto de carga geral é um porto que movimenta carga acondicionada em qualquer tipo de invólucro como, por exemplo, sacas, fardos, barris, caixas, bobinas, entre outros, em pequenas quantidades. Existe uma tendência geral de modularização dessas cargas recorrendo a contentores.

Já os portos especializados movimentam predominantemente determinado tipo de cargas como granéis sólidos ou líquidos. Podem também ser especializados apenas para contentores, para pesca, de recreio (marinas) e militares (bases navais).

Os portos são compostos por vários componentes:

- obras de proteção (quebra-mares, molhes e outros);
- canal de acesso e de navegação;
- bacia de manobra;
- estruturas de acostagem - para atracar navios, transferir passageiros e movimentar e armazenar mercadorias;
- instalações de terra.

No contexto desta dissertação, o mais importante destes componentes são os quebra-mares.

Estes dividem-se em três tipos: quebra-mares de taludes, quebra-mares verticais e quebra-mares mistos. Um quebra-mar é um obstáculo que reduz a ação das ondas na zona abrigada por essa estrutura. A ação da onda é reduzida através de uma combinação de reflexão e de dissipação da energia da onda incidente. Tem os seguintes objetivos:

- possibilitar a atracação de navios e a segurança das operações de carga e descarga de navios;
- proteger as instalações portuárias;
- ajudar no controlo da sedimentação, ao guiar as correntes e criando áreas com diferentes índices de agitação;
- proteger tomadas de água de centrais termoelétricas e proteger a linha de costa contra a ação de tsunamis.

2.6.1 Quebra-mar de Talude

Os quebra-mares de talude¹² são as estruturas de proteção portuária mais comuns que existem em Portugal e sobre as quais se assume a necessidade de obras de manutenção ou reparação durante a sua vida útil. Um quebra-mar de talude tem uma forma trapezoidal cujos lados possuem inclinações do talude natural dos enrocamentos. Possui um núcleo de materiais soltos indiferenciados que é protegido por uma ou mais camadas de material, também solto, mas cujo peso é mais selecionado, de enrocamento (maciço composto por blocos de rocha compactados) ou elementos artificiais de betão. É de fácil construção e manutenção. É eficiente na dissipação da energia das ondas.

A nível de componentes este tipo de estrutura é composta por um núcleo de material mais fino, que impede a transmissão de ondas e de sedimentos através do quebra-mar, um manto protetor com blocos grandes para resistir a deslocamentos provocados pelas forças que se devem às ondas, camadas de filtro que impedem a lavagem através do manto protetor do material mais fino do núcleo, um pé de talude que apoia a parte inferior do manto protetor e uma superestrutura com muro cortina que reduz o galgamento e permite o acesso de veículos bem como a instalação de infraestruturas, por exemplo, condutas.

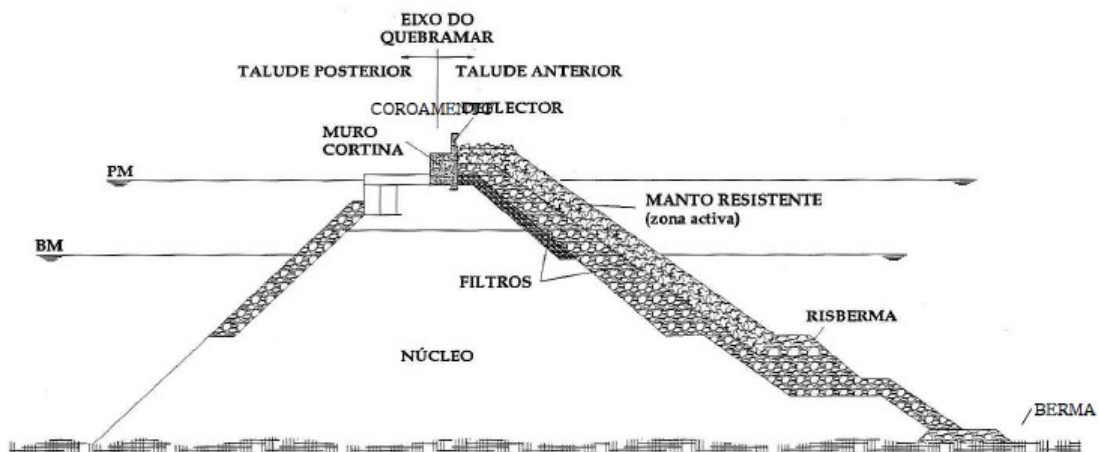


Figura 2.5: Quebra-mar de Talude. Fonte: [8]

2.6.2 Quebra-mar Vertical

Um quebra-mar vertical é uma estrutura de paredes verticais. Enche-se um caixotão de betão com areia e coloca-se o mesmo sobre uma camada de aterro que serve para regularizar a fundação (colchão de enrocamento sobre o qual se assentam caixotões ou blocos, normalmente de betão). É formado por uma parede vertical impermeável onde a onda é refletida para o largo. A sua vantagem reflete-se na economia de material [8].

¹²O conteúdo desta secção foi retirado do *powerpoint* [8] e do documento [13], ambos fornecidos pelo LNEC

2.6.3 Quebra-mar Misto

Um quebra-mar misto é uma estrutura de paredes verticais colocada sobre um aterro (mais alto do que a camada de regularização utilizada com as estruturas de paredes verticais) [7].

2.6.4 Seleção do Tipo de Quebra-mar

Um quebra-mar de talude¹³ dissipa a energia dos estados de agitação incidentes. Já os quebra-mares verticais refletem para o largo a energia dos estados de agitação incidentes. A escolha é feita tendo em conta a disponibilidade de enrocamento, a profundidade, a onda de projeto e a condição de fundação.

Face aos custos para proteção contra a erosão em fundos móveis, os quebra-mares verticais raramente são utilizados neste tipo de fundos. O volume e o preço das obras de proteção aumentam com a profundidade da zona onde estão implantadas e cresce mais devagar para os quebra-mares verticais do que para os quebra-mares de taludes, o que leva a que sejam utilizados quebra-mares verticais ou mistos em zonas de maior profundidade. Os quebra-mares verticais requerem menos material e menos enrocamento de grande dimensão do que os quebra-mares de taludes, sendo assim preferidos quando existe falta destes materiais.

2.6.5 Necessidade de Avaliação das Estruturas

Os quebra-mares de talude¹⁴ são estruturas face às quais se assume um grande risco na fase de projeto. Isso deve-se ao grau de incerteza associado às próprias solicitações e às características dos materiais que são utilizados na sua construção.

É um risco que pode ser assumido, já que uma possível rotura, por norma, não está associada a perda de vidas humanas. Contudo, os prejuízos materiais costumam ser muito elevados.

Posto isto, durante o período de vida útil da estrutura, são necessárias obras de reparação sempre que sejam excedidas as condições ao nível das solicitações consideradas no projecto, e, de manutenção, face ao estado de fadiga das peças e dos materiais envolvidos na construção. Para se realizar essas intervenções em tempo útil e com o menor custo possível, torna-se recomendável uma observação e avaliação sistemática das obras. Estes processos são normalmente morosos e implicam a deslocação dos investigadores ao local e a comparação com situações anteriores.

2.6.6 Avaliação do Estado de Risco e de Evolução

Em concreto sobre a avaliação que é feita às estruturas costeiras pelos investigadores do LNEC, existe um grau calculado em relação a uma estrutura, que a classifica em relação à

¹³O conteúdo desta secção vem do *powerpoint* [8]

¹⁴Esta secção foi escrita com base no documento [26]

carência de intervenções (Estado de Risco) a fim de permitir selecionar quais as estruturas que devem ser alvo de obras de manutenção ou de reparação. Este Estado é obtido a partir do Estado Atual e do Estado de Evolução.

O grau vai de 0 a 4, sendo 0 correspondente a "sem risco aparente", 1 corresponde a "baixo risco (observação atenta)", 2 corresponde a "risco moderado (reparação aconselhável)", 3 corresponde a "alto risco (reparação urgente)" e por fim 4 que corresponde a "destruição" [14].

Já o Estado de Evolução é calculado em função do Estado Atual e da soma do Estado Atual com o estado anterior, ou seja, o grau que o troço da estrutura apresentava numa data anterior. O valor para o Estado de Evolução varia entre 0 e 5, sendo 0 correspondente a "Não se detectou qualquer evolução; As condições permanecem inalteráveis", 1 corresponde a "Evolução muito ligeira, pode ser considerada insignificante", 2 corresponde a "Evolução ligeira, processa-se a velocidade reduzida mas existe e é visível", 3 corresponde a "Evolução acentuada; Muitas diferenças relativamente a observações anteriores", 4 corresponde a "Evolução muito acentuada; Diferenças significativas relativamente a observações anteriores" e 5 corresponde a "Foi atingida a destruição do elemento em observação".

2.7 Conclusão

Este capítulo começou por abordar alguns conceitos relevantes para o tema da dissertação tais como a cartografia digital, os SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e os mapas, passando pelas funcionalidades que os mesmos podem proporcionar e os vários tipos de sistemas de coordenadas que existem.

Na Secção 2.4 foram abordados os dispositivos móveis e a adaptação ao dispositivo. Estes dispositivos apresentam várias limitações, o que acaba por influenciar o desenho da aplicação. A adaptação ao dispositivo revelou-se muito importante no contexto do sistema desenvolvido, dada a necessidade de que a aplicação tivesse uma interface adaptada consoante se esteja a aceder à mesma através de um dispositivo móvel, como por exemplo, um *tablet* ou através de uma plataforma fixa.

Na Secção 2.5 foi feita uma apresentação de duas categorias de sistemas baseados no contexto, os sistemas adaptáveis e os sistemas adaptativos. Os sistemas adaptáveis não conseguem fornecer uma experiência de utilização tão boa como os sistemas adaptativos dado que os sistemas adaptáveis só começam o processo de adaptação após o utilizador dar ordem para tal. Já os sistemas adaptativos reagem prontamente no caso de ocorrerem mudanças no contexto envolvente. O sistema desenvolvido enquadra-se na categoria dos sistemas adaptativos, visto que adapta a interface com base na localização e no dispositivo.

Na Secção 2.6 foi feita uma apresentação de infraestruturas portuárias, começando por definir um porto e destacando os três tipos de portos existentes: naturais, artificiais e semi-naturais. Foram depois descritos os vários componentes que constituem um porto, abordando mais aprofundadamente os quebra-mares que são os mais importantes no

contexto da dissertação e também o que leva à necessidade de observação e avaliação destas estruturas.

As normas que foram descritas na Secção 2.3 não foram utilizadas, uma vez que o LNEC não contempla nenhuma daquelas normas nos dados das estruturas.

TRABALHO RELACIONADO

Este capítulo começa por apresentar, na Secção 3.1, exemplos de sistemas geográficos na *Web*.

Na Secção 3.3 é apresentada a aplicação ANOSOM, aplicação usada até ao momento pelos investigadores do LNEC para armazenarem dados referentes às estruturas costeiras, focando mais em detalhe sobre algumas tabelas da base de dados dessa mesma aplicação.

Por último, na Secção 3.4, é feito um sumário do capítulo e é explicado de que forma o que foi apresentado contribuiu para o trabalho desenvolvido.

3.1 Sistemas Geográficos na *Web*

Nesta secção serão apresentados sistemas geográficos na *Web*, sendo que na Secção 3.1.1 estão sistemas geográficos relacionados com várias questões excepto com estruturas/zonas costeiras. Na Secção 3.1.2 estão sistemas geográficos que estão relacionados com estruturas/zonas costeiras.

3.1.1 Exemplos de Sistemas

Pena-Mora *et al.*, em [6], apresentam uma aplicação para avaliação dos danos em edifícios aquando de um desastre. Essa aplicação é baseada num SIG e suportada por algoritmos de tomada de decisão. Foi desenvolvida para priorizar esforços de resposta a desastres incluindo rotas para os primeiros socorristas e engenheiros, para fornecer água, comida e medicamentos às pessoas que necessitem e para ajudar na tomada de decisão relativamente aos esforços de procura e salvamento. A partir de um navegador *Web*, as pessoas responsáveis pelas decisões podem aceder a dados da área em questão.

O sistema de avaliação de edifícios conecta-se a um SIG externo de gestão de recursos para pedir recursos necessários às operações de procura e salvamento. Dentro desse SIG

estão implementados dois componentes principais. Primeiro, o portal de repositório de recursos de emergência, que é um serviço de base de dados geográfico baseado na *Web*. Este fornece acesso a informação de recursos para as pessoas responsáveis pela tomada de decisões, quer estejam presentes no local em questão ou não. Segundo, um sistema automático de gestão de recursos fornece um serviço automático para definir rotas para as operações de alocação de recursos.

Sextos *et al.*, em [31], apresentam um sistema que faz a gestão conjunta dos dados recolhidos durante a avaliação de edifícios pré e pós terramoto de uma dada cidade e de um sistema de base de dados que consegue auxiliar as autoridades locais na tomada de decisões para mitigar risco sísmico.

O sistema combina os valores de vulnerabilidade obtidos, antes do terramoto, com o nível de danos reais observados, também quantificáveis, após o terramoto. Com isto consegue-se atualizar os fatores de peso propostos pelos peritos para os vários parâmetros estruturais que afetam a avaliação da vulnerabilidade. A confiabilidade dos dados recolhidos é melhorada através da introdução de verificações lógicas internas de erros, com recurso à base de dados, para detetar potenciais controvérsias nos dados à medida que estes são introduzidos no sistema. O facto de se utilizar este sistema elimina o tempo que seria necessário para digitalizar os dados, pois estes são introduzidos diretamente em computadores de bolso ou telemóveis de última geração que permitem o preenchimento eletrónico de formulários e cujos dados ficam imediatamente guardados na base de dados.

Em [24] é apresentado por Mathiyalaga *et al.* um *WebGIS* para os pântanos da Florida. Dado o interesse ambiental e político nesses pântanos, surgiu então a necessidade de haver um repositório centralizado e um mecanismo para partilhar dados geoespaciais, informação e mapas dos pântanos da Florida e dos ecossistemas agrícolas adjacentes. Para desenvolver o sistema foi usado o *software* comercial ArcIMS, o qual foi estendido recorrendo a uma base de dados em MSAccess, Java, Visual Basic e ASP.

Esta ferramenta *Web-based* facilita a partilha de dados globalmente e fornece aos utilizadores finais uma solução que reduz custos para aceder a conjuntos de dados espaciais atualizados e personalizados para um tópico em específico.

3.1.2 Exemplos de Sistemas para Zonas Costeiras

Ana Pires *et al.* [27] apresentam um projeto de monitorização interativo baseado em SIG para a zona costeira de Espinho, Figura 3.1. Este sistema de informação representa o estado real da linha costeira de Espinho, assim como o estado de degradação das estruturas de proteção costeira existentes. Isto inclui uma representação espacial de todos os quebra-mares e paredões de Espinho. Armazena também todos os elementos relevantes, especificações e fotografias obtidas durante o processo de recolha de informação. Resumidamente, reúne dados específicos sobre as seguintes questões: 1 - identificação de estruturas de proteção costeira; 2 - condição atual das estruturas de proteção costeira com *hiperlinks* para fotografias; 3 - uma avaliação geotécnica das estruturas de protecção

costeira, incluindo patologias observadas e indicações sobre a eventual necessidade de futuros reparos; 4 - especificações técnicas, tais como o tipo de estruturas, o tipo, localização, ano de construção, comprimento e volume de blocos utilizados na construção, assim como os seus custos.

O sistema de informação, desenvolvido em ambiente SIG, é útil para a acumulação a longo prazo de dados da zona costeira, enquanto permite uma fácil e precisa medição e previsão do deslocamento da zona costeira. Assim consegue-se facilmente prever os deslocamentos da linha costeira com o passar dos anos e é possível identificar as principais áreas de erosão e acreção¹.

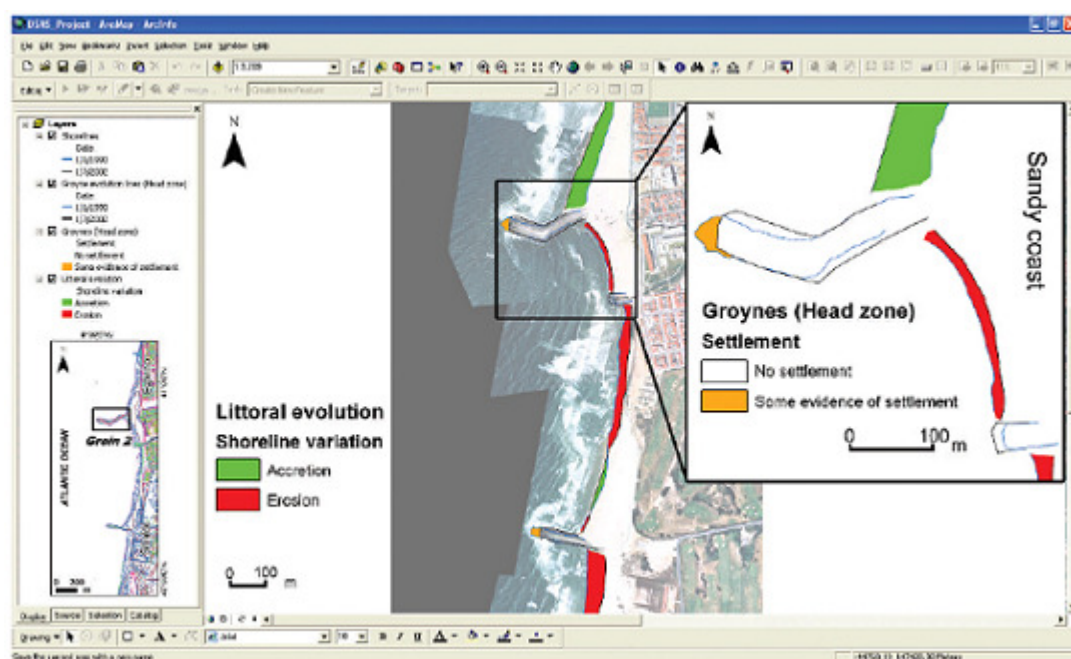


Figura 3.1: Assentamento de um quebra-mar. Fonte: [27]

Ron Li *et al.*, [16], apresentam um sistema costeiro de tomada de decisões que foi desenvolvido e melhorado através da adição de um subsistema móvel baseado em PDA que utiliza GPS, comunicações *wireless*, e tecnologias SIG baseadas na *Web*. Com este subsistema, um utilizador é capaz de localizar a posição exata das estruturas costeiras recorrendo ao GPS e de aceder a dados costeiros que estão num servidor remoto a partir do local em que está através de comunicações *wireless*. É também apresentado um sistema de "consciência" de erosão baseado na Internet que foi implementado para utilização em *Painesville, Ohio*. Os residentes serão capazes de aceder a esse sistema para os ajudar em determinadas atividades, tais como a compra ou venda de uma casa, ou a construção de estruturas de proteção de erosão, enquanto têm em consideração informações de alteração costeira. Os líderes comunitários locais podem usá-lo para o planeamento de atividades comunitárias.

¹processo pelo qual o tamanho de algo aumenta gradualmente devido à adição constante de partes menores

Além disso a ferramenta baseada em SIG oferece uma forma fácil e útil de lidar com grandes conjuntos de dados e, mais importante ainda, de visualizar os dados de uma forma que facilita a rápida percepção do estado das estruturas e, por conseguinte, o processo de tomada de decisão.

Em [23] Nuno Marujo *et al.* apresentam o SIMOM, um Sistema de Informação para a Monitorização de Obras Marítimas que inclui:

- base de dados com informação sobre as estruturas costeiras, sejam elas quebra-mares, molhes ou terminal de contentores;
- interface SIG com georreferenciação das obras de proteção costeira;
- integração com dispositivos móveis permitindo assim o preenchimento das fichas de inspeção no próprio local onde é feita a observação da obra.

As funcionalidades do sistema são:

- possibilidade de caracterizar obras marítimas;
- organização documental da obra nas suas diferentes fases evitando a duplicação de informação;
- centralizar a informação e facilitar o acesso à obra de acordo com os privilégios do utilizador;
- possibilitar a avaliação do estado da estrutura com base nas fichas de inspeção determinadas;
- possibilitar o registo de sugestões de intervenção assim como as intervenções sobre a estrutura;
- possibilitar a consulta da informação no contexto espacio-temporal.

3.2 Representação de Dados Relativos a Estruturas Costeiras

Não foram encontradas normas para dados de estruturas costeiras, sejam elas quebra-mares, molhes, portos, etc. Contudo, existe uma base de dados designada ANOSOM que foi desenvolvida com vista a armazenar a informação recolhida nas campanhas de inspeção visual levadas a cabo pelo LNEC, base de dados essa que será melhor descrita na Secção 3.3. Essa base de dados foi utilizada no âmbito da tese.

3.3 ANOSOM

A informação constante desta secção foi retirada de Lemos e Santos, 2007 [14]. A primeira versão da base de dados ANOSOM (ANálise de Observação Sistemática de Obras Marítimas) foi desenvolvida em 1995, com o objetivo de guardar toda a informação recolhida nas campanhas de inspeção visual a estruturas costeiras realizadas pelo LNEC e também com o intuito de fazer o diagnóstico dos problemas apresentados por cada uma das estruturas que foram inspecionadas nas mesmas campanhas. O principal objetivo da aplicação ANOSOM é a realização do diagnóstico das estruturas, a fim de definir a necessidade de obras de manutenção/reparação das mesmas.

Tendo em conta a importância da informação qualitativa em relação à deterioração dos materiais dos elementos do perfil do quebra-mar que só se consegue obter com a inspeção visual deste tipo de estruturas, foi decidido que a base de dados ANOSOM deveria conter informação recolhida nas campanhas de inspeção visual, para além da informação obtida nos levantamentos da envolvente do perfil.

Posto isto, as funcionalidades básicas da aplicação são:

- Inserção, correção e eliminação de dados;
- Processamento dos dados inseridos tendo em vista o diagnóstico da estrutura.

Já nos dados a editar foram identificadas três grandes categorias:

- Dados da estrutura, dos quais fazem parte os dados relativos à divisão conceptual da mesma em troços, a caracterização dos elementos da envolvente do perfil de cada um desses troços e as datas de realização de obras de reparação/manutenção nesses mesmos troços;
- Dados das campanhas de inspeção visual, onde se inclui o conteúdo dos formulários de inspeção visual e também as fotografias tiradas durante aquelas campanhas;
- Dados dos levantamentos da envolvente da estrutura, contendo as coordenadas dos pontos levantados e a superfície da envolvente definida numa malha regular, obtida utilizando o programa SURFER².

Tendo em conta o volume de informação associado, quer às fotografias que se obtém nas inspeções visuais, quer aos dados da envolvente do perfil, e a utilização pretendida para esta informação fazem com que seja mais razoável guardar na base de dados o caminho até aos ficheiros respectivos ao invés de incluir a totalidade dessa informação diretamente na base de dados.

O processamento dos dados das inspeções visuais permite:

²<http://www.goldensoftware.com/products/surfer>

- Classificar o Estado Atual dos elementos do perfil de cada um dos troços da estrutura;
- Realizar o diagnóstico daqueles elementos do perfil.

Enquanto a determinação do Estado Atual dos elementos do perfil, ou o estado dos mesmos observado numa dada inspeção, implica apenas a conversão em números das opiniões do observador acerca dos vários itens inspecionados e o cálculo de uma média ponderada envolvendo esses números, a realização do diagnóstico implica, além do cálculo desta média em duas inspeções distintas, a identificação da inspeção realizada em data considerada relevante face à data a que se refere o diagnóstico.

Na Figura 3.2 está o diagrama de entidades e relações da base de dados relacional que foi então criada.

