



**INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO**

Bruno Filipe da Silva Loureiro

GEOLOGGER

Plataforma de apoio à localização e
recolha de dados de registadores de dados
ambientais utilizados em contexto científico

Mestrado em Engenharia de Software

**Trabalho de Projeto efetuado sob a orientação de
Doutora Sara Paiva
Doutor Rui Seabra**

RESUMO

As zonas rochosas costeiras, na interface entre os ecossistemas terrestre e marinho, constituem um ecossistema altamente dinâmico e rico em biodiversidade. Inúmeras espécies marinhas de valor comercial utilizam estas zonas durante o seu ciclo de vida, para alimentação, proteção e reprodução. Adicionalmente, a própria biodiversidade presente nestes ecossistemas representa um importante reservatório de compostos bio-ativos com elevado potencial económico. Uma vez que estes ecossistemas são altamente sensíveis às alterações climáticas, a sua conservação exige uma constante monitorização das condições ambientais, sobretudo da temperatura.

De forma a aprofundar o conhecimento das condições a que estão sujeitos os organismos presentes nas zonas rochosas costeiras, investigadores do CiBio (Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos) implementaram uma rede de registadores de dados de temperatura, colocados em várias zonas rochosas ao longo da costa Atlântica Europeia. Cerca de uma década de dados foram já recolhidos utilizando estes registadores (*loggers* em formato lapa), que por sua vez serviram de base para várias publicações em revistas científicas internacionais. Apesar de os registadores terem sido alvo de vários melhoramentos desde a sua implementação inicial, o registo da posição e detalhes da colocação dos registadores é ainda feito manualmente num caderno. Esse registo manual gera inúmeras dificuldades, inconsistências e até mesmo erros, sobretudo porque a manutenção da rede de registadores é realizada por vários investigadores.

O novo método de gestão aqui proposto envolve uma aplicação android que permite a recolha dos detalhes e fotografias da posição de cada registador de uma forma uniformizada e com uma hierarquia bem estabelecida. Utilizando os detalhes previamente inseridos na base de dados, e com o auxílio do GPS e bússola presente no smartphone, esta aplicação permite aos investigadores localizar os *loggers* sem ambiguidade, agilizando o trabalho e reduzindo significativamente a probabilidade de erro humano.

Fevereiro de 2018

ABSTRACT

Rocky shores, edged between the terrestrial and marine ecosystems, constitute a highly dynamic ecosystem with rich biodiversity. Numerous marine species with commercial value make use of these areas during their life cycles, for feeding, protection and reproduction. Additionally, the organisms present in these ecosystems represent an important reservoir of bio-active compounds with strong economic potential. As these ecosystems are highly sensitive to climate change, conservation efforts require constant monitoring of environmental conditions, especially temperature.

In order to deepen the knowledge about the conditions to which organisms inhabiting rocky shores are exposed to, researchers from CiBio (Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources) have implemented a network of temperature data loggers spanning several rocky shores along the European Atlantic coast. Nearly a decade of data has already been collected using these data loggers (mimicking the shape of limpets). These data, in turn, have already been used in analyses underlying several important research papers. Still, while the design of the data loggers has been updated since their first implementation, the collection of details concerning the exact location where each data logger has been deployed is still done manually. This methodology generates numerous difficulties, inconsistencies, and even mistakes, not least because the maintenance of the network is done by several researchers.

The new management method here presented makes use of an android application that allows for the collection of details and photos of the exact location of each data logger in a uniform manner, and with a pre-established hierarchy. Using the details previously inserted to the database, and with the help of the smartphone's GPS and compass, this application facilitates the finding of previously deployed loggers without ambiguity, speeding the maintenance work and significantly reducing the likelihood of human error.

February, 2018

CONTEÚDO

1.	Introdução	5
1.1	CIBIO-InBIO.....	5
1.2	Contextualização	6
1.3	Objetivos	8
1.4	Plano de trabalho	9
1.5	Guia de Leitura	10
2.	Definições, Conceitos e Tecnologias	11
2.1	Loggers	11
2.2	Android.....	11
2.3	Base de Dados	12
2.4	Tecnologias Web	13
2.5	NFC.....	13
3.	Análise do Estado da Arte.....	14
3.1	Introdução	14
3.2	Trabalho relacionado	15
4.	Desenvolvimento do Trabalho.....	17
4.1	Definição de Requisitos.....	17
4.1.1	Arquitetura Global do Sistema	17
4.1.2	Casos de Uso	18
4.1.3	Diagrama de Classes.....	19
4.1.4	Mockups	20
4.1.5	Pressupostos.....	21
4.2	Base de dados central.....	22
4.3	Autenticação	23
4.4	Aplicação Android.....	24
4.4.1.	Atividade Login	24
4.4.2.	Atividade Projects	25
4.4.2.1.	Atividade Project Settings	27
4.4.3.	Atividade Loggers	27

4.4.3.1.	Atividade Logger details	28
4.4.4.	Atividade Map/List	29
4.4.4.1.	Atividade Location Details	31
4.4.4.2.	Atividade Positions Details	32
4.4.5.	Compass	33
4.5	RESTful API	35
4.6	Aplicação Web BackOffice	37
4.6.1.	Bemvindo	37
4.6.2.	Login.....	37
4.6.3.	Projects	38
4.6.4.	Definições Projeto	39
4.6.5.	Loggers	40
4.6.6.	Detalhes dos Loggers	41
4.6.7.	Locais.....	42
4.6.8.	Detalhes de local	43
4.6.9.	Detalhes de posição.....	44
4.6.10.	Notificações e Alertas.....	44
4.7	Testes com NFC	45
5.	Demonstração da aplicabilidade.....	47
6.	Considerações finais.....	54
7.	Referências	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 REGISTADOR DE TEMPERATURA EM FORMATO LAPA.....	6
FIGURA 2 DETALHES DAS LOCALIZAÇÕES DE REGISTADORES COLOCADOS NA ZONA ROCHOSA DA PRAIA DE ROYAN (FRANÇA)	7
FIGURA 3 PLANO DE TRABALHO.....	10
FIGURA 4 <i>LOGGER</i> ALTERADO PARA O FORMATO LAPA.....	11
FIGURA 5 <i>LOGGER</i> COM NFC.....	13
FIGURA 6 COMPARAÇÃO GEOLOGGER COM OUTAS APLICAÇÕES.....	16
FIGURA 7 ARQUITETURA GLOBAL DO SISTEMA	17
FIGURA 8 CASOS DE USO	18
FIGURA 9 DIAGRAMA DE CLASSES.....	19
FIGURA 10 MOCKUPS DA PRIMEIRA VERSÃO DA APLICAÇÃO GEOLOGGER	20
FIGURA 11 ATIVIDADE LOGIN.....	25
FIGURA 12 ATIVIDADE PROJECTS	26
FIGURA 13 PROJECTS MENU	26
FIGURA 14 PROJECTS LOGOUT.....	26
FIGURA 15 CRIAR PROJETO	26
FIGURA 16 PARTILHAR PROJETO	26
FIGURA 17 ATIVIDADE PROJECT SETTINGS	27
FIGURA 18 ADICIONAR CAMPO.....	27
FIGURA 19 REMOVER CAMPO.....	27
FIGURA 20 ATIVIDADE LOGGERS	28
FIGURA 21 ADICIONAR <i>LOGGER</i>	28
FIGURA 22 REMOVER <i>LOGGER</i>	28
FIGURA 23 ATIVIDADE <i>LOGGER</i> DETAILS	29
FIGURA 24 ADICIONAR COMENTÁRIO	29
FIGURA 25 ATIVIDADE MAP/LIST.....	30
FIGURA 26 EDITAR, DETALHAR, REMOVER	30
FIGURA 27 LISTAR LOCAIS.....	30
FIGURA 28 MENU DA LISTA LOCAIS.....	30
FIGURA 29 CRIAR LOCAL	30
FIGURA 30 LISTAR POSIÇÕES.....	30
FIGURA 31 MENU DA LISTA POSIÇÕES	31
FIGURA 32 CRIAR POSIÇÃO	31
FIGURA 33 ATIVIDADE LOCATION DETAILS	32
FIGURA 34 ADICIONAR FOTOGRAFIA.....	32
FIGURA 35 REMOVER IMAGEM.....	32
FIGURA 36 ATIVIDADE POSITION DETAILS 1	33
FIGURA 37 ATIVIDADE POSITION DETAILS 2	33
FIGURA 38 ASSOCIAR <i>LOGGER</i>	33
FIGURA 39 VETORES ORIENTAÇÃO DE CÁLCULOS AUXILIARES	34
FIGURA 40 ATIVIDADE COMPASS.....	34
FIGURA 41 BACKOFFICE BOAS VINDAS	37
FIGURA 42 BACKOFFICE LOGIN	38
FIGURA 43 BACKOFFICE PROJECTS.....	38
FIGURA 44 BACKOFFICE PROJECT SETTINGS, CAMPOS PARA LOCAIS.....	39
FIGURA 45 BACKOFFICE PROJECT SETTINGS, CAMPOS PARA POSIÇÕES	40