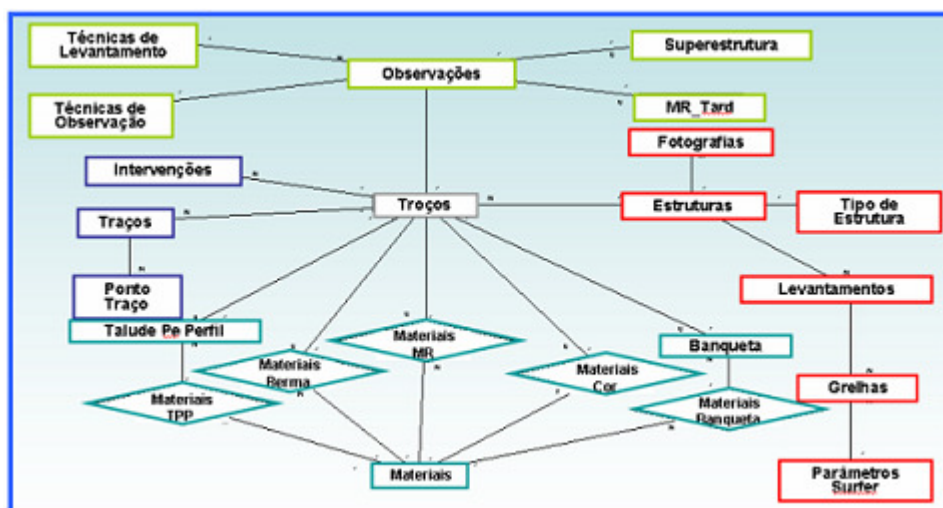


Figura 3.2: Diagrama de entidades e relações da base de dados ANOSOM. Fonte: [14]

Pode-se ver que a tabela com os dados dos troços dos quebra-mares é a peça fundamental em torno da qual a informação está organizada. Posto isto, apesar do troço estar inserido numa estrutura, em torno da tabela com os dados da estrutura, para além da tabela "Troços", apenas se tem a tabela com a classificação do "Tipo de Estrutura", a tabela com as ligações para as "Fotografias" que são conseguidas durante as inspeções visuais e a tabela que possui as ligações aos ficheiros com os dados dos "Levantamentos" da envolvente da estrutura cujo âmbito é obviamente a totalidade da estrutura e nunca o troço apenas.

Falando mais aprofundadamente sobre algumas das tabelas mais relevantes da base de dados, temos a tabela "Materiais", Figura 3.3, que lista os vários materiais que são utilizados na construção de uma dada estrutura, bem como as principais características físicas dos mesmos. Esta mesma tabela está ligada a cada uma das outras tabelas de materiais constituintes dos elementos do quebra-mar, as quais descrevem o modo como os materiais são dispostos em cada um desses elementos.

The image shows two screenshots of database tables. The top screenshot is titled 'Materiais : Table' and the bottom one is 'Materiais_MantoResistente : Table'. Both are presented as tables with columns for Field Name, Data Type, and Description.

Field Name	Data Type	Description
CodMaterial	AutoNumber	Codigo do Material
Tipo de Material	Text	Tipo do Material
Peso	Text	Peso do Material
Densidade	Text	Densidade do material
Natureza	Text	Natureza do material

Field Name	Data Type	Description
CodTroco	Number	Codigo do Manto Resistente
CodMaterial	Number	Codigo do Material utilizado no Manto Resistente
Disposicao	Text	Disposicao do Material
Quantidade	Number	Quantidade de material utilizado

Figura 3.3: Tabela Materiais e Materiais do Manto Resistente de um troço de um quebra-mar. Fonte: [14]

A tabela "Estruturas" armazena a informação geral sobre cada um dos quebra-mares como se pode ver na Figura 3.4.

The image shows a screenshot of a database table titled 'Estruturas : Tabela'. It is presented as a table with columns for Nome do campo, Tipo de dados, and Descrição.

Nome do campo	Tipo de dados	Descrição
CodEstrutura	Numeração automática	Codigo da Estrutura
CodTipo	Número	Codigo do Tipo de Estrutura
NomeEstrutura	Texto	Nome da Estrutura
Localizacao	Texto	Localização da referido estrutura
Ano de Construcao	Número	Ano de Construção
Observacoes	Memo	

Figura 3.4: Tabela Estruturas. Fonte: [14]

Já a tabela "Troços", ver Figura 3.5, guarda toda a informação relativa à caracterização física de cada um dos troços de cada quebra-mar. Um troço de um quebra-mar tem apenas um código de troço correspondente.

Nome do campo	Tipo de dados	Descrição
CodTroco	Número al	Código que identifica cada Troço
CodEstrutura	Número	Código da Estrutura
NomeTroco	Texto	Nome do Troço
Zona	Texto	Zona a que o troço pertence: cabeça ou corpo
Comprimento	Número	Comprimento do Troço
Largura	Número	Largura do Troço
ProfundidadeMaxima	Número	Profundidade máxima do Troço
ProfundidadeMinima	Número	Profundidade mínima do Troço
Coordenada M1	Número	Coordenada M1 de início do Troço, tendo como origem a Terra
Coordenada P1	Número	Coordenada P1 de início do Troço, tendo como origem a Terra
Coordenada M2	Número	Coordenada M2 de início do Troço, tendo como origem a Terra
Coordenada P2	Número	Coordenada P2 de início do Troço, tendo como origem a Terra
Tipo	Texto	Tipo do Coroamento
Cota de Coroamento	Número	Cota de Coroamento
Cota de Fundacao	Número	Cota de Fundacao do Coroamento
Largura de Coroamento	Número	Largura de Coroamento
Deflector	Sim/Não	Deflector, pode ou não existir
Cota do PIMC	Número	Cota do Passadico interior ao muro cortina, existe se existe deflector
Inclinacao	Texto	Inclinacao do Manto Resistente
Cota Superior	Número	Cota Superior do Manto Resistente
Cota Inferior	Número	Cota Inferior do Manto Resistente
CotaBC	Número	Cota da Berma de Coroamento
LarguraBC	Número	Largura da Berma de Coroamento

Figura 3.5: Tabela Troços. Fonte: [14]

A tabela "Obs_Visual" contém todos os dados que são recolhidos em cada campanha de observação visual para cada troço de cada quebra-mar. Já a tabela "Observações" contém dados mais genéricos relativamente à campanha de observação em causa.

A tabela "Intervenções" guarda a informação relacionada com as obras que um dado troço sofre durante a sua vida útil. Uma intervenção pode ter o objetivo de repor o estado inicial da obra após um temporal ou o objetivo de alterar a sua configuração e/ou materiais utilizados. A data de uma intervenção é muito importante, pois passará a ser a data de referência em termos de determinação do Estado de Evolução e Estado de Risco do quebra-mar, visto que não faz sentido fazer comparações com datas anteriores às obras efetuadas.

Anualmente, é elaborado um relatório informativo sobre o estado em que as estruturas se encontram (Estado Atual), sobre o modo como eventuais estragos têm evoluído (Estado de Evolução) e sobre o consequente Estado de Risco associado a cada obra. Com base nestes elementos e ainda em outros factores, tais como, a importância relativa da estrutura, o tipo de ruína esperado e os custos associados a um eventual colapso da obra, são recomendadas as medidas consideradas mais adequadas, que poderão passar por empreitadas de reparação [26].

3.4 Conclusão

No início deste capítulo, Secção 3.1, foram apresentados alguns sistemas que têm por base um *WebGIS*, sendo que alguns permitem a estruturação de informação relativa a danos em edifícios, não retratando zonas costeiras, ao passo que outros são precisamente para armazenar informação de estruturas costeiras.

Na Secção 3.3 foi apresentada a aplicação ANOSOM, cuja base de dados assume uma grande importância no sistema desenvolvido dado que esta contempla os dados que caracterizam os troços das estruturas, os materiais utilizados, as observações que são feitas durante as inspeções visuais, etc.

O projeto desenvolvido revela bastantes semelhanças com o sistema apresentado por Ana Pires *et al.* [27]. Contudo o sistema que foi estudado é mais restritivo. Fornece uma representação espacial de todos os quebra-mares e paredões, mas apenas da linha costeira de Espinho. Permite avaliar a condição atual das estruturas de proteção costeira através de fotografias e aceder a informações como, por exemplo, a localização, o ano de construção, o que é semelhante ao sistema desenvolvido. Uma outra diferença é que o sistema apresentado não contempla a sua utilização em dispositivos móveis, ao contrário do que acontece no sistema desenvolvido.

O projeto desenvolvido nesta dissertação também apresenta muitas semelhanças com o projecto apresentado por Nuno Marujo *et al.* [23], já que este contém uma base de dados com informação sobre as estruturas costeiras e uma interface SIG com georreferenciação das obras de proteção costeira. Possibilita a geração de fichas de inspeção em formato impresso e digital, mas requer um dispositivo móvel *Android 4.x (smartphone/ tablet)*, que permite a localização do observador na obra e o preenchimento no local das fichas de inspeção. No sistema desenvolvido não há restrições ao nível do sistema operativo necessário, não sendo obrigatório usar um dispositivo *Android*.

CONCEPÇÃO DO SISTEMA E IMPLEMENTAÇÃO

Este capítulo começa por descrever as tecnologias que foram utilizadas durante o desenvolvimento da aplicação desta dissertação. Seguidamente é apresentada a arquitetura do sistema, que descreve a forma como essas tecnologias interagem umas com as outras. É apresentado o sistema de informação geográfica *Web-based* que foi desenvolvido para atingir os objetivos desta dissertação. Na secção 4.3 é apresentada a estrutura da informação utilizada, tanto a nível da georreferenciação, onde é explicada a importância do formato *shapefile* na aplicação, como a nível da base de dados, onde é apresentado o diagrama da mesma. A secção 4.4 apresenta a aplicação e está dividida em 4 subsecções - Interface Geográfico, Recolha Fotográfica e de Vídeos, Dados de um Troço e Observações Visuais.

Esta é uma aplicação para ser utilizada tanto numa plataforma fixa como num dispositivo móvel, seja um *smartphone* ou um *tablet*. Assim, a interface da aplicação e a sua adaptação à dimensão do dispositivo são pontos importantes. A *framework Bootstrap* oferece um grande contributo nesse sentido, dado que um dos seus objetivos é o de facilitar a criação de interfaces adaptáveis. Através da possibilidade de se saber se se está a aceder ao *site* a partir de um dispositivo móvel ou não, podem-se ainda adaptar alguns elementos conforme seja necessário. Por fim é apresentada uma conclusão sobre o que foi abordado no capítulo.

4.1 Tecnologias

Nesta secção são apresentadas as várias tecnologias, tanto *front-end*, como *back-end* que foram utilizadas para o desenvolvimento da aplicação *Web*.

4.1.1 HTML

*HyperText Markup Language*¹ é uma linguagem de marcação que é usada na construção de páginas na *Web*. Todos os documentos HTML possuem etiquetas que são os comandos de formatação da linguagem.

4.1.2 CSS

*Cascading Style Sheets*² é uma linguagem de folhas de estilo utilizada para definir a apresentação de documentos escritos numa linguagem de marcação, como, por exemplo, o HTML ou o XML. A sua principal função é separar o formato e o conteúdo de um documento. Em vez de se colocar a formatação juntamente com o documento, é possível criar-se um *link* para uma página onde se encontram todos os estilos que se querem fornecer ao conteúdo.

4.1.3 JavaScript

JavaScript³ é atualmente a principal linguagem para programação do lado do cliente em navegadores *Web*. É uma linguagem *script* orientada a objetos. Foi originalmente implementada como parte dos navegadores *Web* para que os *scripts* pudessem ser executados do lado do cliente e interagissem com o utilizador sem terem a necessidade de passar pelo servidor.

4.1.3.1 JQuery

O JQuery⁴ é uma das bibliotecas mais populares de código aberto de JavaScript. As suas principais funcionalidades são a redução de código que permite face ao JavaScript nativo, a capacidade de trabalhar com AJAX⁵ (AJAX é o uso metodológico de tecnologias como JavaScript e XML, fornecidas por navegadores, para tornar as páginas *Web* mais interativas com o utilizador, fazendo uso de solicitações assíncronas de informações) e a possibilidade de manipular DOM⁶ (convenção multiplataforma e independente da linguagem para representação e interação com objetos em documentos HTML, XHTML e XML) baseado em seletores CSS. É também bastante extensível através de *plugins* criados por outros desenvolvedores e é compatível com diferentes navegadores.

¹http://www.w3schools.com/html/html_intro.asp

²http://www.w3schools.com/css/css_intro.asp

³<https://www.javascript.com/>

⁴<https://jquery.com/>

⁵http://www.w3schools.com/ajax/ajax_intro.asp

⁶http://www.w3schools.com/jsref/dom_obj_document.asp

4.1.4 PHP

PHP⁷ é uma linguagem de *script* usada originalmente apenas para o desenvolvimento de aplicações presentes e atuantes no lado do servidor, capazes de gerar conteúdo dinâmico na *World Wide Web*. Tendo em conta que é *open-source*, possui uma portabilidade que a faz correr em qualquer plataforma. A sua popularidade deve-se também ao facto de existirem bastantes pacotes AMP (Apache, MySQL, PHP) disponíveis e de existirem vários servidores grátis que suportam estas tecnologias.

4.1.5 MySQL

MySQL⁸ é um sistema de gestão de bases de dados relacionais que conta atualmente com mais de 10 milhões de instalações por todo o mundo. É bastante popular devido à sua presença nos pacotes AMP (ver Secção 4.1.4). Este *software* apresenta várias características como, por exemplo, portabilidade, suporte de controlo transaccional, suporte de *triggers* e um excelente desempenho e estabilidade.

4.1.6 Bootstrap

Bootstrap⁹ é uma *framework* de código aberto para HTML, CSS e JavaScript *front-end*. O seu objetivo é o desenvolvimento de páginas *Web*. A sua principal funcionalidade é o suporte ao desenho de páginas *Web* com um design *responsive* e, como tal, acenta numa política de desenho orientado a dispositivos móveis. Existem outras *frameworks* bastante boas para o efeito desejado como, por exemplo, o Materialize¹⁰ e o Semantic UI¹¹, mas tendo em conta que o Bootstrap é a ferramenta mais popular entre as ferramentas deste género foi então escolhida.

4.1.7 Leaflet

Leaflet¹² é uma biblioteca de JavaScript de código aberto para mapas interativos adaptados a dispositivos móveis, tirando partido das vantagens do HTML5 e do CSS3 nesse campo. Lançado em 2011, fornece compatibilidade com os principais navegadores. Foca-se na simplicidade, na usabilidade e no desempenho. Além das suas principais características, existem diversos *plugins*¹³, como, por exemplo, para sobrepor o conteúdo de um *shapefile* no mapa ou criar um *cluster* de marcadores, o que permite adicionar alguns serviços por forma a estender a sua funcionalidade.

⁷<https://php.net>

⁸<https://www.mysql.com/>

⁹<http://getbootstrap.com/>

¹⁰<http://materializecss.com/>

¹¹<http://semantic-ui.com/>

¹²<http://leafletjs.com/>

¹³<http://leafletjs.com/plugins.html>

4.1.8 OpenStreetMap

OpenStreetMap¹⁴ é um projeto de código aberto de mapeamento colaborativo para criar um mapa livre e editável do mundo. Os mapas são criados usando dados de receptores GPS portatéis, fotografias aéreas e outras fontes livres. É uma das soluções mais populares para integrar mapas em sistemas *Web-based* e pode até ser usado *offline*, ao contrário de sistemas proprietários.

4.1.9 Laravel

Laravel¹⁵ é uma *framework* de PHP de código aberto concebida para o desenvolvimento de aplicações *Web* segundo o modelo MVC (*Model-View-Controller*). O Laravel implementa vários mecanismos que são comuns na maioria das *frameworks* deste género, tais como, *routing*, migrações e autenticação.

Foi escolhida esta *framework* dada a sua baixa curva de aprendizagem e a sua documentação excelente, como por exemplo o *laracasts*¹⁶ que possui diversos vídeos exemplificativos do que se pode fazer com o Laravel. O Laravel é apropriado para todo o tipo de projetos, sendo atualmente uma das *frameworks* mais populares de PHP.

4.1.10 Formato *shapefile*

O *shapefile*¹⁷ é um formato simples e não topológico para armazenar a localização geométrica e informação sobre os atributos de características geográficas. As características geográficas presentes num *shapefile* podem ser representadas por pontos, linhas ou polígonos (áreas). Na aplicação desenvolvida, dado que o que se quer representar são troços de quebra-mares, todas as características geográficas presentes no mapa são polígonos. O formato *shapefile* define então a geometria e os atributos de características geograficamente referenciadas em três ou mais ficheiros com extensões de ficheiro específicas que devem ser armazenados no mesmo *workspace* do projeto. Os ficheiros que são estritamente necessários são:

- *.shp* - ficheiro principal que armazena a geometria da característica;
- *.shx* - ficheiro de índice que armazena o índice da geometria da característica;
- *.dbf* - ficheiro que armazena a informação alfanumérica dos atributos das características.

Existe uma relação de um-para-um entre a geometria e os atributos, que é baseada no número do registo. Os registos de atributos no ficheiro de informação alfanumérica (*.dbf*)

¹⁴<https://www.openstreetmap.org>

¹⁵<https://laravel.com/>

¹⁶<https://laracasts.com/series/laravel-5-from-scratch/>

¹⁷http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_a_shapefile/0056000000200000/

devem estar na mesma ordem que os registros no arquivo principal (.shp). Cada ficheiro deve conter o mesmo prefixo, por exemplo, estruturas.shp, estruturas.shx e estruturas.dbf.

4.2 Arquitetura

A arquitetura geral da aplicação desenvolvida, incluindo as tecnologias previamente descritas, está representada na Figura 4.1. Está dividida em três camadas, que são descritas em seguida.

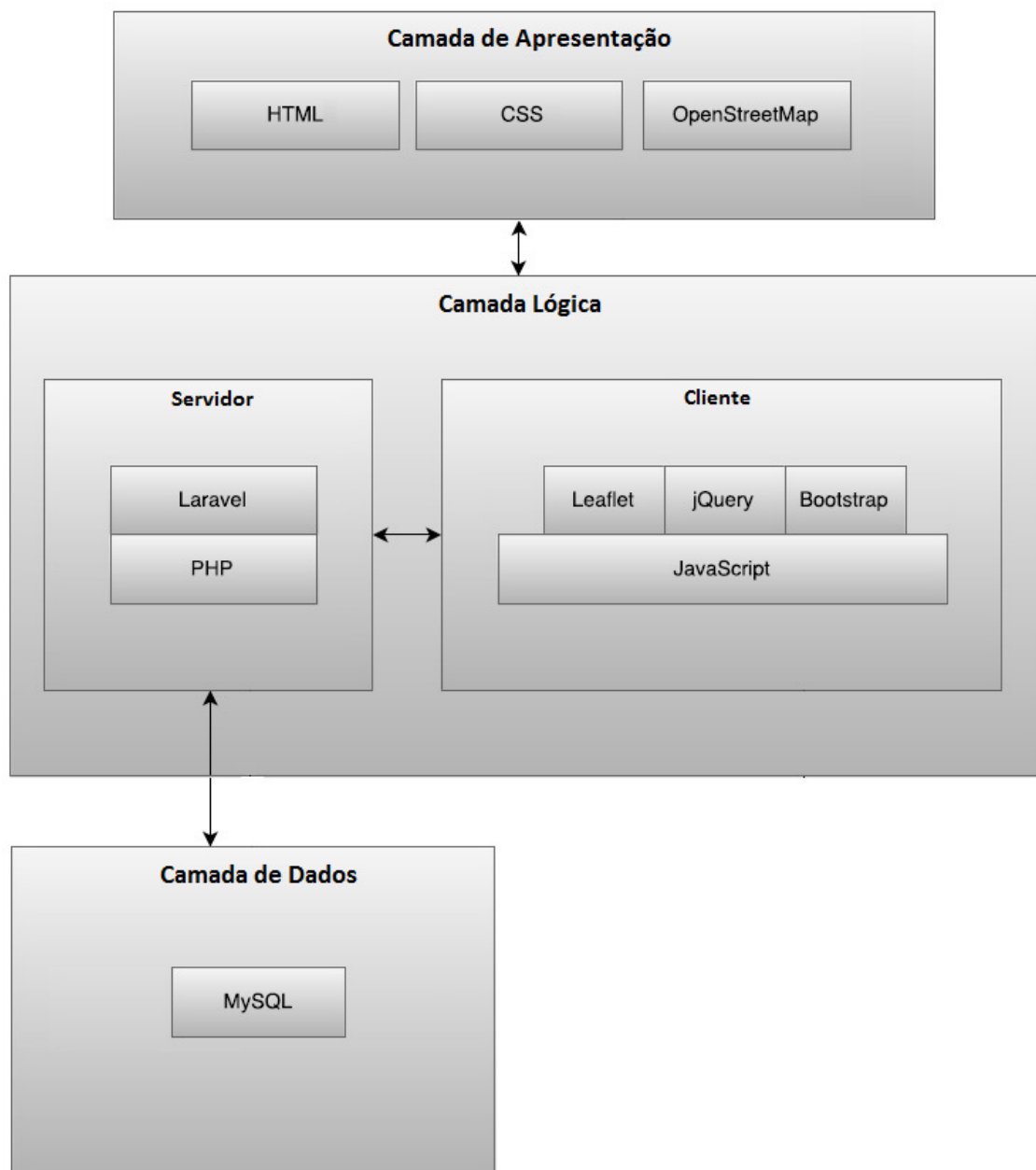


Figura 4.1: Arquitetura do sistema

A camada de apresentação é a camada que é visualizada pelo utilizador e é composta em HTML, CSS e OpenStreetMap. O HTML é responsável por mostrar os elementos que estão presentes na interface, ao passo que o CSS é utilizado para fornecer o estilo a esses mesmos elementos. Os mapas que são mostrados na aplicação, tanto na página inicial como na página correspondente às fotografias de um troço, são fornecidos pelo OpenStreetMap. Esta é a camada através da qual o utilizador interage com o sistema e é responsável por enviar o *input* produzido pelo utilizador para a camada lógica, de receber dados da camada lógica e conseqüentemente mostrar o *feedback* ao utilizador.

A camada lógica está dividida em duas componentes principais, o lado do cliente e o lado do servidor. O lado do cliente foi desenvolvido em Leaflet, jQuery e Bootstrap, que assentam sobre o JavaScript. O Leaflet permite a interação entre o utilizador e o mapa da OpenStreetMap. O Bootstrap é utilizado para criar uma interface *responsive*, por forma a se adaptar ao dispositivo do utilizador. Por fim, o jQuery suporta a manipulação dos elementos da interface.

A camada de dados é disponibilizada através do sistema de gestão de bases de dados MySQL que armazena toda a informação relativa aos troços das estruturas costeiras, como as suas características, os dados das observações visuais e os diversos pontos de cada troço e respetivas fotografias e vídeos. A conexão à base de dados é estabelecida através de PHP.

4.3 Estrutura da Informação Utilizada

Esta secção apresenta a estrutura da informação utilizada na aplicação a nível da georreferenciação e a nível da base de dados.

4.3.1 Georreferenciação

O mapa utilizado nesta aplicação foi o mapa da OpenStreetMap, já que é de livre utilização e é uma das soluções mais populares para integrar mapas em sistemas *Web-based*. Sobre este está uma camada que apresenta geometrias de cor azul, representativas de troços de quebra-mares, resultante do formato *shapefile*, que já foi descrito anteriormente na secção 4.1.10.

No caso do ficheiro utilizado para caso de estudo (ficheiro .zip), estão ainda presentes outros 3 ficheiros de formato .prj - ficheiro que armazena a informação relativa ao sistema de coordenadas e projecção, .sbn e .sbx - ficheiros que armazenam o índice espacial das características. De notar que o ficheiro .zip, com os ficheiros de formato mencionado acima, foi fornecido pelo LNEC como caso de estudo e representa troços de quebra-mares presentes ao longo da linha costeira de quase todo o país.

Existe uma metodologia simples de atualização do *shapefile* para fornecer escalabilidade à aplicação. Assim, se for criado um novo *shapefile* contendo mais geometrias, basta fazer *upload* do ficheiro .zip e a aplicação carrega todas as estruturas presentes nesse ficheiro sobre o mapa.

4.3.2 Base de Dados MySQL

A base de dados da aplicação é gerida pelo sistema de gestão de base de dados MySQL. Foi escolhido este sistema dado que é um sistema bastante popular que apresenta um bom desempenho e que conta ainda com o phpMyAdmin, uma ferramenta escrita em PHP destinada a lidar com a administração do MySQL.

Na Figura 4.2 é apresentado o diagrama da base de dados. Esta base de dados resultou do aproveitamento das tabelas "Observações", "Estruturas", "Obs_Visual" e "Troços" que já existiam na aplicação ANOSOM que o LNEC possui. A decisão de se manter estas tabelas exatamente como estavam deve-se ao facto de se querer garantir a possibilidade de importação de dados (principalmente das tabelas "Troços" e "Obs_Visual") presentes na aplicação ANOSOM que o LNEC possui e que foi desenvolvida em *Microsoft Access* para a aplicação desenvolvida nesta dissertação. As tabelas "Pontos", "FotosPonto" e "VideosPonto" foram criadas posteriormente, com vista a armazenar a informação relativa aos diversos pontos presentes em cada troço de cada quebra-mar a partir dos quais são capturadas fotografias e gravados vídeos durante as observações visuais que são levadas a cabo periodicamente. Foi também criada a tabela "Utilizadores" com vista a armazenar os utilizadores que podem aceder à aplicação, visto que não se pretende que qualquer pessoa acesse aos dados nela presentes.

As tabelas "Obs_Visual" e "Troços" possuem bastantes atributos, mas que foram omitidos por uma questão de espaço. No caso da tabela "Obs_Visual", esta contém dados referentes por exemplo à ocorrência de quedas ou de fracturas numa determinada zona de um troço, dados sobre a degradação dos materiais, sobre as observações que o observador registou, entre outros. A tabela "Troços" possui informação sobre as características gerais do troço, como por exemplo a dimensão do troço, as suas coordenadas iniciais e finais, o tipo, peso, disposição e natureza dos materiais utilizados nas diversas zonas do troço, entre outros.

A ligação entre os dados presentes na base de dados MySQL e os objetos representados no mapa (geometrias dos troços) é feita através de um identificador único que cada objecto possui. Através desse identificador consegue-se aceder à informação presente na base de dados que também contém um identificador para cada troço (CodTroco na tabela "Troços"). No que diz respeito aos marcadores amarelos, pontos de recolha de fotografias e captura de vídeos, a situação é semelhante.

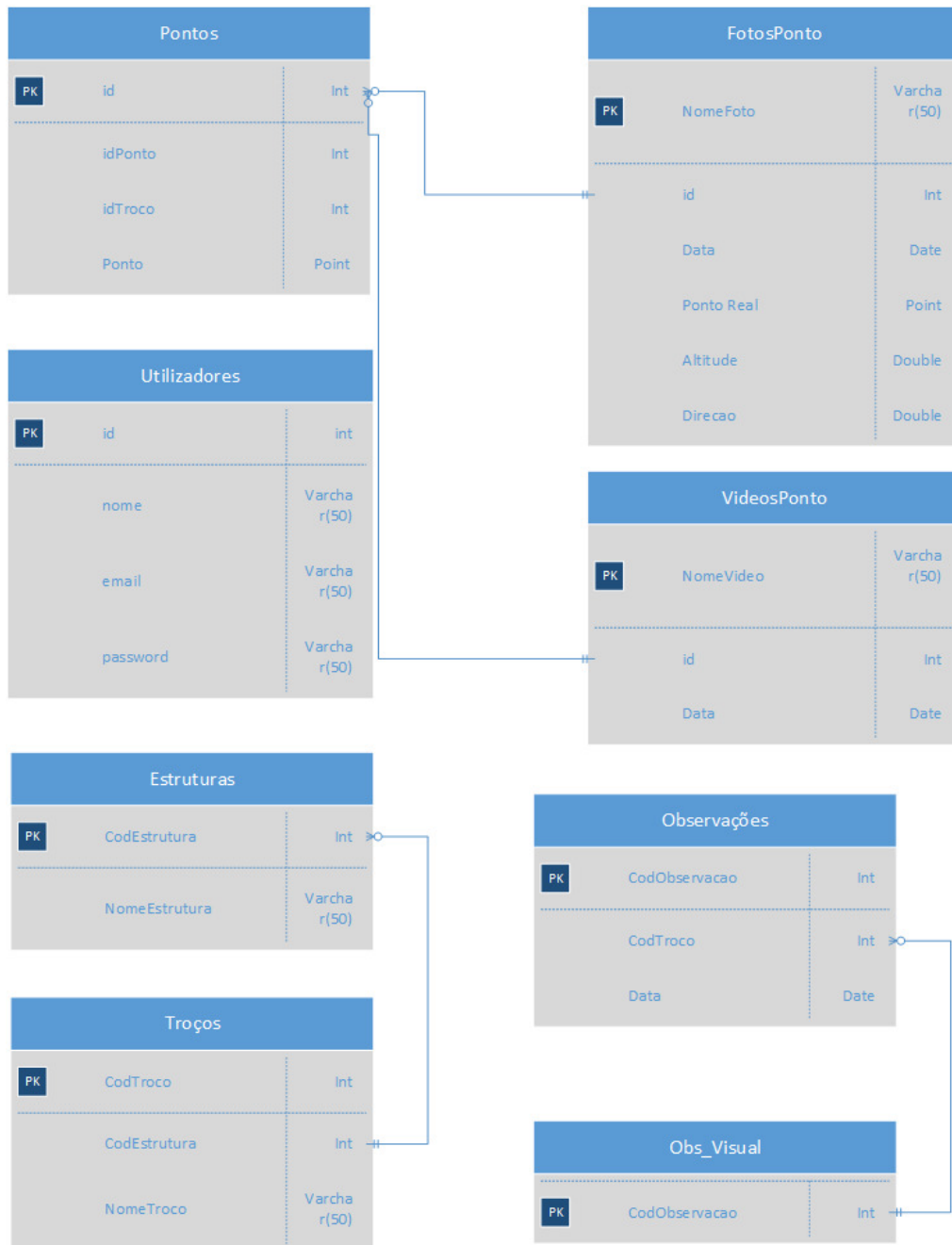


Figura 4.2: Diagrama da Base de Dados

4.4 Aplicação Web

Esta secção apresenta o sistema de informação geográfica *Web-based* e está dividida em 4 subsecções - Interface Geográfico, Recolha Fotográfica e de Vídeos, Dados de um Troço e Observações Visuais.

4.4.1 Interface Geográfico

Como já foi mencionado na Secção 4.3.1, sobre o mapa está carregado o *shapefile* constituído por geometrias, mais concretamente polígonos de cor azul que representam quebra-mares divididos em troços. Esta sobreposição foi conseguida através da utilização de um *plugin*¹⁸ do Leaflet.

Cada uma dessas estruturas costeiras possui um código único e um nome. Além disso, cada troço de uma estrutura possui também um código único e um nome.

Na Figura 4.3 podemos ver uma janela em *pop-up* que se abriu após se carregar num troço da estrutura. No *pop-up* está apresentado o nome da estrutura e o nome do troço. Estes atributos estão armazenados na base de dados MySQL e, através de consultas à mesma, consegue-se obter essa mesma informação graças ao código do troço que está armazenado no ficheiro *.dbf* do formato *shapefile*. O *pop-up* contém também três botões; um deles redireciona o utilizador para uma página onde são apresentadas as características do troço respetivo, outro botão redireciona o utilizador para uma página onde se encontram todas as fotografias que foram capturadas em todos os pontos desse troço e o último desses botões redireciona o utilizador para uma página onde se encontram todos os vídeos que foram capturados em todos os pontos do troço.

A georreferenciação das fotografias e dos vídeos é conseguida através do armazenamento do nome de cada fotografia/vídeo em conjunto com as coordenadas do ponto a partir do qual essa fotografia/vídeo foi capturada/o.

No caso concreto da Figura 4.3 a estrutura tem o nome Ericeira e o troço em questão é o troço "C". A georreferenciação permite-nos saber exatamente onde se encontra este troço do quebra-mar. Sem esta, o nome Ericeira poderia até nos dar uma ideia aceitável do local em questão, mas o nome do troço "C" em nada nos ajudaria a saber de que troço da estrutura se trata.

Em cada troço existem vários pontos a partir dos quais são capturadas fotografias. As suas coordenadas estão armazenadas na base de dados, bem como o identificador do troço a que cada ponto pertence e o número desse ponto em relação ao troço. Os pontos são representados no mapa por marcadores amarelos com o respetivo número do ponto em relação ao troço do qual faz parte.

Dado que o número de pontos de recolha é elevado e tendo em conta a dimensão das estruturas, podemos ter uma grande concentração de marcadores num espaço muito curto.

¹⁸<https://github.com/calvinmetcalf/leaflet.shapefile>

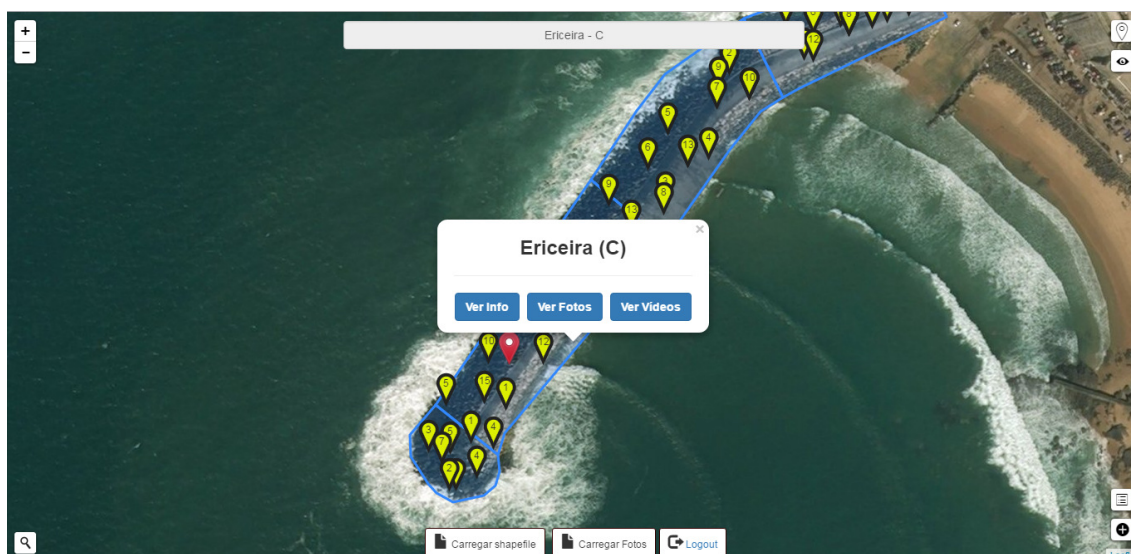


Figura 4.3: Geovisualização de uma estrutura costeira

Tendo isso em conta, implementou-se um *cluster* de marcadores, para não sobrecarregar o mapa com todos os marcadores numa visualização com pouco detalhe, simplificando assim a visualização dos dados. Para a criação desse *cluster* foi utilizado um *plugin*¹⁹ do Leaflet. Na Figura 4.4 pode ver-se um exemplo disso mesmo.

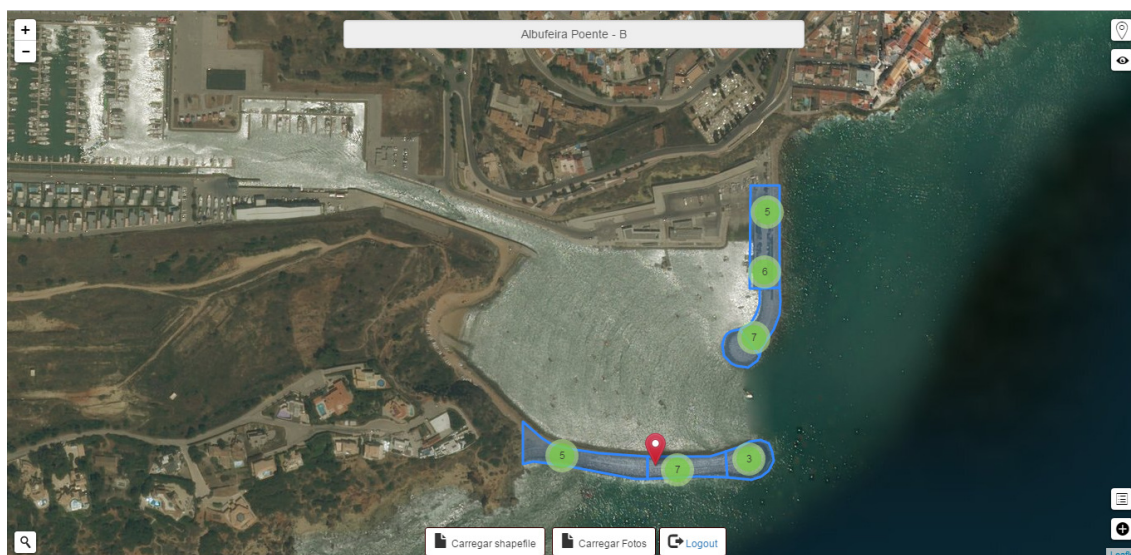


Figura 4.4: *Cluster* de marcadores

Para além disso, quando se carrega num *cluster* a aplicação aumenta o detalhe da visualização, focando na área que limita esse mesmo *cluster*. Esta característica pode ser útil para rapidamente nos focarmos no local que pretendemos, ao invés de necessitarmos de fazer várias vezes *pan* e *zoom* para nos conseguirmos aproximar do local pretendido.

¹⁹<https://github.com/Leaflet/Leaflet.markercluster>

4.4.1.1 Contexto da Localização Atual

Existe um marcador vermelho no mapa, que pode ser visto tanto na Figura 4.3 como na Figura 4.4. Este marcador representa a posição atual do utilizador. A localização geográfica do utilizador pode ser capturada carregando no botão que se encontra no canto superior direito do mapa e é conseguida através da API *Geolocation* presente no HTML5. Quando se carrega nesse botão a imagem presente no mesmo é alterada por forma a indicar ao utilizador que agora a localização se encontra activa e é então criado o marcador vermelho representativo da posição atual do utilizador.

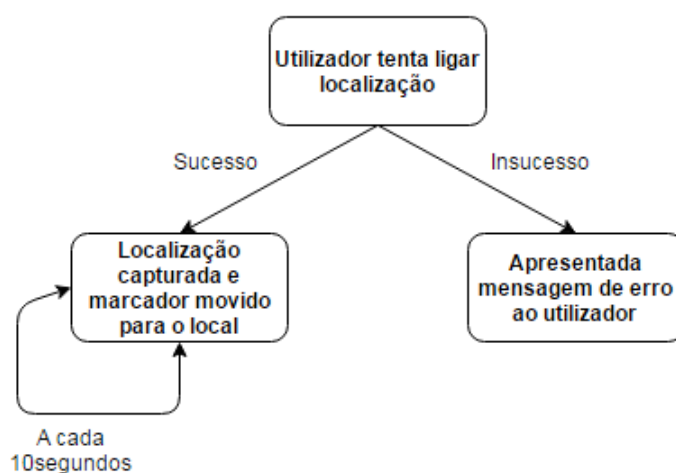


Figura 4.5: Dinâmica da funcionalidade da localização

Se por algum motivo não se conseguir localizar o utilizador, caso este não tenha ligado a localização no seu dispositivo móvel ou se não tiver permitido o acesso à localização por parte do *browser*, é mostrada uma mensagem ao utilizador informando-o da indisponibilidade da localização. Na Figura 4.5 é apresentado um fluxograma que mostra a dinâmica do funcionamento da localização. Caso não se consiga obter a localização, é possível simular a posição do utilizador criando um marcador no local desejado que, para efeitos de utilização da aplicação, passa a ser a posição atual do utilizador. Para se escolher a posição basta carregar com o botão direito do rato, no caso de se estar a aceder a partir de uma plataforma fixa, e é mostrada uma mensagem ao utilizador para confirmar a ação da escolha daquele local como a posição atual. No caso de se estar a aceder à aplicação a partir de um dispositivo móvel, a posição pode ser escolhida mantendo um dedo no local pretendido durante cerca de 2 segundos.

Com a localização activa, de 10 em 10 segundos a aplicação tenta localizar o utilizador e o marcador vermelho muda para a nova posição no caso do utilizador se ter deslocado ou de ter mudado a posição do marcador para simular a sua localização num outro local.

O marcador vermelho, que indica a posição do utilizador, pode ser escondido temporariamente para facilitar a execução de outras tarefas. Para tal basta carregar no botão que se encontra abaixo do botão da localização. Se voltarmos a carregar, o marcador vermelho volta a aparecer no mapa.

Com a localização ligada, durante uma observação visual, à medida que o utilizador/observador se vai deslocando, a sua posição é atualizada. Se, por exemplo, tiver registado uma observação sobre um troço de uma estrutura e for caminhando até outro troço, a aplicação reconhece que agora o utilizador já se encontra em outro troço e a observação a criar deve ficar associada ao troço em que o utilizador se encontra agora.

Quando nos encontramos num troço, a aplicação mostra o nome da estrutura e do respetivo troço. Assim, se quisermos registar informação sobre esse troço basta carregarmos no botão "Criar Observação" que se encontra no canto inferior direito do mapa e a aplicação sabe qual o troço a que essa informação deve ficar associada.

Para conseguir determinar qual o troço em que nos encontramos foi utilizado o algoritmo de W. Randolph Franklin [9], adaptado para o problema em questão, como se pode ver na listagem 4.1. O objetivo do algoritmo é testar se um determinado ponto está contido num polígono.

O método consiste numa linha horizontal infinita que passa pelo ponto em questão e conta o número de arestas do polígono que a linha atravessa. Por cada uma das arestas que a linha atravessa, o estado muda de contido no polígono para não contido no polígono conforme o número de intersecções seja ímpar (contido) ou par (não contido).

Mais concretamente o ponto a testar é o ponto que corresponde à localização do utilizador. Para acelerar o processo de detecção do troço em que o utilizador se encontra, apenas se tem em conta os troços que estão visíveis na janela naquele momento. Isto foi conseguido recorrendo a uma estrutura de dados, R-Tree[11], que permite saber quais os troços que estão presentes na janela do mapa da aplicação. Uma R-Tree é uma estrutura de dados habitualmente usada em métodos computacionais espaciais para indexação de informação multi-dimensional.

Listagem 4.1: Algoritmo para Determinar o Troço Atual

```

1 function getTroco(lat , long );
2
3 Input: Latitude e Longitude da posição atual do utilizador.
4
5 Por cada troço de uma estrutura visível na janela atual do mapa
6   Aplicar algoritmo de W. Radolph Franklin
7   Se a posição do utilizador estiver contida no troço
8     Guardar código do troço e parar o ciclo

```

4.4.2 Recolha Fotográfica e de Vídeos

Nas observações que são efetuadas periodicamente, um dos tipos de registo mais importante é o registo fotográfico. Os pontos amarelos que estão representados no mapa da

aplicação são pontos que estão marcados fisicamente no solo da estrutura e sobre os quais são capturadas as fotografias, como se pode ver na Figura 4.6.



Figura 4.6: Exemplo de um ponto a partir do qual se tira fotografias

Cada troço de uma estrutura possui vários pontos. Com o marcador vermelho posicionado no local desejado de um troço, basta carregar no botão "Criar Ponto" que se encontra no canto inferior direito do mapa e será criado um marcador amarelo na posição em que o marcador vermelho se encontra.

Já com o ponto criado, para associarmos uma fotografia ao mesmo, só precisamos de carregar no ponto, o que faz com que a janela de *pop-up* do mesmo se abra, carregar no botão com o ícone de uma câmara fotográfica (no caso de se estar a usar um dispositivo móvel), tirar a fotografia ou escolher uma fotografia que tenha sido capturada anteriormente e o *upload* do ficheiro começa automaticamente. Após alguns instantes a fotografia fica guardada numa pasta no servidor, fica associada ao ponto que foi escolhido e conseqüentemente, ao troço do quebra-mar ao qual o ponto pertence. É apresentada ao utilizador uma mensagem de confirmação no caso do *upload* do ficheiro ser bem sucedido.

Quando são capturadas fotografias a partir de um ponto, é importante saber, por exemplo, a orientação com que foi capturada a fotografia. Tendo isso em conta, para além da fotografia ficar guardada e associada a um ponto, é importante guardar também alguns metadados que possam encontrar-se presentes na fotografia segundo a especificação

Exif²⁰.

No caso da aplicação desenvolvida, os dados que estão a ser guardados são a latitude, a longitude, a altitude e a orientação. Tendo o valor em graus da orientação é possível representar no mapa essa mesma orientação através de uma linha vermelha de forma a fornecer uma visualização para ajudar a entender melhor a orientação, pois como se pode ver pela Figura 4.7 se, ao invés de ter uma linha representativa da orientação se tivesse apenas o valor 296.96 graus não se saberia exatamente a direção de captura da fotografia.

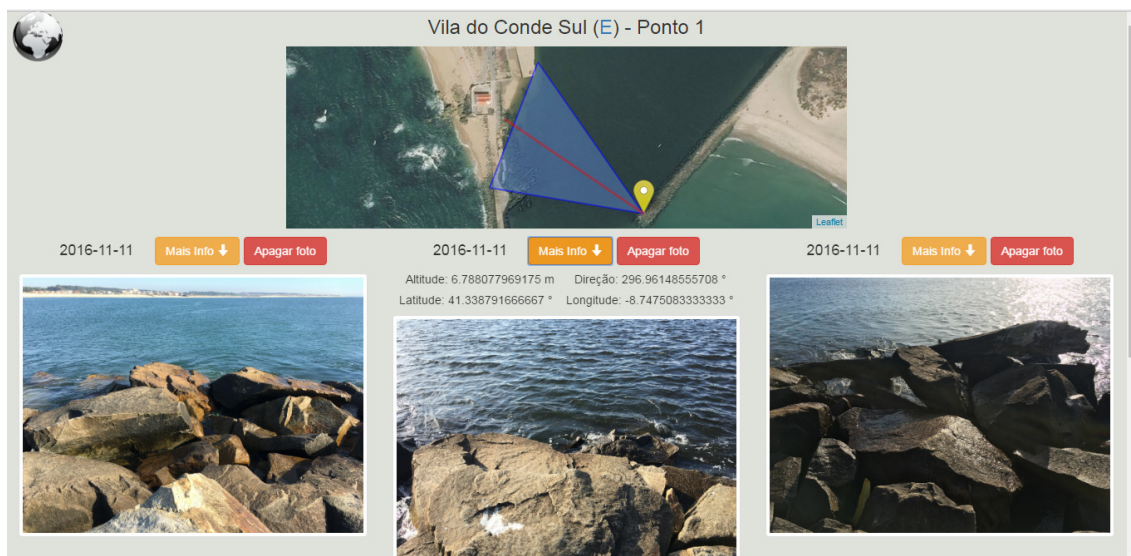


Figura 4.7: Orientação da fotografia representada no mapa

Para além dos metadados que vêm do ficheiro da fotografia pode-se também ver a data em que foi capturada a fotografia acima da mesma.

Existe uma outra página que apresenta todas as fotografias de todos os pontos de um troço, mas que não apresenta estes metadados nem a representação dos mesmos num mapa, conforme se pode ver na Figura 4.8. Para aceder a esta página podemos fazê-lo através do botão "Ver Fotos" da janela de *pop-up* ou podemos fazê-lo navegando na barra de navegação apresentada no topo das páginas de Informação, Observação e Vídeos de um troço.

²⁰<http://www.exif.org/Exif2-2.PDF>

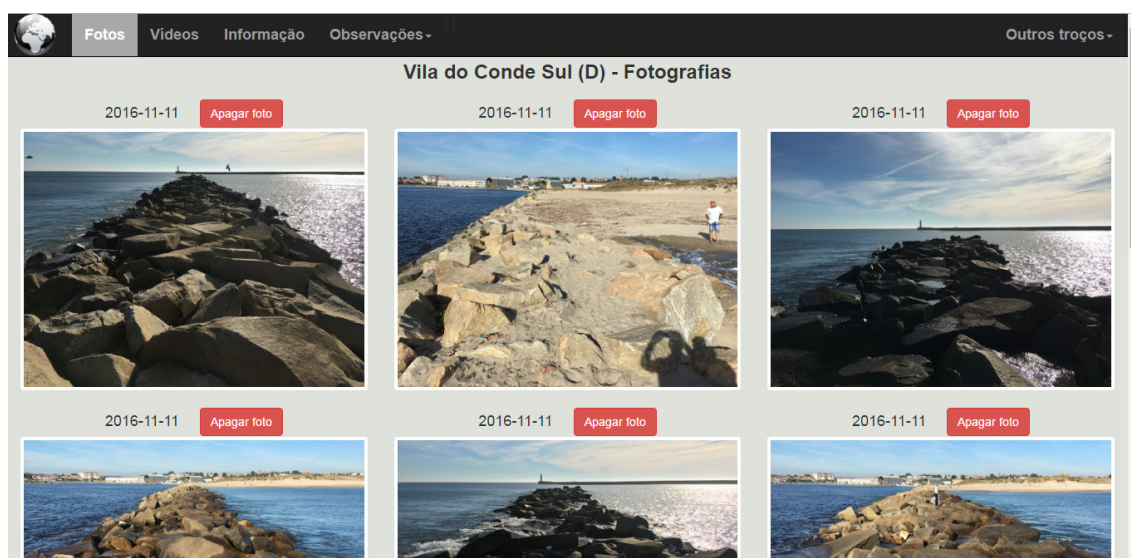


Figura 4.8: Todas as fotografias capturadas nos vários pontos do troço

4.4.3 Dados de um Troço

Cada troço possui características muito específicas associadas ao mesmo, como por exemplo a sua dimensão em comprimento e largura, informações sobre o manto interior, a superestrutura/coroamento, o manto resistente, a berma do coroamento exterior, a berma do coroamento interior, a banquetta do pé do talude e a fundação.

As informações sobre estas secções do troço têm que ver essencialmente com a inclinação, a largura, os valores da cota máxima e mínima e os seus materiais (o tipo de blocos, o peso, a disposição, a natureza e o peso dos mesmos).

A página que diz respeito às características do troço, ver Figura 4.9, apresenta uma barra de navegação no topo que permite ao utilizador navegar para outras páginas para ver as fotografias e os vídeos que estão associadas ao troço em questão, aceder à página de uma observação ao troço segundo a data seleccionada e mudar para a página das características de outros troços que pertencem à mesma estrutura do troço atual.

Debaixo dessa barra de navegação está presente uma imagem, a qual permite, através de interação direta com a mesma, fazer a selecção da secção do troço cuja informação se quer visualizar. Para garantir um design *responsive* da imagem, foi utilizado um *plugin* de jQuery que recalcula as coordenadas de todas as secções presentes na imagem para se conjugarem com a dimensão atual da imagem quando é carregada a página e também quando é redimensionada a janela.

É possível alterar a informação presente nos vários campos que cada secção possui. Para tal, basta efetuar as alterações pretendidas e carregar no botão "Guardar" que todas as alterações feitas ficam guardadas na base de dados, sendo apresentado um *feedback* ao utilizador em caso afirmativo.

Se já tivermos selecionado uma secção e carregarmos sobre outra, a anterior desaparece e ficam agora visíveis os campos com os dados correspondentes à secção que seleccionámos por último.

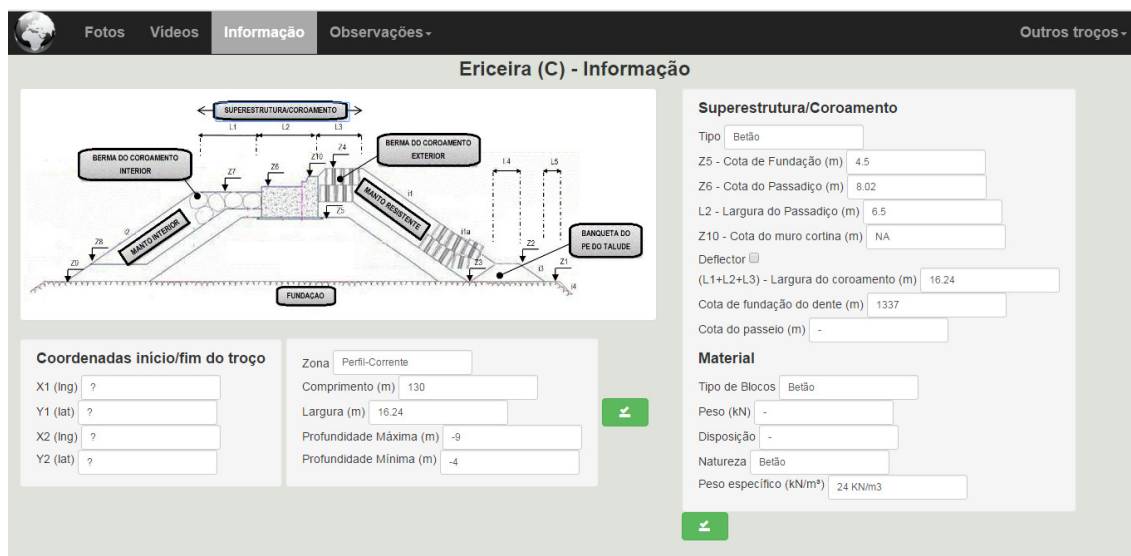


Figura 4.9: Informação de um troço

Todos os dados são apresentados de forma a poderem ser alterados, de forma a que se possa modificar o que foi inserido anteriormente, permitindo assim corrigir algum erro ou completar a informação para os campos que foram deixados a branco.

4.4.4 Observações Visuais

No que diz respeito às observações visuais que são levadas a cabo periodicamente, existem bastantes dados que são recolhidos. São recolhidos dados para o manto resistente, para a superestrutura e para o manto interior. Existem ainda alguns outros quebra-mares que necessitam de registo sobre inspeções submarinas e sobre o cais, mas estas duas últimas secções, apesar de estarem presentes na interface não estão ainda a ser preenchidas de forma sistemática pelos investigadores do LNEC.

Uma boa parte destes dados são introduzidos através de *radio buttons*. Existem valores predefinidos em forma de escala, como por exemplo, para o caso das quedas que possam ter ocorrido, estes valores podem ser:

- Nenhumas - 0
- Poucas - 1
- Algumas - 2
- Muitas - 3

Figura 4.10: Página da observação de um troço

O observador avalia visualmente as quedas e escolhe a opção que lhe pareça mais correta. Associada a essa avaliação qualitativa estão valores numéricos, ou seja, os valores das quedas para efeitos de cálculo do valor do Estado Atual são 0, 1, 2 e 3. Em outros campos existem escalas do mesmo género.

Como se pode ver na Figura 4.10, a página apresenta uma barra de navegação no topo que permite ao utilizador navegar para outras páginas. Debaixo dessa barra de navegação estão alguns botões.

Ao carregar no botão "Fotos da Obs", o utilizador é redirecionado para a página das fotografias, mas apenas das fotografias que foram capturadas no mesmo dia em que foi registada a observação. O mesmo se aplica para o botão "Vídeos da Obs". É também possível aceder ao Estado de Evolução e ao Estado de Risco do troço. Estes Estados são calculados através de fórmulas definidas pelo LNEC e têm o propósito de avaliar a evolução do troço da estrutura ao longo do tempo, bem como de avaliar se o troço apresenta um risco de ruína alto ou baixo. Pode-se apagar a observação, sendo que é apresentada ao utilizador uma mensagem de confirmação da ação, visto que todos os dados recolhidos sobre todas as secções do troço serão apagados da base de dados. Por fim, o botão "Editar" tem o propósito de permitir alterar quaisquer dados referentes a observações de anos anteriores ao ano corrente, visto que os dados dessas observações estão desabilitados por *default* para prevenir alguma alteração que possa ocorrer por lapso.

Debaixo desses botões existe uma outra barra com diversos separadores que correspondem às secções de interesse dos observadores. Ao escolher uma das secções são apresentados, ao utilizador, todos os dados relevantes que devem ser preenchidos em relação a essa secção. Como já foi referido, a maioria desses dados são preenchidos através de *radio buttons*, contudo existem algumas caixas de texto como, por exemplo, no caso de se querer registar alguma observação em concreto sobre a secção.

Tendo sido feita a observação ao manto resistente, por exemplo, e após os dados necessários terem sido inseridos, é feito o cálculo do Estado Atual. Na Listagem 4.2 é apresentada a fórmula para se conseguir calcular esse mesmo Estado.

Cada variável tem um peso no cálculo do Estado, por exemplo, o valor das quedas é multiplicado por 5, enquanto que o valor das fraturas é multiplicado apenas por 4. O valor da Opinião varia entre 0 e 5 e possui valores associados que foram estabelecidos previamente, no caso do Manto Resistente, em 0 (30), 1 (75), 2 (115), 3 (170), 4 (230) e 5 (275).

Já com o valor calculado segundo a fórmula definida, é então verificado em que intervalo esse valor se encontra e obtém-se assim um valor para o Estado Atual do Manto Resistente do trecho em questão entre 0 e 5.


Listagem 4.2: Cálculo do Estado Atual do Manto Resistente.

```

1
2 EstadoMR = (5x[QuedasM] + 4x[FraturasM] + 2x[TaludeM] + [DSM_QuantidadeM] +
3 [DSM_DescriçaoM] + [DSM_SomM] + 3x[Maior_AssentamentoM] + 0.06x[OpinioM])/23
4
5 if(EstadoMR <= 0.6)
6     EstadoAtualMR = 0
7 else if(EstadoMR > 0.6 && EstadoMR <= 0.9)
8     EstadoAtualMR = 1
9 else if(EstadoMR > 0.9 && EstadoMR <= 1.4)
10    EstadoAtualMR = 2
11 else if(EstadoMR > 1.4 && EstadoMR <= 2.0)
12    EstadoAtualMR = 3
13 else if(EstadoMR > 2.0 && EstadoMR <= 2.6)
14    EstadoAtualMR = 4
15 else
16    EstadoAtualMR = 5
17
18 Sendo que os valores das variáveis que influenciam o valor
19 do Estado Atual podem ser:
20
21 QuedasM = [0, 1, 2, 3]
22 FraturasM = [0, 1, 2, 3]
23 TaludeM = [0, 1, 2, 3]
24 DSM_QuantidadeM = [0, 1, 2, 3]
25 DSM_DescriçaoM = [0, 1]
26 DSM_SomM = [0, 1]
27 Maior_AssentamentoM = [0, 1, 2, 3]
28 OpinioM = [30, 75, 115, 170, 230, 275]

```

De uma forma semelhante é também calculado o Estado Atual para a superestrutura e para o manto interior. Variam simplesmente as variáveis que entram na fórmula e os respectivos pesos, bem como os valores associados à Opinião e os intervalos para se obter o valor inteiro que corresponde ao Estado Atual.



Nazaré Sul (E)
01-01-2014 01-01-2011

	Estado Evolução	Estado Risco
Manto Resistente	2	3
Superestrutura	0	0
Manto Interior	4	3

Grau	Descrição	Grau	Descrição
0	NÃO SE DETECTOU QUALQUER EVOLUÇÃO; AS CONDIÇÕES PERMANECEM INALTERÁVEIS	0	SEM RISCO APARENTE
1	EVOLUÇÃO MUITO LIGEIRA, PODE SER CONSIDERADA INSIGNIFICANTE	1	BAIXO RISCO (OBSERVAÇÃO ATENTA)
2	EVOLUÇÃO LIGEIRA, PROCESSA-SE A VELOCIDADE REDUZIDA MAS EXISTE E É VISÍVEL	2	MODERADO (REPARAÇÃO ACONSELHADA)
3	EVOLUÇÃO ACENTUADA; MUITAS DIFERENÇAS RELATIVAMENTE A OBSERVAÇÕES ANTERIORES	3	ALTO RISCO (REPARAÇÃO URGENTE)
4	EVOLUÇÃO MUITO ACENTUADA; DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS RELATIVAMENTE A OBSERVAÇÕES ANTERIORES	4	DESTRUIÇÃO
5	FOI ATINGIDA A DESTRUIÇÃO DO ELEMENTO EM		

Figura 4.11: Estado de Evolução e de Risco de um troço

Tendo sido obtido o valor do Estado Atual de duas observações visuais realizadas em datas distintas, torna-se possível calcular o Estado de Evolução das secções do troço. Com o Estado Atual e o Estado de Evolução consegue-se calcular o Estado de Risco. Para se obter o valor dos Estados de Evolução e de Risco, basta carregar no botão "Estado de Risco e Evolução" e é apresentada uma caixa onde o utilizador deve escolher duas datas, uma data Atual e uma data Anterior.

Feito isto, o utilizador é redirecionado para uma página onde são apresentados os Estados de Evolução e de Risco das diversas secções do troço da estrutura, como se pode ver na Figura 4.11. Por motivos de sigilo do LNEC não são apresentadas as fórmulas para o cálculo do Estado de Evolução nem do Estado de Risco.

4.5 Conclusão

As tecnologias apresentadas no início deste capítulo representam diferentes funções na concepção da aplicação, seja para dispor a informação que é apresentada numa página, para garantir a adaptação das páginas ao tamanho do ecrã, (seja este um computador fixo ou um *tablet* ou *smartphone*), para gerir a base de dados e para lidar com a geovisualização da informação. As tecnologias foram escolhidas pela questão do código ser de utilização livre, como, por exemplo, o do sistema de gestão de base de dados MySQL e o PHP. A excelente comunidade de utilizadores que as tecnologias escolhidas têm foi também um fator considerado pois facilita o suporte na resolução de problemas. Depois foi abordada a estrutura da informação utilizada para a implementação desta aplicação, explicando o formato *shapefile* que é utilizado, apresentando o diagrama da base de dados MySQL utilizada na aplicação desenvolvida e explicando como se ligam, na aplicação, estas duas representações. De seguida foram apresentadas as funcionalidades implementadas na

aplicação que foi desenvolvida. Esta aplicação tem alguns pontos em comum com as aplicações que foram apresentadas na Secção 3.1.2, o que torna possível fazer uma comparação entre as mesmas.

A aplicação desenvolvida possui uma interface que se adapta ao dispositivo do utilizador, seja esse um *smartphone*, um *tablet* ou uma plataforma fixa, fornecendo assim uma forma adequada de interação e de visualização das estruturas e dos seus dados associados. A aplicação permite localizar o utilizador e combinar informação relacionada com essa posição (sendo dependente do contexto geográfico do mesmo - além do dispositivo utilizado). Permite associar fotografias georreferenciadas e atualizar o estado das estruturas analisadas, podendo, *on-the-fly*, calcular a evolução do estado da estrutura assim como o risco que ela representa.

O facto de ser um *WebGIS* é também uma vantagem, pois permite um fácil acesso que é também independente do sistema operativo presente no dispositivo que se está a utilizar. Este último ponto é a principal diferença entre o sistema desenvolvido e o sistema que foi apresentado por Nuno Marujo *et al.*, o SIMOM [23], no qual era necessário um dispositivo com o sistema operativo *Android*.

CAPÍTULO



AVALIAÇÃO

Neste capítulo é descrita a metodologia utilizada para avaliar a aplicação desenvolvida, bem como os resultados gerados pela mesma. Por último são destacadas as conclusões que se podem retirar com este processo.

5.1 Avaliação Preliminar e Alterações Consequentes

Inicialmente foi feita uma pré-avaliação, junto de alguns elementos do LNEC, que participam em observações visuais aos quebra-mares. Essa avaliação foi realizada com o intuito de mostrar o estado atual da aplicação. Os investigadores puderam experimentar a mesma, e assim foi possível recolher críticas e *feedback* a fim de corrigir falhas e melhorar a aplicação tanto a nível de interface como de funcionalidades.

Esta pré-avaliação mostrou-se importante, pois foi possível testar o acesso à aplicação através de um *iPad* e de um *iPhone*, permitindo assim testar a aplicação num outro sistema operativo e num outro *browser* que não tinham sido usados durante o desenvolvimento, por falta de acesso aos dispositivos. Para além disso, foram detetadas algumas falhas e foram abordadas algumas alterações que seriam importantes.

Uma funcionalidade a implementar que se revelou importante foi a criação de *clusters* de marcadores, isto porque existem imensos pontos num curto espaço nos vários troços de cada quebra-mar. Outro pormenor relacionado com os pontos de análise de cada troço, mais concretamente com os marcadores amarelos que representam no mapa esses mesmos pontos, é o facto de que o marcador vermelho representativo da localização do utilizador pode ficar sobreposto a um dos marcadores amarelos quando a localização do utilizador estiver muito próxima de algum ponto de análise do troço. Tendo isso em conta, foi adicionada a possibilidade de esconder temporariamente o marcador vermelho. Isto facilita a seleção do ponto amarelo que se quer, que será sempre aquele que está

mais próximo do ponto vermelho, pois queremos capturar fotografias quando estamos na localização do ponto amarelo.

No formulário de preenchimento que faz o cálculo do valor do Estado Atual do troço da estrutura foi feita uma alteração para que esse valor seja recalculado e apresentado no respetivo campo, no caso de haver alguma alteração a alguma das variáveis que influenciam o valor do Estado Atual. Assim, ao invés de ter de se guardar os valores para saber se as alterações feitas vão modificar o valor do Estado Atual, basta, por exemplo, modificar o valor escolhido num *radio button* e o valor do Estado Atual será recalculado e apresentado no respetivo campo. Isto facilita a visualização do impacto das alterações feitas.

Uma outra funcionalidade que se mostrou ser bastante importante de acrescentar foi a visualização da orientação em que uma determinada fotografia foi capturada. Ao selecionar a informação referente a uma determinada fotografia, é desenhada uma linha a vermelho e um triângulo azul partindo do ponto de captura da fotografia que corresponde à orientação da mesma. Essa orientação está expressa em graus e começa a contar desde norte no sentido dos ponteiros do relógio. Ao selecionar a informação de uma outra fotografia, é redesenhada a linha e o triângulo segundo o valor da orientação da fotografia agora escolhida.

A nível de falhas concretas, há a destacar, por exemplo, o caso em que uma fotografia seja capturada e tenha o mesmo nome de uma outra fotografia que já esteja guardada na aplicação. Para prevenir esta situação, que poderia levar ao desaparecimento de fotografias e até de associações erradas de fotografias aos diversos pontos, foi tomada a seguinte medida: no caso de uma fotografia com aquele nome já existir, é alterado o nome da fotografia que foi acabada de capturar e fica assim guardada e associada ao ponto com um nome diferente de qualquer outra fotografia.

Foram ainda corrigidas algumas outras falhas associadas com o *upload* de fotografias, o que permitiu prevenir comportamentos inesperados por parte do utilizador.

5.2 Avaliação e Resultados

A avaliação da solução desenvolvida consistiu num processo com o objetivo de recolher o máximo possível de *feedback* qualitativo (avaliação formativa), com o objetivo de conseguir material para melhorias futuras, bem como avaliar o resultado da aplicação desenvolvida, ao compará-la com a avaliação sumativa.

Nas Figuras D.1, D.2, D.3, D.4 e D.5 está retratada a audiência da avaliação dos utilizadores que não pertencem ao LNEC. As Figuras E.1, E.2, E.3 e E.4 retratam a audiência da avaliação dos utilizadores que pertencem ao LNEC. Não existe uma figura que retrate a dispersão dos investigadores do LNEC por área dado que todos são formados em Engenharia Civil. Os participantes da primeira audiência são pessoas completamente alheias ao assunto do registo de informação acerca das observações visuais que são levadas a cabo periodicamente a estruturas costeiras. Já o segundo grupo são os utilizadores finais da aplicação.

Durante a avaliação foi pedido aos utilizadores que realizassem várias tarefas na aplicação desenvolvida. Algumas dessas tarefas foram pensadas para serem realizadas numa plataforma fixa, já as outras foram pensadas para serem realizadas num dispositivo móvel.

Após realizadas todas as tarefas foi pedido a cada utilizador que preenchesse um questionário. O questionário foi dividido em duas partes: a primeira parte é constituída pelo *System Usability Scale* (SUS) [3, 4]. Já a segunda parte é composta por questões específicas relacionadas com características específicas da aplicação. De notar que existem algumas questões extraordinárias para os investigadores do LNEC, bem como algumas alterações em algumas questões, dado o conhecimento que estes possuem sobre o âmbito da aplicação desenvolvida.

O *System Usability Scale* (SUS) é uma ferramenta robusta, fiável e de baixo custo para medir a usabilidade. Pode ser usado para avaliar uma vasta variedade de produtos e serviços, incluindo *hardware*, *software*, *Websites* e aplicações, fornecendo resultados de confiança. O SUS tornou-se uma norma da indústria e devido à sua validade consegue diferenciar com eficácia sistemas utilizáveis de sistemas não utilizáveis. Outra vantagem em usar o SUS é o facto de ele ser um questionário pequeno, o que leva a uma maior receptividade por parte dos utilizadores para responderem às suas questões. O SUS é composto pelas seguintes 10 frases, tendo cada uma delas uma escala de cinco pontos, que vai desde *Strongly disagree* (o valor mais baixo) a *Strongly agree* (o valor mais alto):

1. I think that I would like to use this system frequently. (Eu acho que gostaria de usar esta aplicação com frequência.)
2. I found the system unnecessarily complex. (Eu achei a aplicação desnecessariamente complexa.)
3. I thought the system was easy to use. (Eu achei a aplicação fácil de usar.)
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system. (Eu acho que precisaria da ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar a aplicação.)
5. I found the various functions in this system were well integrated. (Eu acho que as várias funções da aplicação estão bem integradas.)
6. I thought there was too much inconsistency in this system. (Eu acho que a aplicação apresenta muita inconsistência.)
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly. (Eu acredito que a maioria das pessoas aprenderia a usar esta aplicação rapidamente.)
8. I found the system very cumbersome to use. (Eu achei a aplicação muito estranha de se usar.)

9. I felt very confident using the system. (Eu senti-me muito confiante ao usar a aplicação.)
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system. (Eu precisei de aprender muitas coisas antes de conseguir usar a aplicação.)

Para se obter a pontuação do SUS, deve-se, em primeiro lugar, somar o valor de contribuição de cada ponto (frase). A contribuição de cada ponto varia entre 0 e 4. Para os pontos de número ímpar, aqueles cujas frases são formuladas positivamente, a contribuição é igual ao valor da posição da escala menos 1, enquanto que para os pontos de número par, aqueles cujas frases são formuladas de forma negativa, a contribuição é igual a 5 menos o valor da posição da escala. Após somados os valores de contribuição de cada ponto, multiplica-se esse resultado por 2.5, a fim de se obter o valor global de SUS, que varia entre 0 e 100. De notar este valor não é uma percentagem.

Segundo Sauro [30], um valor global de SUS superior a 68 é considerado acima da média, enquanto que qualquer valor abaixo de 68 está abaixo da média e portanto tem problemas de usabilidade. Segundo Bangor *et al.* [2] o valor 70 tem sido considerado o valor médio do SUS quando diferentes tipos de interface são avaliados. Contudo, as interfaces do tipo *Web* tem um valor global médio de SUS de 68 com base nos estudos que foram feitos, e então este foi o valor médio considerado na avaliação do sistema de informação geográfica *Web-based* que foi desenvolvido no contexto desta dissertação.

Apesar do SUS ter sido concebido apenas para medir a usabilidade, Lewis e Sauro [15] sugerem que podem ser derivadas duas componentes a partir do SUS - usabilidade e *learnability*. Posto isto, ambas as componentes foram consideradas para completar o valor global do SUS por forma a fornecer uma melhor percepção da usabilidade total da aplicação desenvolvida. Para se obter o valor da componente de usabilidade soma-se o valor das contribuições dos pontos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9 e no fim multiplica-se esse valor por 3.125. Já a componente da *learnability* é calculada através da multiplicação da soma das contribuições dos pontos 4 e 10 pelo valor 12.5.

O questionário original foi ligeiramente modificado, mas de forma a não interferir na sua validade e confiabilidade:

- Foram adicionadas algumas instruções iniciais, como por exemplo, no caso do utilizador não saber qual opção escolher, para optar pela opção número 3;
- Todas as 10 frases foram traduzidas para Português;
- O termo *cumbersome* foi substituído por "estranho", por ser uma palavra acessível a todas as pessoas;
- O termo "sistema" foi substituído por "aplicação" nas 10 frases;

- Foi acrescentada uma 11ª frase para os utilizadores classificarem a *user-friendliness* da aplicação entre 1 a 7 numa escala adjetiva (1 - Pior possível, 2 - Horrível, 3 - Fraca, 4 - Razoável, 5 - Boa, 6 - Excelente, 7 - Melhor possível).

A 11ª questão foi introduzida para ajudar a interpretar os valores do SUS e explicar os resultados. Com base no artigo de Bangor *et al.* [2] esta classificação adjetiva mostrou-se estar altamente relacionada com os resultados do SUS. As palavras originais sofreram algumas alterações, mas sem que essas alterações interferissem na validade e confiabilidade da questão. A expressão *worst imaginable* foi colocada como "Pior possível", *poor* foi colocada como "Fraca", OK como "Razoável" e *best imaginable* como "Melhor possível". As palavras *imaginable* foram substituídas por "possível" pois imaginável pode sugerir algo que seja inalcançável. A palavra *poor* foi colocada como "Fraca", dado que a sua tradução direta poderia não ser a mais adequada e então a palavra "Fraca" revelou-se uma opção mais viável. A palavra OK foi colocada como "Razoável", pois a conotação da palavra OK poderia sugerir que o sistema estava aceitável, o que não é o suposto, e então "Razoável" tornou-se uma melhor opção.

5.2.1 Avaliação Sumativa

Os resultados da avaliação dos utilizadores que não pertencem ao LNEC estão retratados na Tabela 5.1 e na Figura 5.1. Como se pode ver na Figura 5.1, cinco dos quatorze (35.71%) utilizadores atribuíram ao sistema uma pontuação abaixo do valor global médio de SUS de 68 para interfaces do tipo *Web*. Contudo, três desses cinco utilizadores tiveram ligeiramente abaixo do valor médio, sendo que apenas dois utilizadores tiveram de facto uma pontuação largamente inferior ao valor médio. Ainda assim, esses utilizadores classificaram a *user-friendliness* da aplicação como "Boa". Dois dos outros três utilizadores que obtiveram um resultado abaixo da média também adjetivaram a *user-friendliness* da aplicação como "Boa", ao passo que apenas os outros dois utilizadores adjetivaram como "Razoável". Na Figura 5.3 é mostrada a quantidade de utilizadores que optaram por cada um dos adjetivos.

O adjetivo melhor classificado foi o "Boa" a par com o "Excelente", ambos com 42.9%. A pontuação média do SUS foi 73.39, encontrando-se acima do valor 68, já mencionado anteriormente. A nível da usabilidade a pontuação média foi de 71.65, enquanto que a pontuação da *learnability* foi de 81.25. Com estes resultados pode-se afirmar que a aplicação foi considerada pelos utilizadores como aceitável tanto a nível de usabilidade como de *learnability*, sendo que o resultado da *learnability* leva claramente vantagem.

Os resultados da avaliação dos utilizadores do LNEC estão retratados na Tabela 5.2 e na Figura 5.2. Como se pode ver na Figura 5.2 um dos quatro (25%) utilizadores atribuiu ao sistema uma pontuação abaixo do valor global médio de SUS de 68 para interfaces do tipo *Web*. Ainda assim, esse utilizador classificou a *user-friendliness* da aplicação como "Boa". Um outro utilizador classificou também a *user-friendliness* da aplicação como

"Boa" e os restantes dois classificaram como "Excelente", como se pode observar na Figura 5.4.

Houve um empate entre o adjetivo "Boa" e o adjetivo "Excelente", ambos com 50%. A pontuação média do SUS foi 84.375, encontrando-se acima do valor 68, já mencionado anteriormente. A nível da usabilidade a pontuação média foi de 84.375, bem como a pontuação da *learnability* que também foi 84.375. Com estes resultados pode-se afirmar que a aplicação foi considerada pelos utilizadores do LNEC como aceitável tanto a nível de usabilidade como de *learnability*.

Tabela 5.1: Resultados do questionário SUS

Utilizador	Classificação Adjectiva	SUS	Usabilidade	Learnability
1	Razoável	62.5	53.125	100
2	Excelente	95	96.875	100
3	Razoável	65	59.375	87.5
4	Boa	75	71.875	87.5
5	Boa	75	81.25	50
6	Excelente	80	84.375	62.5
7	Excelente	85	81.25	100
8	Excelente	90	87.5	100
9	Excelente	85	84.375	87.5
10	Boa	82.5	78.125	100
11	Boa	50	53.125	37.5
12	Excelente	75	75	75
13	Boa	65	59.375	87.5
14	Boa	42.5	37.5	62.5
	Média	73.39	71.65	81.25
	Máximo	95	96.875	100
	Mínimo	42.5	37.5	37.5
	Desvio Padrão	14.411	16.648	20.656

Tabela 5.2: Resultados do questionário SUS - LNEC

Utilizador	Classificação Adjectiva	SUS	Usabilidade	Learnability
1	Excelente	97.5	100	87.5
2	Boa	62.5	62.5	62.5
3	Excelente	87.5	87.5	87.5
4	Boa	90	87.5	100
	Média	84.375	84.375	84.375
	Máximo	97.5	100	100
	Mínimo	62.5	62.5	62.5
	Desvio Padrão	15.190	15.729	15.729

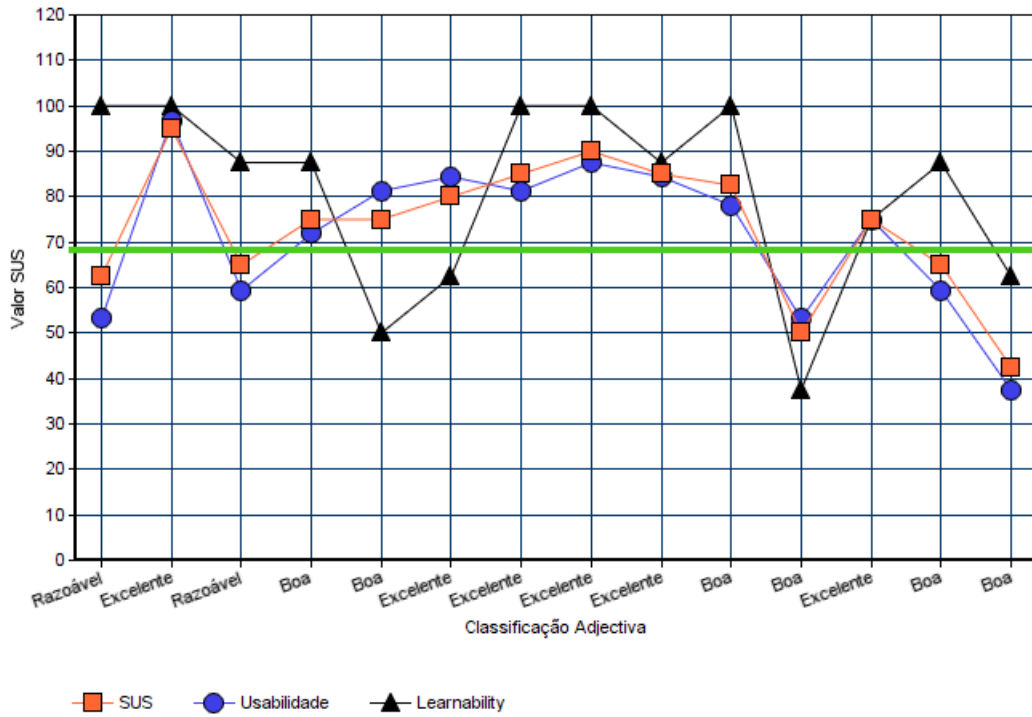


Figura 5.1: Resultados do questionário SUS

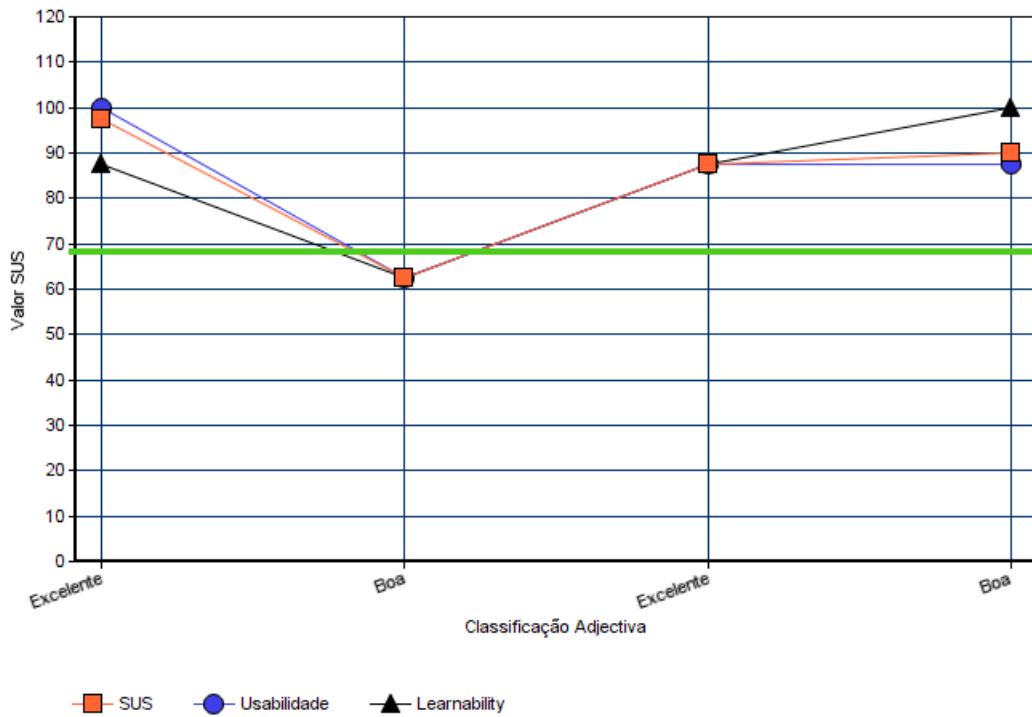


Figura 5.2: Resultados do questionário SUS - LNEC

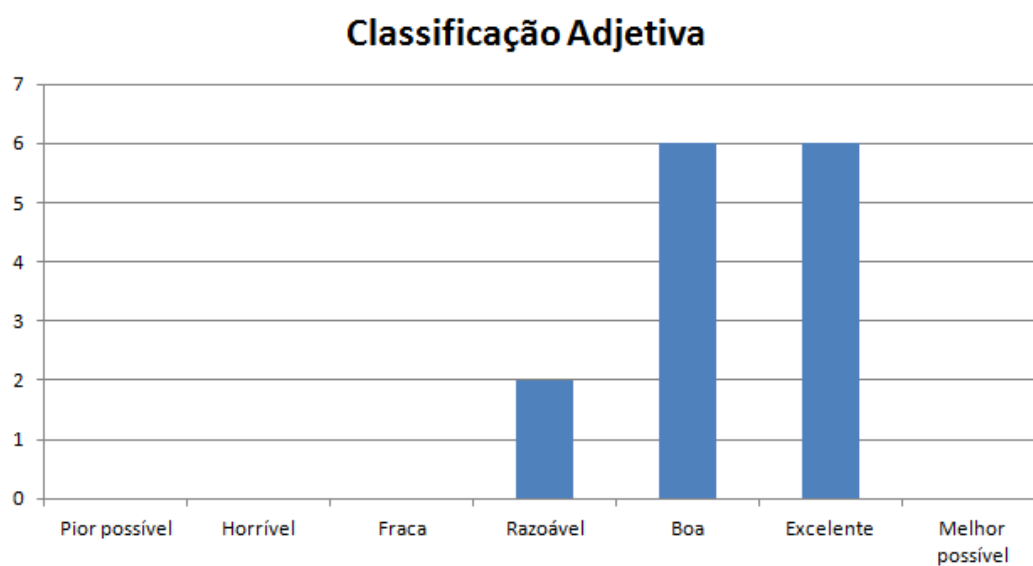


Figura 5.3: Resultado da classificação adjetiva por parte dos utilizadores

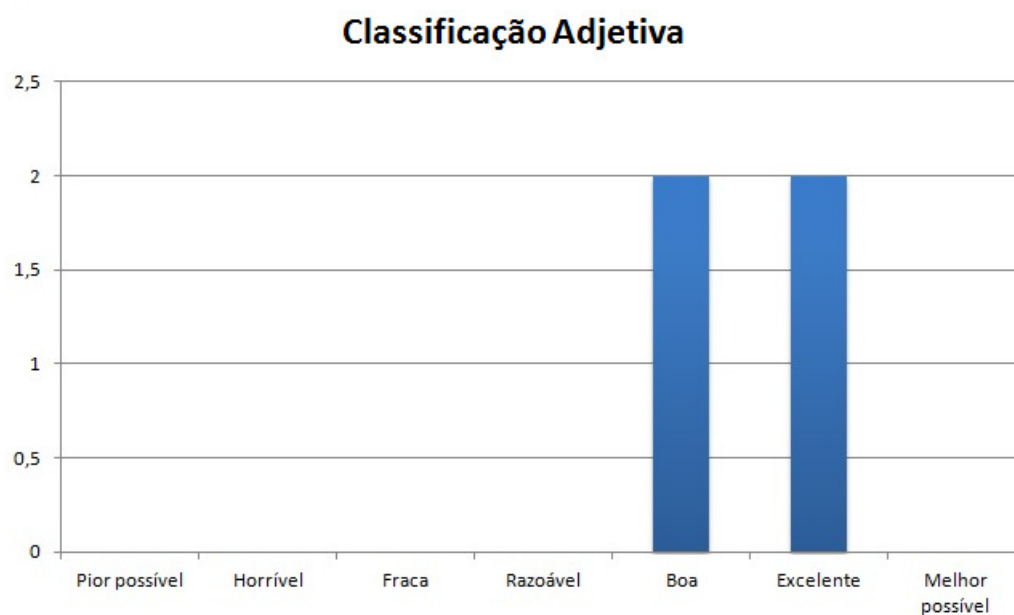


Figura 5.4: Resultado da classificação adjetiva por parte dos utilizadores - LNEC

5.2.2 Avaliação Formativa

Nesta secção são apresentados os resultados das questões por parte de utilizadores não pertencentes ao LNEC relacionadas com as características da aplicação, que corresponde à segunda parte do questionário. As Figuras encontram-se em anexo ao documento, dada a quantidade das mesmas. As Figuras F.1 e F.2 mostram os resultados referentes à facilidade de utilização da interface numa plataforma fixa e num dispositivo móvel. A interface *desktop* foi preferida em relação à interface móvel, onde as opiniões foram mais divididas.

Como se pode verificar na Figura F.3 todos os utilizadores consideraram ser fácil aperceberem-se da sua localização geográfica no mapa da aplicação.

A Figura F.4 mostra a compreensão dos utilizadores perante a situação de se poder simular a localização num outro local que não a nossa verdadeira posição geográfica. Apenas dois utilizadores (14.3%) responderam 3 (valor intermédio, não concordando nem discordando). O método como é feita a alteração da localização foi alterado consoante o *feedback* recebido. A primeira forma de o fazer era arrastando o marcador vermelho, o que se tornava num processo moroso e aborrecido pois, por vezes, era necessário fazê-lo várias vezes até se conseguir colocar o marcador no local desejado. Atualmente o utilizador usa o botão direito do rato ou mantém o dedo cerca de dois segundos no local desejado no caso se estar a aceder ao sistema através de um dispositivo móvel.

Na Figura F.5 pode ver-se que é fácil fazer com que a aplicação capture a localização do utilizador. Apenas um utilizador (7.1%) atribuiu o valor intermédio.

A Figura F.6 retrata a facilidade com que os utilizadores consideraram que se consegue criar um novo ponto no mapa. De um modo geral os utilizadores consideraram que era fácil criar um ponto, sendo que apenas dois utilizadores (14.3%) responderam com o valor intermédio.

Na Figura F.7 está retratada a facilidade com que os utilizadores capturaram uma fotografia e a associaram a um ponto. Um utilizador (7.1%) discordou totalmente que fosse fácil, um outro utilizador (7.1%) discordou que fosse fácil e ainda um outro utilizador (7.1%) respondeu com o valor intermédio. Contudo, oito utilizadores (57.1%) concordaram totalmente com a facilidade de captura e associação de uma fotografia a um ponto. Com o *feedback* recolhido por parte dos utilizadores, o botão que permite escolher/capturar uma fotografia teve a sua posição alterada. Inicialmente o utilizador carregava num ponto, abrindo assim o *pop-up* correspondente, e podia encontrar o botão de escolher/capturar uma fotografia em baixo do mapa. O botão passou a estar presente no *pop-up* que se abre ao escolher um ponto.

A Figura F.8 mostra que apenas um utilizador (7.1%) escolheu o valor intermédio. Com isto, pode-se afirmar que capturar uma fotografia e associá-la a um ponto é uma funcionalidade útil, já que 50% dos utilizadores concordaram totalmente com a afirmação.

Na Figura F.9 pode ver-se facilmente que os utilizadores consideraram ser bastante fácil visualizar as fotografias que estão associadas a um ponto, sendo que apenas um utilizador (7.1%) discordou.

A tarefa retratada na Figura F.10 já dividiu algumas opiniões, no entanto ninguém considerou ser difícil registar informação referente a uma nova observação visual, mas os resultados foram mais divididos. Ainda assim (50%) dos utilizadores concordou totalmente com a facilidade com que se consegue realizar esta tarefa.

Na Figura F.11 nota-se que as opiniões se voltaram a dividir. Um utilizador (7.1%) discordou com a facilidade de acesso à informação que diz respeito às observações visuais realizadas. Três utilizadores (21.4%) atribuíram o valor intermédio, três outros utilizadores (21.4%) concordaram e os restantes sete utilizadores (50%) concordaram totalmente.

A Figura F.12 revela a grande facilidade com que se consegue aceder à informação sobre um troço de uma estrutura. Apenas um utilizador (7.1%) atribui o valor intermédio. Dois outros utilizadores concordaram com a facilidade da tarefa, ao passo que os restantes onze utilizadores (78.6%) concordaram totalmente que a tarefa seja fácil de realizar.

Na Figura F.13 dois utilizadores (14.3%) atribuíram o valor intermédio relativamente à forma como é apresentada a informação referente a um troço, sendo que outros cinco utilizadores (35.7%) concordaram com esta forma de apresentação de informação e os restantes sete utilizadores (50%) concordaram totalmente. A avaliação levou a uma alteração na própria imagem para se conseguir realçar as várias secções sobre as quais se pode carregar. Foram também adicionadas unidades quando tal se mostra importante para os diversos dados que estão presentes nas secções.

A Figura F.14 mostra que é importante poder editar a informação de uma observação ou de um troço de uma estrutura. Seis utilizadores (42.9%) concordaram com a importância e os outros oito utilizadores (57.1%) concordaram totalmente com a importância da possibilidade de editar a informação. Por sugestão de um investigador do LNEC, no caso de uma observação, foi acrescentado um botão de editar a observação. Por *default*, observações de anos anteriores ao ano corrente tem a edição dos seus dados desabilitadas para prevenir alguma alteração por lapso. O botão editar vem permitir fazer alterações que sejam necessárias, mas de uma forma mais segura.

Vão agora ser abordados os resultados do questionário para as questões respondidas pelos técnicos do LNEC. Na Figura G.1 podemos observar que a aplicação foi considerada fácil de utilizar num computador. Na Figura G.2 pode-se constatar que a aplicação também é considerada fácil de utilizar num dispositivo móvel, sendo que ainda assim foi preferida pelos utilizadores a sua utilização numa plataforma fixa.

A Figura G.3 mostra como os utilizadores do LNEC consideraram fácil aperceberem-se da localização no mapa. A Figura G.4 mostra como consideraram fácil alterar a localização, ainda que não tão fácil como aperceber-se da mesma. Na Figura G.5 observa-se a facilidade com que se faz a aplicação localizar o utilizador. Segundo a Figura G.6 criar um ponto novo no mapa é também uma tarefa acessível. Na Figura G.7 um utilizador (25%) optou pelo valor intermédio, não concordando com a facilidade de capturar e associar uma fotografia a um ponto. A alteração do botão de captura/escolha de fotografia que já foi mencionada anteriormente aquando a mesma questão a utilizadores que não sejam do LNEC, veio melhorar a usabilidade desta funcionalidade.

Pela Figura G.8 podemos inferir que é fácil visualizar as fotografias que estão associadas a um ponto. A Figura G.9 mostra como é fácil registrar informação referente a uma nova observação visual. Na Figura G.10 todos os quatro utilizadores do LNEC concordaram com a facilidade de se aceder à informação referente a observações visuais realizadas, o qual é um dos principais pontos de relevância do sistema desenvolvido.

A Figura G.11 mostra como é fácil aceder à informação referente a um troço. A Figura G.12 mostra a grande importância que tem poder-se alterar o *shapefile*, fazendo *upload* de um novo ficheiro .zip com os vários ficheiros do formato *shapefile* necessários, para garantir a inclusão de futuras estruturas costeiras que venham a ter de ser tidas em conta. A Figura G.13 destaca a importância do algoritmo que foi desenvolvido para se detetar o troço em que o utilizador se encontra, sendo que todos os quatro utilizadores responderam com o valor máximo. A Figura G.14 mostra como é considerado importante pelos utilizadores do LNEC poder criar um novo ponto a partir do qual se capturam fotografias.

Na Figura G.15 vê-se a importância de poder criar uma nova observação visual, sendo esta funcionalidade crucial no sistema. A Figura G.16 revela a facilidade com que se acede ao Estado de Evolução e de Risco de um troço, valores chave para se determinar a necessidade de obras de reparação ou manutenção nas estruturas costeiras. Na Figura G.17 é mostrada a importância da leitura dos metadados das imagens para se saber o local exato de onde foi capturada a fotografia e a altitude e orientação da mesma.

Por fim, na Figura G.18, pode-se constatar que esta ferramenta vem proporcionar um método de avaliação das estruturas vantajoso quando comparado com o método anterior, onde a recolha de informação durante as observações visuais é feita em papel e não existe uma plataforma que integre todas as funcionalidades envolvidas neste processo de observação de estruturas costeiras.

5.3 Conclusão

Os objetivos principais do processo de avaliação, recolher *feedback* qualitativo dos utilizadores para melhorar a aplicação e a validação da aplicação foram atingidos. Apesar do número total de utilizadores, 18, que testaram a aplicação não ser muito elevado, os resultados mostraram que, no geral, os utilizadores estão satisfeitos com a aplicação, já que o valor médio de SUS obtido tanto pelos utilizadores que não pertencem ao LNEC, como pelos utilizadores do LNEC que são os utilizadores finais do sistema, foi superior ao valor considerado médio quando se trata de interfaces *Web*, que é 68. Também os valores das duas componentes que se podem derivar do SUS, usabilidade e *learnability* foram superiores ao valor médio 68, por ambos os grupos de utilizadores que testaram o sistema.

Dado que o sistema teve algumas funcionalidades pensadas para serem utilizadas no local das estruturas, a avaliação pode ter sido um pouco condicionada dado que os utilizadores simulavam a sua posição no local das mesmas, o que pode ter causado alguma

estranheza a alguns utilizadores que não compreendessem tão bem que tal não seria necessário se se encontrassem presentes numa estrutura.

O *feedback* dos utilizadores foi muito importante não só por mencionarem as dificuldades que tiveram, mas também por fazerem sugestões de melhorias na aplicação de modo a suprimir essas dificuldades.

Existem duas funcionalidades a destacar resultantes do processo de avaliação com os investigadores do LNEC. Uma delas foi o *upload* de fotografias sem necessitar de escolher qualquer ponto. Dado que as fotografias capturadas com extensão .jpg possuem metadados, através dos valores de latitude e longitude presentes nos mesmos são criados os pontos necessários. Se já existir um ponto nesse mesmo local ou num local muito próximo, para ter em conta alguma incerteza do GPS ou no caso do utilizador capturar a fotografia ligeiramente ao lado do ponto, essa fotografia fica associada a esse ponto já existente.

Por fim, e dada a sensibilidade dos dados presentes na aplicação, foi acrescentado um sistema de autenticação a fim de permitir que só os utilizadores autorizados possam aceder à aplicação e ter total acesso para visualizar e alterar os dados das estruturas.

CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Este capítulo sumariza o que foi levado a cabo durante o desenvolvimento desta dissertação e o que foi alcançado graças à mesma. Para além disso, são também feitas algumas sugestões que podem vir a ser adicionadas posteriormente por forma a melhorar o sistema desenvolvido.

6.1 Conclusões

O foco desta dissertação foi o desenvolvimento de um sistema de informação geográfica *Web-based* que permite a visualização de estruturas costeiras, nomeadamente quebra-mares, que estão georreferenciados, e a associação de dados aos mesmos que se revelem importantes para se poder determinar o estado de deterioração da estrutura. Estão também associados dados que representam as características da estrutura como, por exemplo, as suas dimensões físicas. Tendo em conta as observações visuais periódicas que são levadas a cabo por investigadores do LNEC às estruturas, a interface adapta-se tanto a uma plataforma fixa como a um dispositivo móvel.

O volume de dados a nível do formato *shapefile*, tanto durante o desenvolvimento como durante a fase de avaliação do sistema, foi de 10 troços pertencentes a 3 estruturas costeiras diferentes numa fase inicial do desenvolvimento do sistema e 139 troços pertencentes a 34 estruturas costeiras diferentes na fase final do projeto. Na base de dados estão armazenadas cerca de 1000 observações visuais realizadas até à data pelos investigadores do LNEC.

O conjunto de requisitos foi definido em conjunto com investigadores do LNEC. O estudo do estado de arte das áreas relacionadas e de trabalhos relevantes ao trabalho a ser desenvolvido mostrou-se importante, a fim de entender a importância das estruturas e a relevância dos requisitos que foram definidos para serem integrados na aplicação.

Foi levado a cabo um estudo das tecnologias disponíveis atualmente, de forma a entender quais as tecnologias mais apropriadas para o desenvolvimento da aplicação. Tanto os requisitos como as tecnologias acabaram por resultar de um processo iterativo que ocorreu com o desenvolver da tese. No caso dos requisitos, foram acrescentados alguns durante uma primeira fase da validação junto dos investigadores do LNEC. No caso das tecnologias, com o início da elaboração da dissertação foi feita uma definição da arquitetura a utilizar e ficou definido utilizar a *framework* de PHP Laravel, permitindo assim um desenvolvimento segundo o modelo MVC.

A aplicação foi avaliada positivamente pelos investigadores do LNEC estando atualmente em processo de instalação nos servidores do Laboratório.

O processo de avaliação contou com 4 investigadores do LNEC e com 14 pessoas alheias ao mesmo. Apesar do número de participantes não ser muito grande, foi possível testar a aplicação com utilizadores de algumas áreas distintas, permitindo compreender como determinados tipos de utilizadores se comportam ao utilizar a aplicação.

Houve algumas alterações que vieram melhorar a aplicação. O *feedback* fornecido pelos utilizadores foi muito importante para melhorar a aplicação, não só ao apontarem as dificuldades sentidas durante o uso da aplicação, mas também ao fazerem sugestões para ultrapassar essas dificuldades. Com base na avaliação sumativa, pode-se afirmar que a aplicação é utilizável.

Para sumarizar, a aplicação desenvolvida fornece um novo método de recolha de informação durante uma inspeção visual, fornecendo uma boa visualização dos dados recolhidos, enquanto permite facilmente editá-los. Com as fotografias e os vídeos capturados, a aplicação consegue fornecer uma boa visualização do estado das estruturas costeiras, podendo aceder-se a valores que quantificam o estado dessas mesmas estruturas.

Todos os objetivos inicialmente propostos foram atingidos e a avaliação efetuada permitiu verificar a facilidade de utilização do sistema desenvolvido.

6.2 Trabalho Futuro

Em relação às observações visuais, seria interessante completar as secções das inspeções submarinas e do cais. Não só a nível de criação de campos na base de dados mas também de fórmulas para calcular os Estados destas secções. No entanto, isto está dependente do LNEC, principalmente a nível das fórmulas.

No que diz respeito à utilização da aplicação por parte de diferentes sistemas operativos, foi detetado que no caso em que a aplicação é acedida por um dispositivo cujo sistema operativo seja o iOS; ao capturar uma fotografia para ser associada a um ponto, não é possível fazer-se logo o *upload* da mesma. Ao invés disso, é necessário escolher uma fotografia já capturada anteriormente para o *upload* do ficheiro acontecer sem qualquer problema.

As estruturas representadas no mapa são todas elas quebra-mares. Seria interessante alargar o tipo de estruturas apresentadas para outras que também merecessem que seja

mantido um registo do seu estado a fim de se conseguir determinar a necessidade de obras de manutenção e reparação nas mesmas.

Uma funcionalidade que seria interessante acrescentar ao sistema era uma forma de acrescentar novas colunas à base de dados através do próprio sistema. Isto porque pode ser necessário armazenar nova informação em relação às estruturas que atualmente não esteja a ser tida em conta.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *About OGC*. <http://www.opengeospatial.org/ogc>. (visitado em 2016-12-29).
- [2] A. Bangor, P. Kortum e J. Miller. "Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale". Em: *J. Usability Studies* 4.3 (mai. de 2009), pp. 114–123. ISSN: 1931-3357. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2835587.2835589>.
- [3] J. Brooke. "*SUS-A quick and dirty usability scale.*" *Usability evaluation in industry*. ISBN: 9780748404605. CRC Press, 1996. URL: <https://www.crcpress.com/product/isbn/9780748404605>.
- [4] J. Brooke. "SUS: A Retrospective". Em: *J. Usability Studies* 8.2 (fev. de 2013), pp. 29–40. ISSN: 1931-3357. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2817912.2817913>.
- [5] *Cartographic Communication*. http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/cartocom/cartocom_f.html. (visitado em 2016-12-29).
- [6] a. Y. Chen, S. Foltz, Z. Aziz, F. Peña-Mora e a. Plans. "Building assessment during disaster response and recovery". Em: *Proceedings of the ICE - Urban Design and Planning* 161.4 (2008), pp. 183–195. ISSN: 1755-0793. DOI: [10.1680/udap.2008.161.4.183](https://doi.org/10.1680/udap.2008.161.4.183).
- [7] C. J. Fortes. "*A Engenharia Costeira e Portuária. Generalidades*". Módulo do curso "Conceitos sobre Modelação Física de Obras Marítimas", realizado no LNEC. Set. de 2013.
- [8] C. J. Fortes. "*Infraestruturas portuárias de proteção*". Módulo do Curso "Gestão Integrada das Zonas Costeiras". Abr. de 2015.
- [9] W. R. Franklin. *PNPOLY - Point Inclusion in Polygon Test W. Randolph Franklin (WRF)*. 2016. URL: https://www.ecse.rpi.edu/~wrf/Research/Short_Notes/pnpoly.html.
- [10] *GIS Analyses of Snow's Map*. <https://www.udel.edu/johnmack/frec682/cholera/cholera2.html>. (visitado em 2016-12-29).
- [11] A. Guttman. "R-trees: A Dynamic Index Structure for Spatial Searching". Em: *SIG-MOD Rec.* 14.2 (jun. de 1984), pp. 47–57. ISSN: 0163-5808. DOI: [10.1145/971697.602266](https://doi.org/10.1145/971697.602266). URL: <http://doi.acm.org/10.1145/971697.602266>.

- [12] M. Hampe e V. Paelke. "Adaptive maps for mobile applications". Em: *Mobile Maps 2005 Interactivity and Usability of Map-based Mobile Services* (2005). Ed. por Springer, pp. 1–8.
- [13] R. Lemos e J. A. Santos. *ANOSOM - Análise de Observação Sistemática de Obras Marítimas*. 5^{as} Jornadas de Engenharia Costeira e Portuária. 2007.
- [14] R. Lemos e J. A. Santos. *Análise de observação sistemática de obras marítimas - ANOSOM. Base de dados de Inspeções de Quebra-mares de Taludes*. Lisboa, Relatório 301/07 NPE, LNEC. 2007.
- [15] J. R. Lewis e J. Sauro. "The Factor Structure of the System Usability Scale". Em: *Proceedings of the 1st International Conference on Human Centered Design: Held As Part of HCI International 2009*. HCD 09. San Diego, CA: Springer-Verlag, 2009, pp. 94–103. ISBN: 978-3-642-02805-2. DOI: 10.1007/978-3-642-02806-9_12. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02806-9_12.
- [16] R. Li, K. W. Bedford, C. K. Shum, X. Niu, F. Zhou, V. Velissariou, J. R. Ramirez e A. Zhang. "Digitalization of coastal management and decision making supported by multi-dimensional geospatial information and analysis." Em: *DG.O*. Ed. por L. M. L. Delcambre e G. Giuliano. Vol. 89. ACM International Conference Proceeding Series. Digital Government Research Center, 2005, pp. 219–220. URL: <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/dgo/dgo2005.html>.
- [17] P. A. Longley, M. L. Goodchild, M. Rhind e D. W. Rhind. *Coordinate systems and map projections for GIS*. 1991. URL: <http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/volumes.html>.
- [18] P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire e D. W. Rhind. *Geographic Information Systems and Science*. Wiley Publishing, 2010. ISBN: 9780470721445.
- [19] R. Looije, G. M. te Brake e M. A. Neerincx. "Usability engineering for mobile maps". Em: *International Conference On Mobile Technology, Applications, And Systems 07* (2007), p. 7. DOI: 10.1145/1378063.1378150. URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1378063.1378150>.
- [20] A. M. MacEachren e M.-J. Kraak. "Research Challenges in Geovisualization". Em: *Cartography and Geographic Information Science* 28.1 (2001). Ed. por A. C. on Surveying e Mapping, pp. 3–12. URL: dx.doi.org/10.1559/152304001782173970.
- [21] A. M. MacEachren e M. J. Kraak. "Exploratory Cartographic Visualisation: Advancing the Agenda". Em: *The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation* 23.4 (2011). Ed. por Wiley Blackwell, pp. 83–88. ISSN: 00983004. DOI: 10.1002/9780470979587.ch11.
- [22] E. Marcotte. *Responsive Web Design*. 2010. ISBN: 9780984442577. DOI: 10.11635/2319-9954/1/1/18. URL: <http://alistapart.com/article/responsive-web-design>.

- [23] N. Marujo, A. Valle, J. Caldeira, A. Teixeira e M. Araújo. "Gestão, monitorização e inspeção de obras marítima". 8^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária LNEC. Out. de 2013.
- [24] V. Mathiyalagan, S. Grunwald, K. Reddy e S. Bloom. "A WebGIS and geodatabase for Florida's wetlands". Em: *Computers and Electronics in Agriculture* 47.1 (2005), pp. 69–75. ISSN: 01681699. DOI: 10.1016/j.compag.2004.08.003. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169904001188>.
- [25] L Meng. "Missing theories and methods in digital cartography". Em: *21st International Cartographic Conference* August (2003), pp. 1887–1893.
- [26] N. Oliveira, R. Lemos, J. P. Simões e L. G. Silva. "Benefícios associados à observação sistemática de obras marítimas em Portugal continental". Em: *4^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária* (2005), p. 17.
- [27] A. Pires, A. Gomes e H. Chaminé. "Dynamics of Coastal Systems Using GIS Analysis and Geomaterials Evaluation for Groins". Em: *Environmental Engineering Geoscience*. Vol. 15. 2009, pp. 245–260.
- [28] "Responsive Web Design". Em: *Internet document* 306 (2010). ISSN: 07254415. URL: <http://courses.iicm.tugraz.at/iaweb/surveys/ws2011/g3-survey-resp-web-design.pdf>.
- [29] T. L. Sarjakoski e T. Sarjakoski. "Encyclopedia of GIS". Em: ed. por S. Shekhar e H. Xiong. Boston, MA: Springer US, 2008. Cap. User Interfaces and Adaptive Maps, pp. 1205–1212. ISBN: 978-0-387-35973-1. DOI: 10.1007/978-0-387-35973-1_1431. URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-35973-1_1431.
- [30] J. Sauro. *Measuring Usability With The System Usability Scale (SUS)*. URL: <http://www.measuringu.com/sus.php>.
- [31] A. G. Sextos, A. J. Kappos e K. C. Stylianidis. "Computer-aided pre- and post-earthquake assessment of buildings involving database compilation, GIS visualization, and mobile data transmission". Em: *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 23.1 (2008), pp. 59–73. ISSN: 10939687. DOI: 10.1111/j.1467-8667.2007.00513.x.
- [32] *What is GIS*. <http://www.esri.com/what-is-gis>. (visitado em 2016-12-29).
- [33] M. Worboys e M. Duckham. *GIS: A Computing Perspective, 2nd Edition*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Inc., 2004. ISBN: 0415283752.

A P Ê N D I C E



TESTE DE USABILIDADE

ANOSOM

Teste de Usabilidade

Este teste serve para avaliar uma aplicação que tem como principal objetivo a inserção de informação recolhida em observações visuais que são levadas a cabo periodicamente a estruturas costeiras.

Informação essa que pode ser texto ou fotografias referentes a troços de Quebra-mares. Posteriormente o acesso a essa informação permite analisar o estado das estruturas costeiras para se concluir se são precisas ou não obras de manutenção ou reparação nas mesmas.

Este teste consiste na realização de algumas tarefas tanto num computador como num dispositivo móvel. Antes de começar o teste leia a secção “Notas”. É recomendável que vá comentando verbalmente as ações que vai realizando, pois dessa forma consegue-se *feedback* importante.

Notas

- **Geometrias Azuis:** representam troços de quebra-mares. Só aparecem no mapa após *upload* de um *shapefile*.
- **Marcadores Amarelos:** representam pontos a partir dos quais são capturadas fotografias.
- **Marcador Vermelho:** indica a localização do utilizador. É possível arrastá-lo para simular a sua localização em outro local.
- **Botões “Criar Observação” e “Criar Ponto”:** só se pode criar uma observação quando nos encontramos num troço. Da mesma forma só se podem criar pontos sobre troços.
- **Botão da localização:** ao carregar neste botão a aplicação detecta a localização do utilizador. A cada 10 segundos a posição é atualizada. Ao carregar novamente, a atualização da posição do utilizador é desligada.
- **Associar uma fotografia a um ponto:** para associar uma fotografia a um ponto é preciso carregar no ponto que se pretende, escolher/capturar uma imagem/fotografia, proceder de acordo com o dispositivo usado, e por fim fazer *upload*.

Tarefas no computador

1. Faça *upload* do ficheiro *shapefile* (Trocós.zip) que lhe foi fornecido para a aplicação.
2. Escolha um troço e aceda à informação do mesmo.
3. Aceda à informação sobre a “BANQUETA DO PE DO TALUDE”. Altere um dos seus valores e guarde.
4. Mude para um outro troço da mesma estrutura. Aceda agora à informação sobre uma observação da data que preferir.
5. Aceda à informação sobre a Superestrutura, escreva algo nas Observações e guarde. Vá novamente ao separador “Superestrutura” para verificar que o que escreveu ficou guardado.

Tarefas no dispositivo móvel

1. Mude a sua localização para um troço à sua escolha. Repare que agora já se encontra um valor na caixa “Troço”. Crie agora um ponto na localização onde se encontra.
2. Associe uma fotografia ao ponto que acabou de criar. Aguarde um pouco enquanto o *upload* é feito. Quando acabar vai ver uma mensagem de confirmação.
3. Escolha novamente o ponto que criou e visualize a fotografia que associou. Depois volte para o mapa.
4. Mude novamente a sua localização para um troço à sua escolha. Crie uma observação em relação a esse troço. Preencha alguns dados, excepto o Grau do estado e a Descrição que estão desabilitados, no separador em que se encontra (“Manto Resistente”) e guarde. Vai depois ser redireccionado para a informação do troço sobre o qual fez a observação.
5. Aceda à informação sobre a observação que acabou de criar. Confirme que os dados foram guardados e repare na atribuição de um grau e de uma descrição ao Manto Resistente consoante os dados que foram inseridos. Depois volte para o mapa.
6. Mude a sua localização para um local à sua escolha. Ligue a localização e repare no marcador a atualizar para o local correspondente à sua localização.

APÊNDICE



QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

ANOSOM - Questionário de avaliação

Este é um questionário anónimo que tem como finalidade testar a usabilidade de uma aplicação desenvolvida numa tese de Mestrado. A aplicação tem como principal objectivo a inserção de informação recolhida em observações visuais que são levadas a cabo periodicamente a estruturas costeiras. Informação essa que pode ser texto ou fotografias referentes a troços de quebra-mares. Posteriormente o acesso a essa informação permite analisar o estado das estruturas costeiras para se concluir se são precisas ou não obras de manutenção ou reparação nas mesmas. A informação pessoal será utilizada apenas para fins estatísticos.

*Obrigatório

Área de formação *

A sua resposta

Idade *

A sua resposta

Sexo *

Masculino

Feminino

Tem experiência com computadores? *

- Sim
- Não

Tem experiência com smartphones/tablets? *

- Sim
- Não

ANOSOM - Questionário de avaliação

System Usability Scale (SUS)

Nas próximas 10 questões escolha a opção que lhe pareça mais acertada. Não perca demasiado tempo em cada questão. Na dúvida opte pela opção número 3.

Eu acho que gostaria de usar esta aplicação com frequência. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu achei a aplicação desnecessariamente complexa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu achei a aplicação fácil de usar. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acho que precisaria da ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar a aplicação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acho que as várias funções da aplicação estão muito bem integradas. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acho que a aplicação apresenta muita inconsistência. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acredito que a maioria das pessoas aprenderão a usar esta aplicação rapidamente. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu achei a aplicação muito estranha de se usar. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu senti-me muito confiante ao usar a aplicação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu precisei de aprender muitas coisas antes de conseguir usar a aplicação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

No geral, classificaria a "user-friendliness" desta aplicação como: *

- Pior possível
- Horrível
- Fraca
- Razoável
- Boa
- Excelente
- Melhor possível

ANOSOM - Questionário de avaliação

A aplicação é fácil de usar num computador. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

A aplicação é fácil de usar num dispositivo móvel. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil aperceber-me da minha localização no mapa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É útil poder simular a minha localização num outro local. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É simples fazer a aplicação localizar-me. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil criar um novo ponto no mapa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Tirar uma fotografia e associá-la a um ponto é fácil. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

A funcionalidade de tirar uma fotografia e associá-la a um ponto de um troço é útil.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil visualizar as fotografias associadas a um ponto. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil registar a informação referente a uma nova observação visual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil aceder à informação referente a observações visuais realizadas. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil aceder à informação referente a um determinado troço. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

A forma como é apresentada a informação referente a um troço é adequada.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É importante poder editar a informação de uma observação e/ou de um troço.

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Sentiu alguma dificuldade ao utilizar a aplicação? *

- Sim
- Não

Se respondeu sim à questão anterior, explique as dificuldades que encontrou.

A sua resposta

Sugestões para melhorar a aplicação:

A sua resposta

SUBMETER



QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO - LNEC

ANOSOM - Questionário de avaliação

Este é um questionário anónimo que tem como finalidade testar a usabilidade de uma aplicação desenvolvida numa tese de Mestrado. A aplicação tem como principal objectivo a inserção de informação recolhida em observações visuais que são levadas a cabo periodicamente a estruturas costeiras. Informação essa que pode ser texto ou fotografias referentes a troços de quebra-mares. Posteriormente o acesso a essa informação permite analisar o estado das estruturas costeiras para se concluir se são precisas ou não obras de manutenção ou reparação nas mesmas. A informação pessoal será utilizada apenas para fins estatísticos.

*Obrigatório

Área de formação *

A sua resposta

Idade *

A sua resposta

Sexo *

Masculino

Feminino

Tem experiência com computadores? *

Sim

Não

Tem experiência com smartphones/tablets? *

Sim

Não

ANOSOM - Questionário de avaliação

System Usability Scale (SUS)

Nas próximas 10 questões escolha a opção que lhe parece mais acertada. Não perca demasiado tempo em cada questão. Na dúvida opte pela opção número 3.

Eu acho que gostaria de usar esta aplicação com frequência. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu achei a aplicação desnecessariamente complexa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu achei a aplicação fácil de usar. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acho que precisaria da ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar a aplicação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acho que as várias funções da aplicação estão muito bem integradas. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acho que a aplicação apresenta muita inconsistência. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu acredito que a maioria das pessoas aprenderão a usar esta aplicação rapidamente. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu achei a aplicação muito estranha de se usar. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu senti-me muito confiante ao usar a aplicação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Eu precisei de aprender muitas coisas antes de conseguir usar a aplicação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

No geral, classificaria a "user-friendliness" desta aplicação como:

- Pior possível
- Horrível
- Fraca
- Razoável
- Boa
- Excelente
- Melhor possível

ANOSOM - Questionário de avaliação

A aplicação é fácil de usar num computador. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

A aplicação é fácil de usar num dispositivo móvel. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil aperceber-me da minha localização no mapa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil alterar a minha localização. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É simples fazer a aplicação localizar-me. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil criar um novo ponto no mapa. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Tirar uma fotografia e associá-la a um ponto é fácil. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Sentiu alguma dificuldade ao utilizar a aplicação? *

Sim

Não

Se respondeu sim à questão anterior, explique as dificuldades que encontrou.

A sua resposta

Sugestões para melhorar a aplicação:

A sua resposta

ANOSOM - Questionário de avaliação

Esta última secção de questões é para ser respondida apenas por técnicos que virão a utilizar a aplicação.

A possibilidade de alterar o shapefile que está sobreposto no mapa é importante porque oferece escalabilidade à aplicação. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Saber em que troço de um quebra-mar me encontro é útil. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Poder criar pontos novos no mapa é importante. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É importante poder criar uma nova observação visual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É fácil aceder ao Estado de Evolução e de Risco de um troço. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

É importante os metadados da imagem ficarem guardados sem necessitar de introdução manual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

O método de avaliação que a aplicação permite é vantajoso face ao método usado actualmente. *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

SUBMETER



PERFIL DOS UTILIZADORES

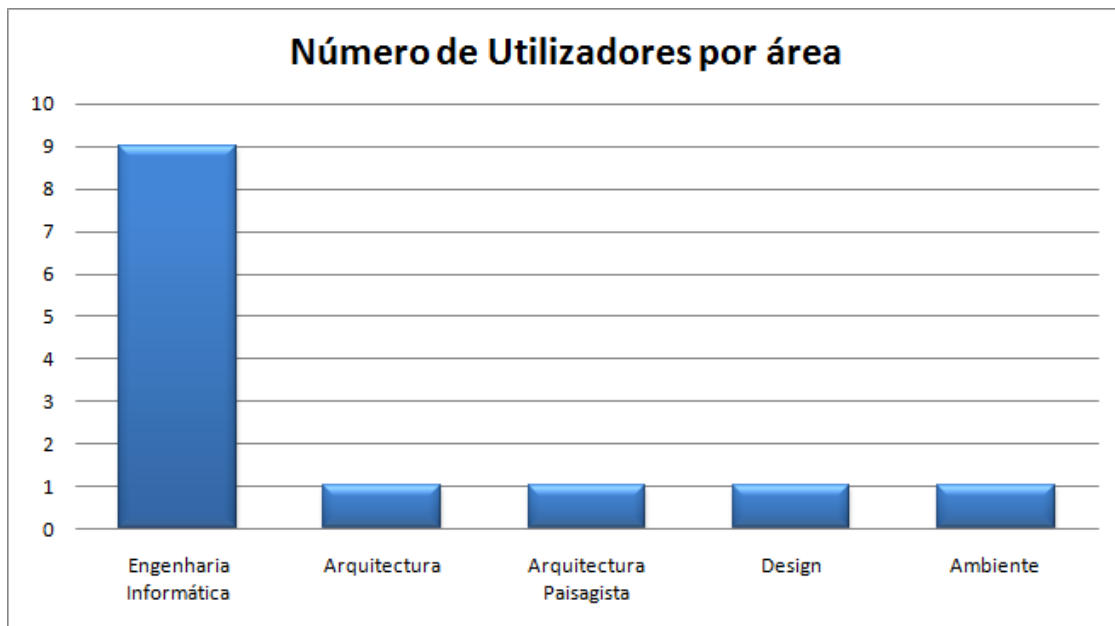


Figura D.1: Área de formação dos utilizadores.

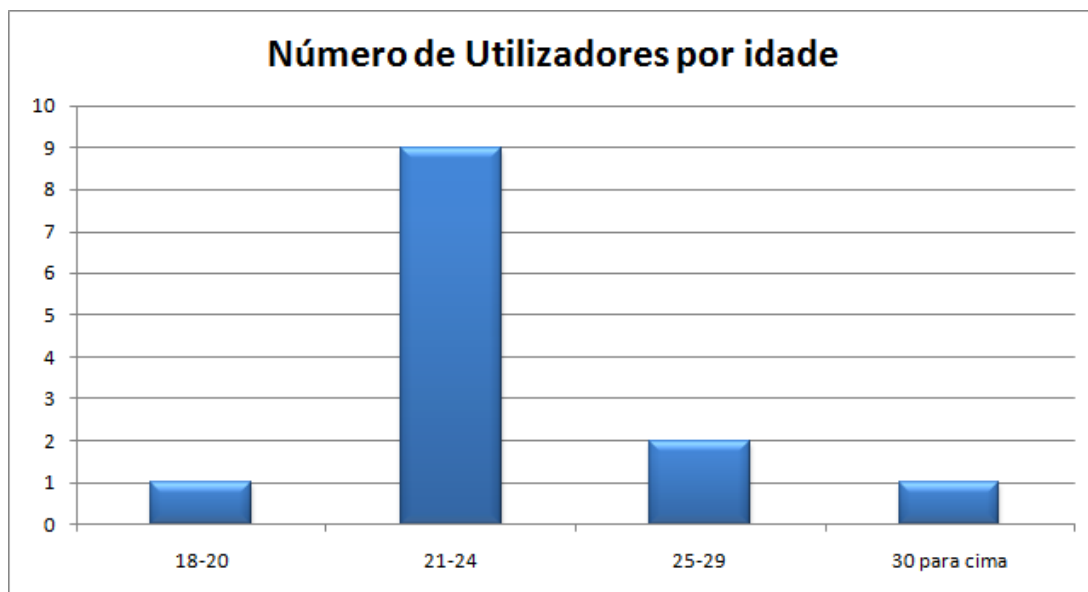


Figura D.2: Idade dos utilizadores.

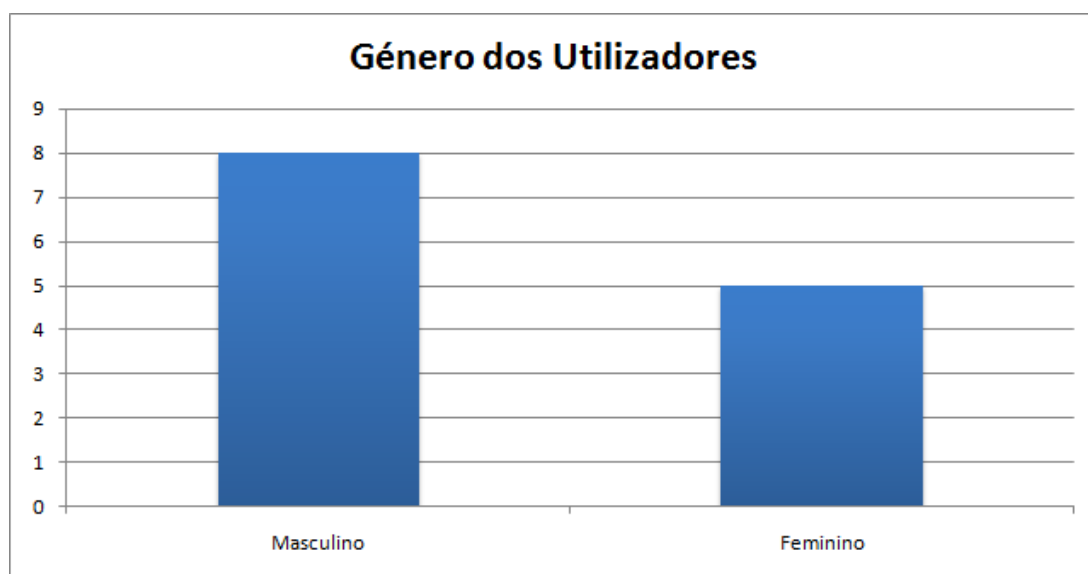


Figura D.3: Género dos utilizadores.

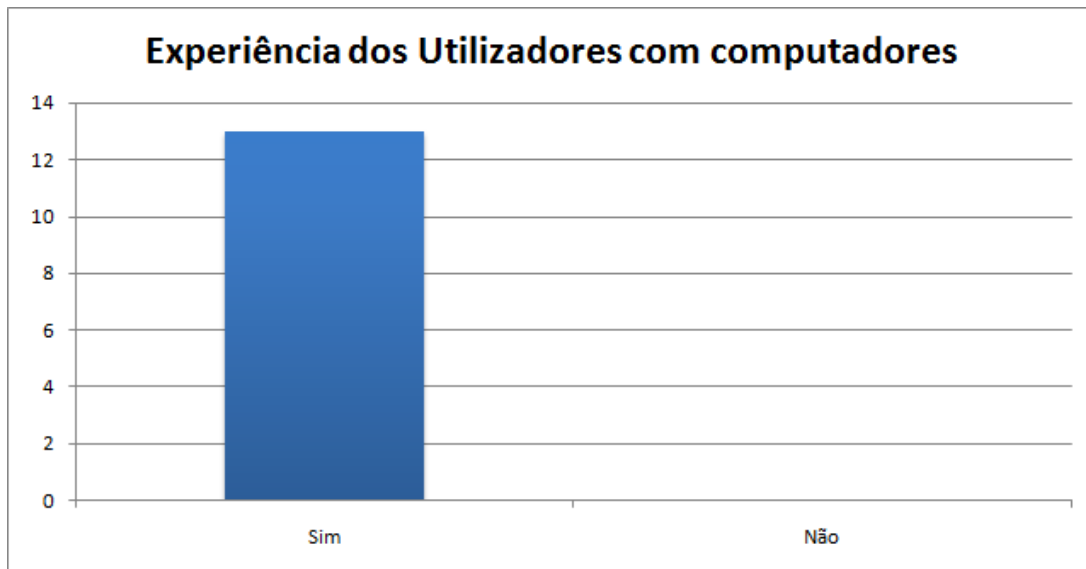


Figura D.4: Experiência dos utilizadores com computadores.

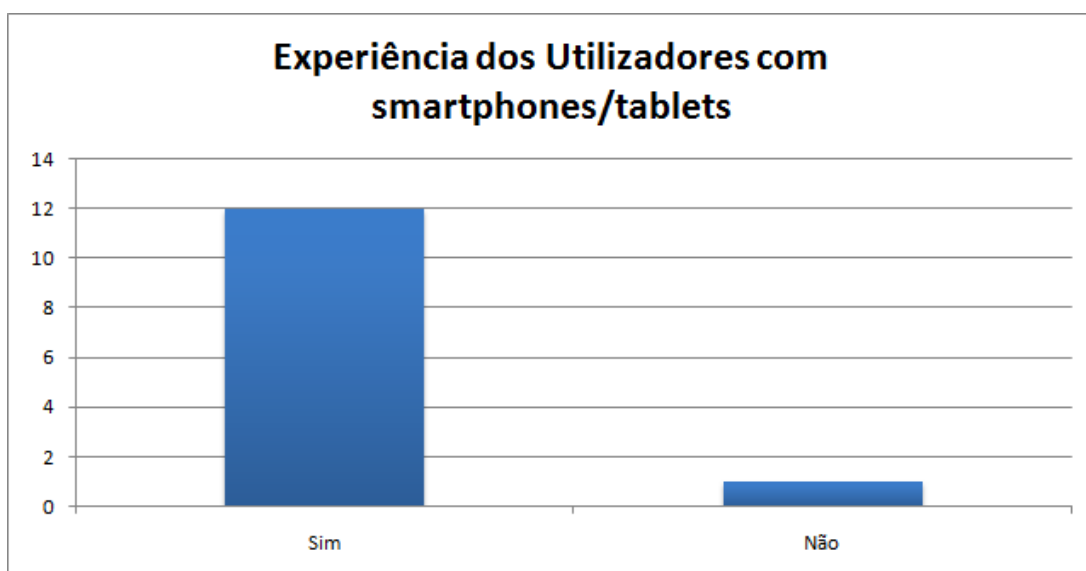


Figura D.5: Experiência dos utilizadores com *smartphones/tablets*.

PERFIL DOS UTILIZADORES - LNEC

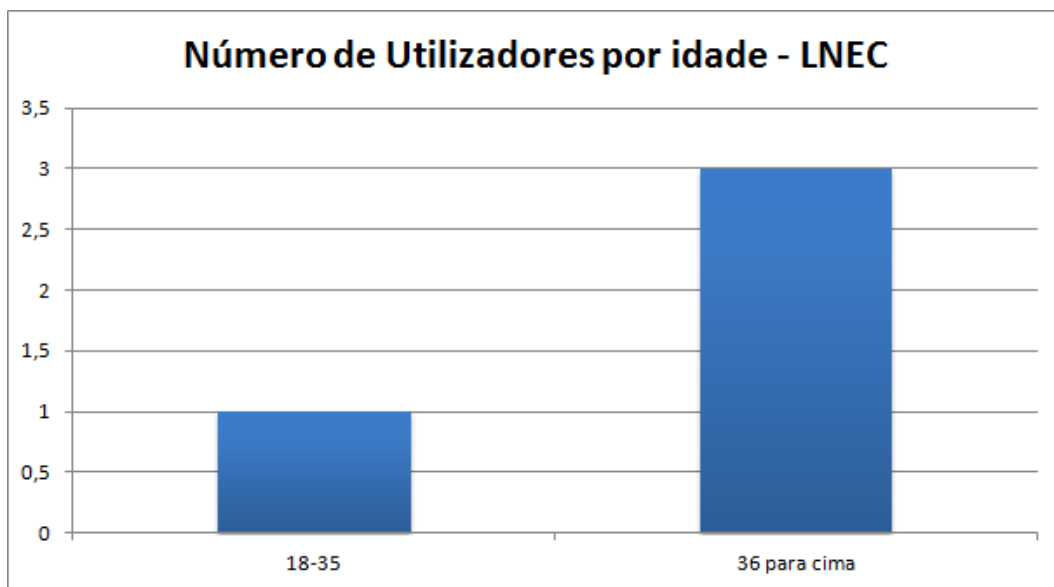


Figura E.1: Idade dos utilizadores - LNEC.

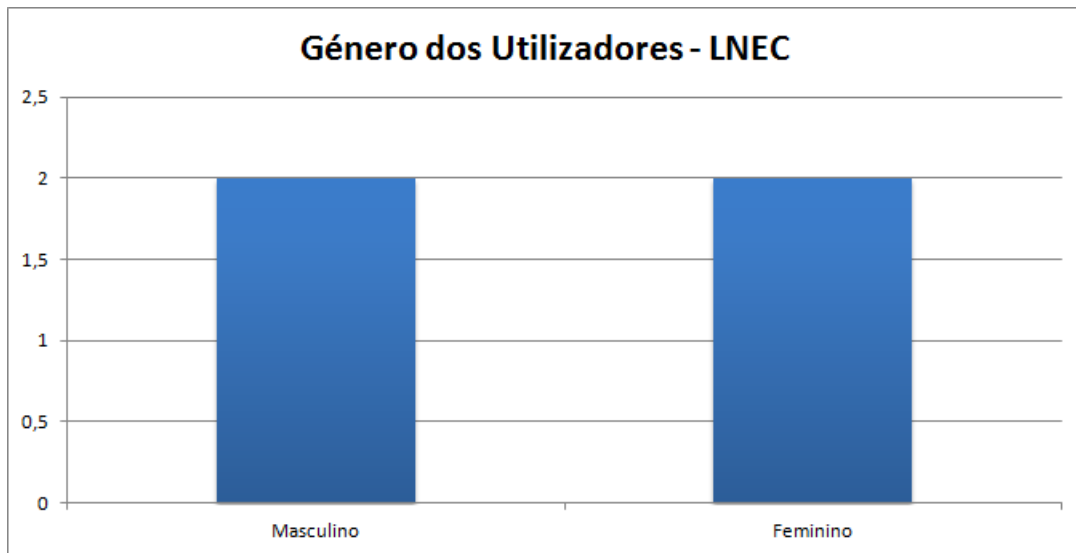


Figura E.2: Género dos utilizadores - LNEC.

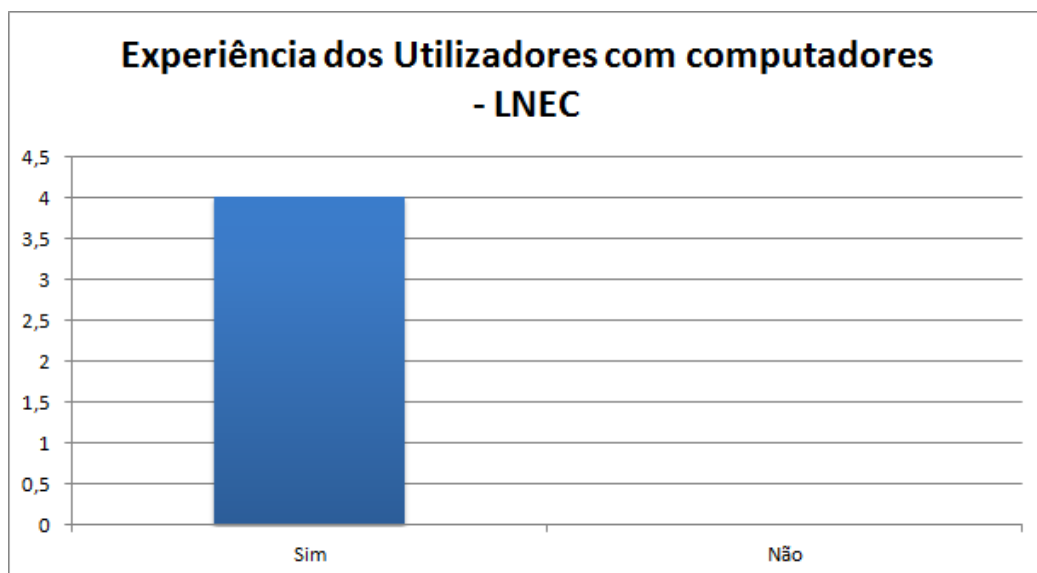


Figura E.3: Experiência dos utilizadores com computadores - LNEC.

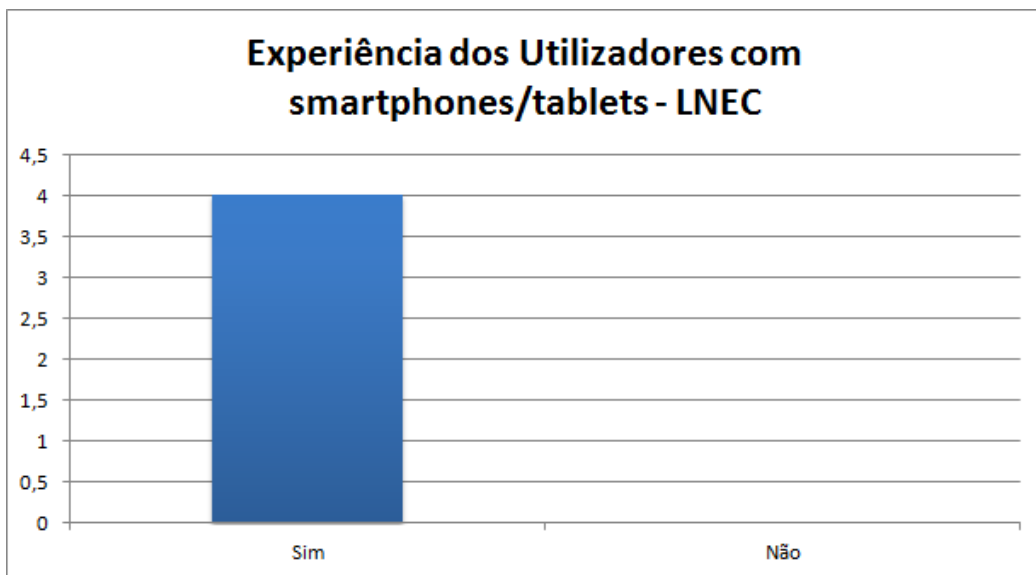


Figura E.4: Experiência dos utilizadores com *smartphones/tablets* - LNEC.

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

A aplicação é fácil de usar num computador. (14 respostas)

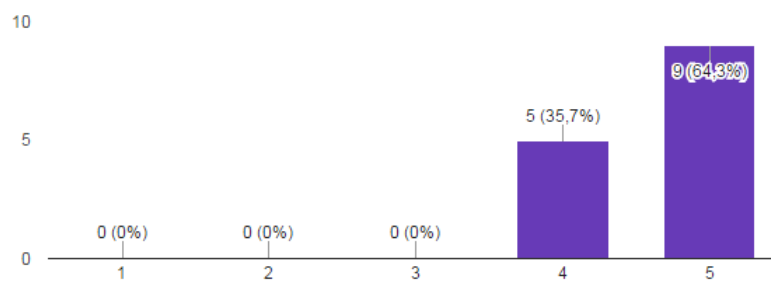


Figura F.1: Facilidade de utilização num computador

A aplicação é fácil de usar num dispositivo móvel. (14 respostas)

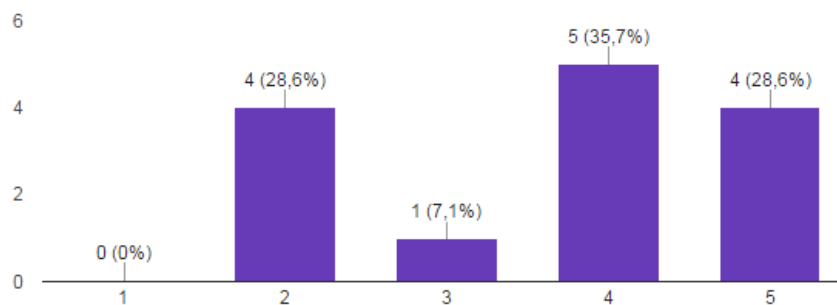


Figura F.2: Facilidade de utilização num dispositivo móvel

É fácil aperceber-me da minha localização no mapa. (14 respostas)

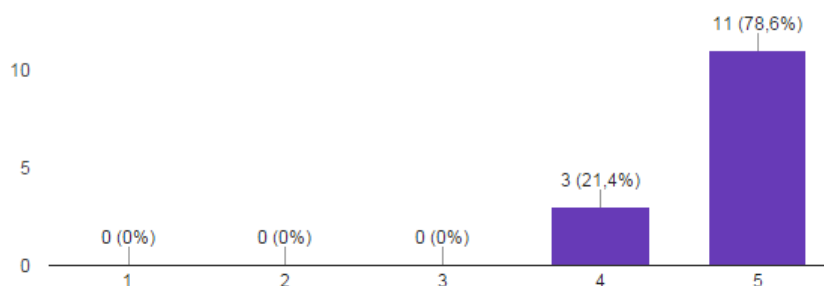


Figura F.3: Localização no mapa

É útil poder simular a minha localização num outro local. (14 respostas)

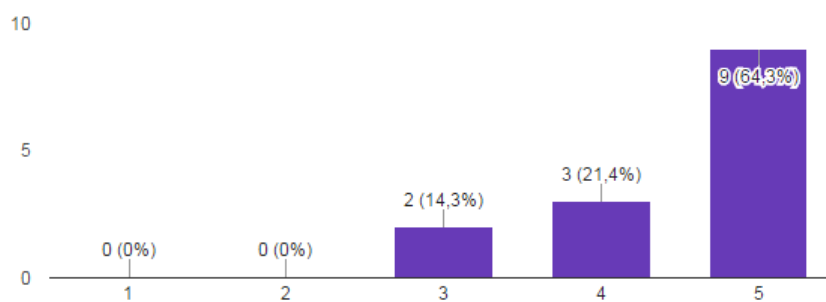


Figura F.4: Simular a localização

É simples fazer a aplicação localizar-me. (14 respostas)

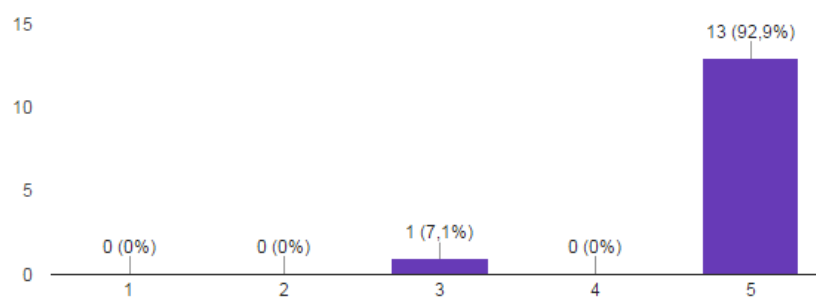


Figura F.5: Usar a localização

É fácil criar um novo ponto no mapa. (14 respostas)

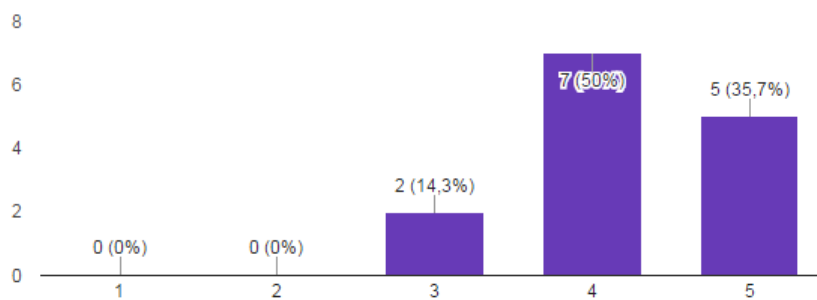


Figura F.6: Criar um ponto no mapa

Tirar uma fotografia e associá-la a um ponto é fácil. (14 respostas)

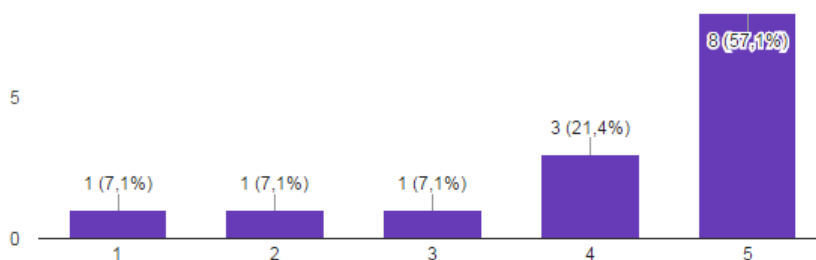


Figura F.7: Capturar uma fotografia e associá-la a um ponto

A funcionalidade de tirar uma fotografia e associá-la a um ponto de um troço é útil.

(14 respostas)

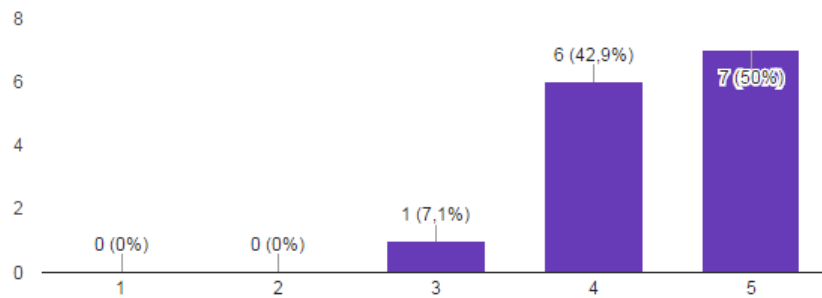


Figura F.8: Utilidade de tirar uma fotografia e associá-la a um ponto de um troço

É fácil visualizar as fotografias associadas a um ponto. (14 respostas)

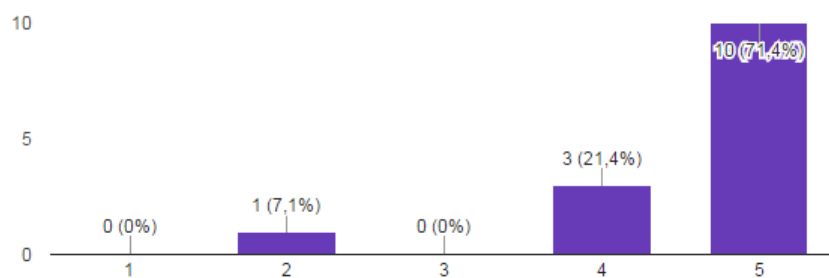


Figura F.9: Visualizar as fotografias associadas a um ponto

É fácil registar a informação referente a uma nova observação visual.

(14 respostas)

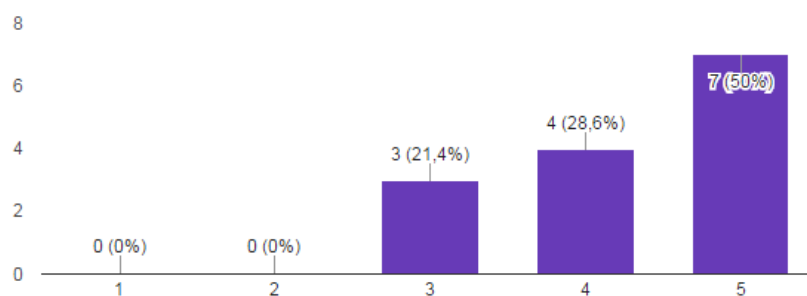


Figura F.10: Registrar a informação referente a uma nova observação visual

É fácil aceder à informação referente a observações visuais realizadas.

(14 respostas)

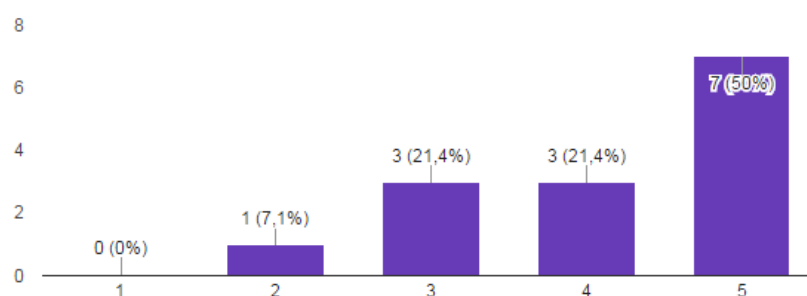


Figura F.11: Aceder à informação referente a observações visuais realizadas

É fácil aceder à informação referente a um determinado troço. (14 respostas)

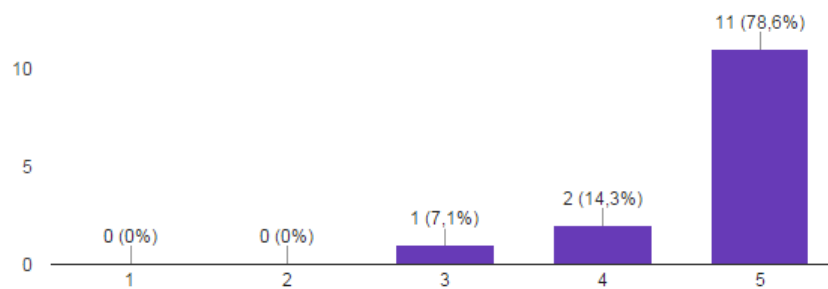


Figura F.12: Aceder à informação referente a um determinado troço

A forma como é apresentada a informação referente a um troço é adequada. (14 respostas)

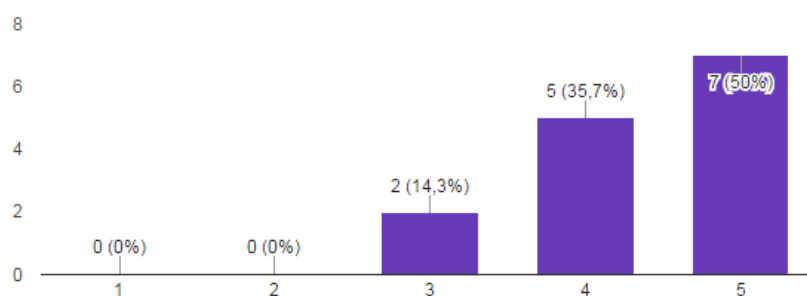


Figura F.13: A forma como é apresentada a informação referente a um troço é adequada

É importante poder editar a informação de uma observação e/ou de um troço.

(14 respostas)

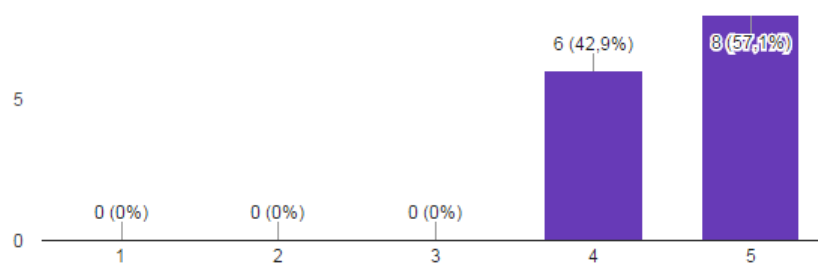


Figura F.14: É importante poder editar a informação de uma observação e/ou de um troço

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO - LNEC

A aplicação é fácil de usar num computador. (4 respostas)

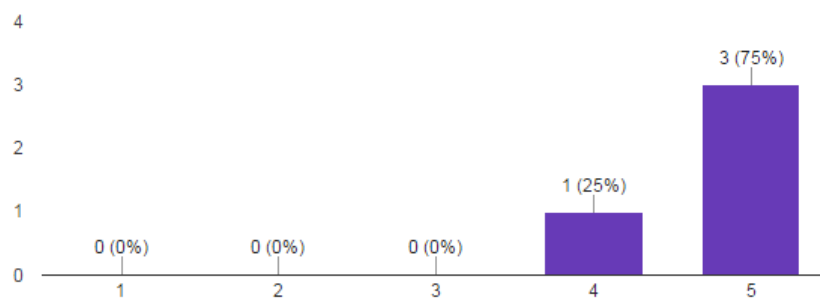


Figura G.1: A aplicação é fácil de usar num computador

A aplicação é fácil de usar num dispositivo móvel. (4 respostas)

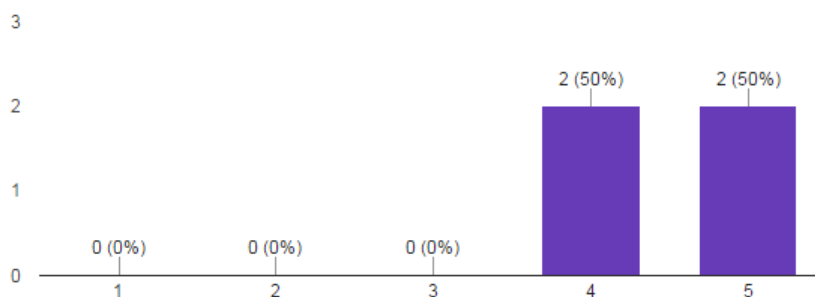


Figura G.2: A aplicação é fácil de usar num dispositivo móvel

É fácil aperceber-me da minha localização no mapa. (4 respostas)

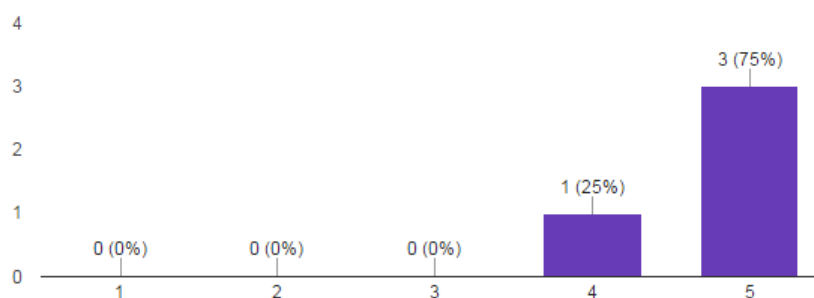


Figura G.3: É fácil aperceber-me da minha localização no mapa

É fácil alterar a minha localização. (4 respostas)

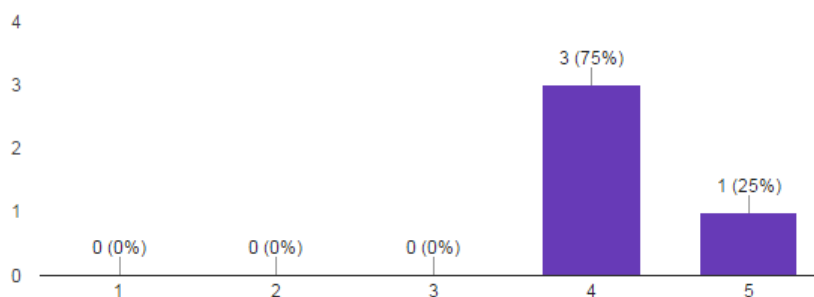


Figura G.4: É fácil alterar a minha localização

É simples fazer a aplicação localizar-me. (4 respostas)

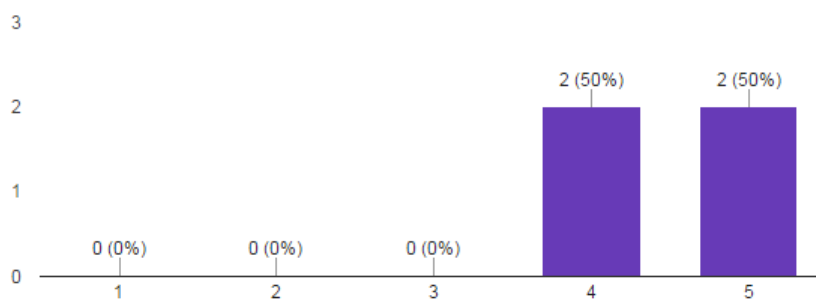


Figura G.5: É simples fazer a aplicação localizar-me

É fácil criar um novo ponto no mapa. (4 respostas)

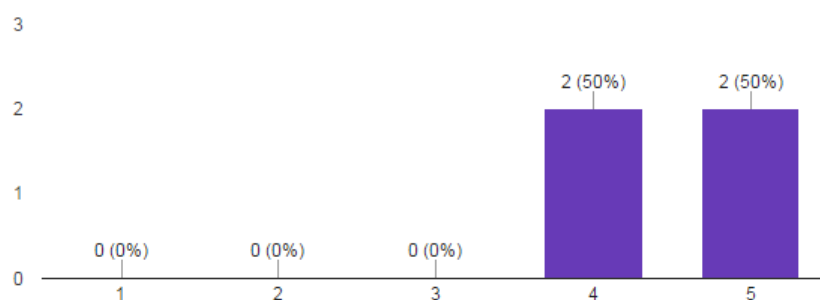


Figura G.6: É fácil criar um novo ponto no mapa

Tirar uma fotografia e associá-la a um ponto é fácil. (4 respostas)

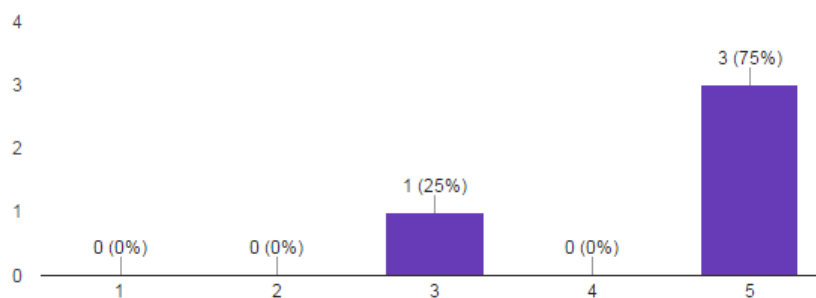


Figura G.7: Tirar uma fotografia e associá-la a um ponto é fácil

É fácil visualizar as fotografias associadas a um ponto. (4 respostas)

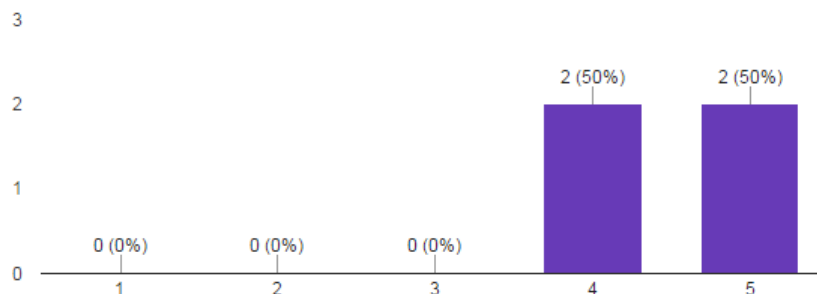


Figura G.8: É fácil visualizar as fotografias associadas a um ponto

É fácil registar a informação referente a uma nova observação visual. (4 respostas)

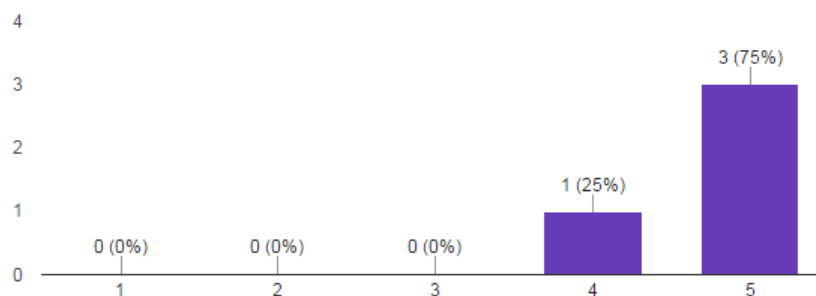


Figura G.9: É fácil registar a informação referente a uma nova observação visual

É fácil aceder à informação referente a observações visuais realizadas. (4 respostas)

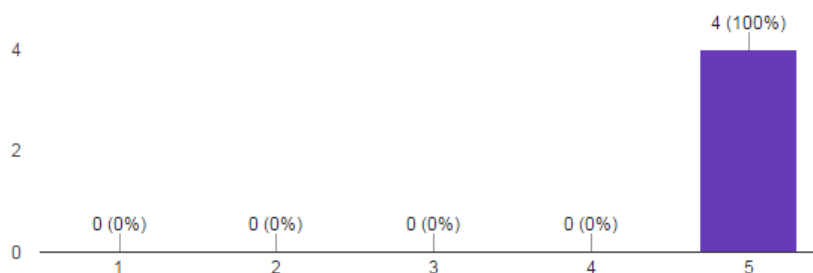


Figura G.10: É fácil aceder à informação referente a observações visuais realizadas

É fácil aceder à informação referente a um determinado troço. (4 respostas)

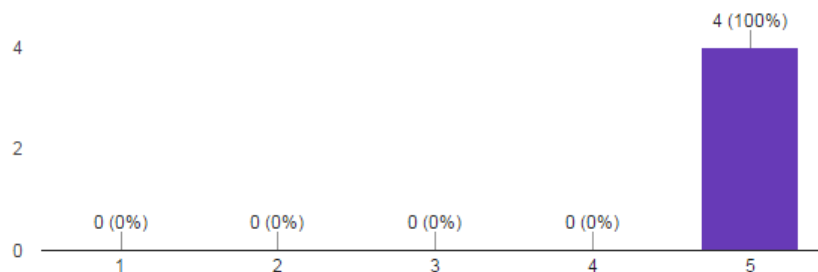


Figura G.11: É fácil aceder à informação referente a um determinado troço

A possibilidade de alterar o shapefile que está sobreposto no mapa é importante porque oferece escalabilidade à aplicação.

(4 respostas)

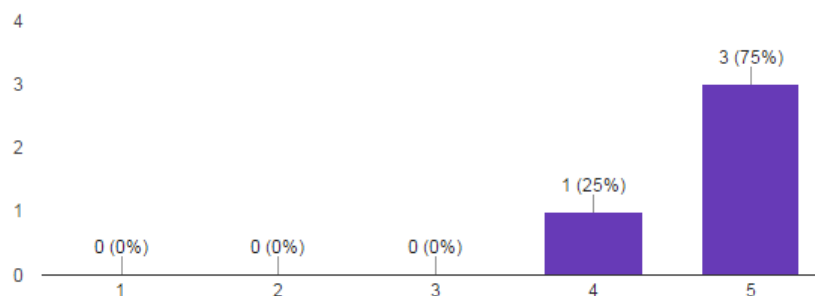


Figura G.12: A possibilidade de alterar o *shapefile* que está sobreposto no mapa é importante porque oferece escalabilidade à aplicação

Saber em que troço de um quebra-mar me encontro é útil. (4 respostas)

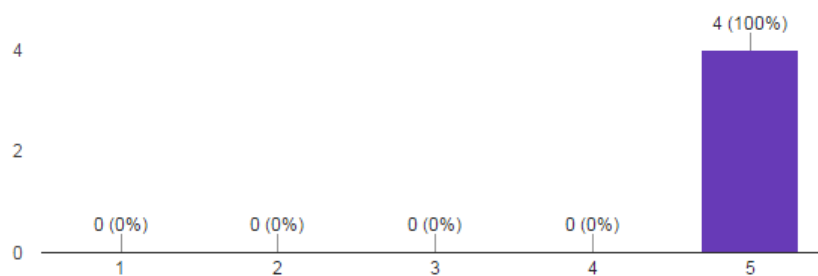


Figura G.13: Saber em que troço de um quebra-mar me encontro é útil

Poder criar pontos novos no mapa é importante. (4 respostas)

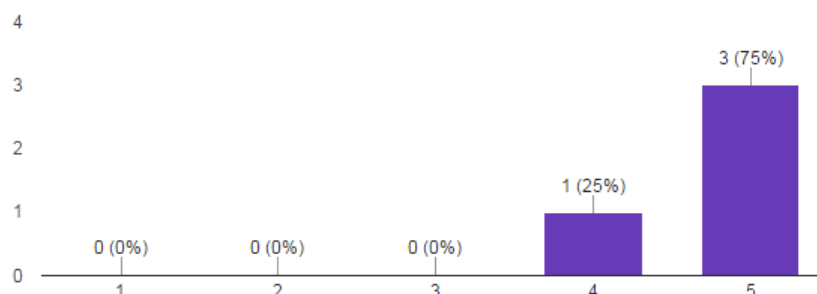


Figura G.14: Poder criar pontos novos no mapa é importante

É importante poder criar uma nova observação visual. (4 respostas)

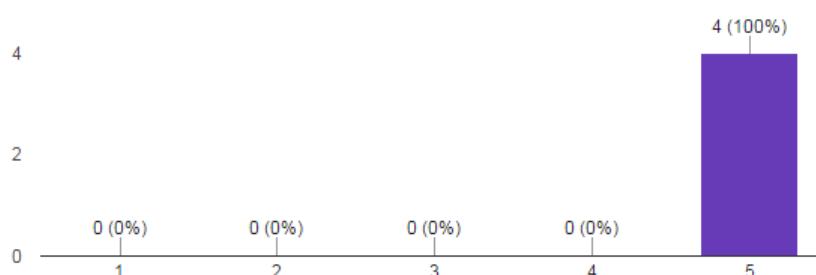


Figura G.15: É importante poder criar uma nova observação visual

É fácil aceder ao Estado de Evolução e de Risco de um troço. (4 respostas)

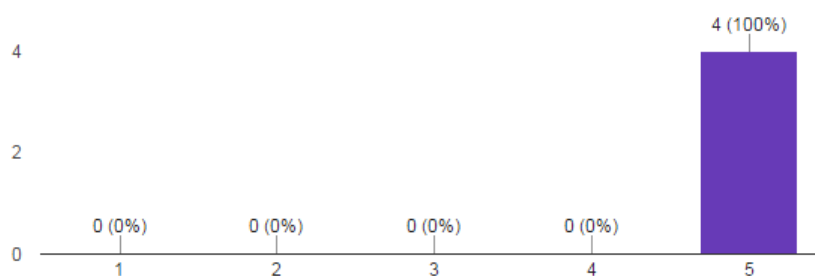


Figura G.16: É fácil aceder ao Estado de Evolução e de Risco de um troço

É importante os metadados da imagem ficarem guardados sem necessitar de introdução manual.

(4 respostas)

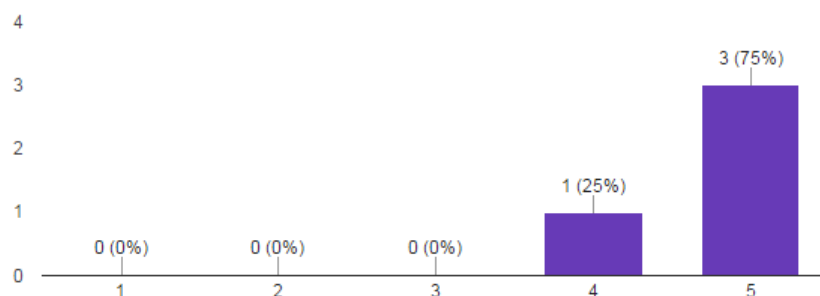


Figura G.17: É importante os metadados da imagem ficarem guardados sem necessitar de introdução manual

O método de avaliação que a aplicação permite é vantajoso face ao método usado actualmente.

(4 respostas)

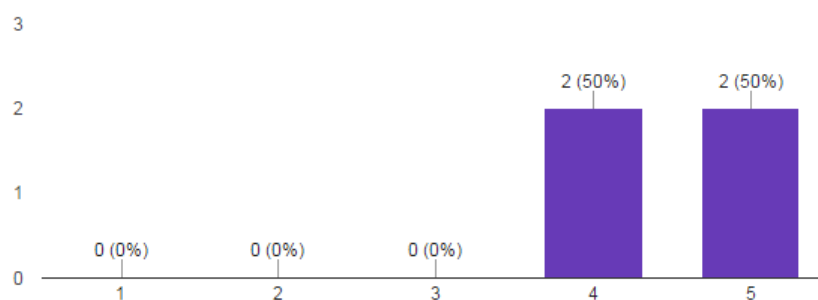


Figura G.18: O método de avaliação que a aplicação permite é vantajoso face ao método usado atualmente