FIGURA 46 BACKOFFICE PROJECT SETTINGS, CAMPOS PARA <i>LOGGERS</i> E PARTILHA DE PROJETO.....	40
FIGURA 47 BACKOFFICE LOGGERS, COMBOBOX.....	41
FIGURA 48 BACKOFFICE LOGGERS, DATAPICKER.....	41
FIGURA 49 BACKOFFICE DETALHES DO <i>LOGGER</i>	42
FIGURA 50 BACKOFFICE LOCAIS	42
FIGURA 51 BACKOFFICE, DETALHES DO LOCAL.....	43
FIGURA 52 BACKOFFICE, LISTA DE POSIÇÕES.....	43
FIGURA 53 BACKOFFICE, DETALHES DE POSIÇÃO.....	44
FIGURA 54 NOTIFICAÇÃO SUCESSO.....	44
FIGURA 55 ALERTA DE AÇÃO REMOVEER.....	45
FIGURA 56 APLICAÇÃO NFC	46
FIGURA 57 EXPORTAR DADOS PARA CSV.....	46
FIGURA 58 VISUALIZAR GRÁFICO	46
FIGURA 59 CADERNO REGISTO POSIÇÕES E <i>LOGGERS</i> 1.....	48
FIGURA 60 CADERNO DE REGISTO DE POSIÇÕES E <i>LOGGERS</i> 2.....	49
FIGURA 61 EXCEL REGISTO LOGGERS	49
FIGURA 62 ROCHA 1	50
FIGURA 63 ROCHA 1 OUTRA PERSPETIVA.....	50
FIGURA 64 ROCHA 2	51
FIGURA 65 INVESTIGADOR COM APLICAÇÃO GEOLOGGER	52
FIGURA 66 FOTOGRAFIA MUITO PRÓXIMA	52
FIGURA 67 COMENTÁRIOS ASSOCIADOS.....	52
FIGURA 68 FOTO BEM REFERENCIADA	52

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado o tema tendo em conta o seu contexto, o problema que pretendo resolver, objetivos propostos e o respetivo plano de trabalho.

1.1 CIBIO-INBIO

O Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos é administrado pelo ICETA - Instituto de Ciências, Tecnologias e Agroambiente da Universidade do Porto, que é uma instituição privada sem fins lucrativos da Universidade do Porto e que beneficia de autonomia administrativa e financeira. Além da sua sede na Universidade do Porto, a CIBIO-InBIO tem polos nas Universidades dos Açores e Évora, ISA - Instituto Superior de Agronomia / Escola de Agricultura, DGPC - Direção Geral de Património Cultural / Secretário de Estado da Cultura) em Lisboa, e CITE-Huíla (Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla) em Angola.

Este trabalho em particular é feito com a cooperação de um grupo de investigadores inseridos no grupo de investigação AGE (Ecologia e Evolução de Organismos Aquáticos), que investiga vários aspetos sobre o clima na zona entre marés, fisiologia de invertebrados e sua biogeografia.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

Para estudar o ecossistema rochoso costeiro do Oceano Atlântico, o CiBio tem instalado e mantido ao longo da última década registadores de dados de temperatura em formato Lapa, como apresentado na Figura 1.



Figura 1 Registador de temperatura em formato Lapa

Enquanto que o hardware dos registadores de temperatura já sofreu várias atualizações desde a sua implementação inicial, com significativos ganhos na performance dos mesmos, a recolha da informação relativa à localização e detalhes da posição em que cada registador foi colocado é ainda realizada manualmente. Esse registo tipicamente envolve a escrita manual dos números de série de cada registador, a atribuição de um número identificador a cada posição, e a produção de desenhos esquemáticos detalhados (suplementados com medições com fita métrica) para permitir aos investigadores mais facilmente reencontrar cada dispositivo durante futuras visitas (Figura 2).

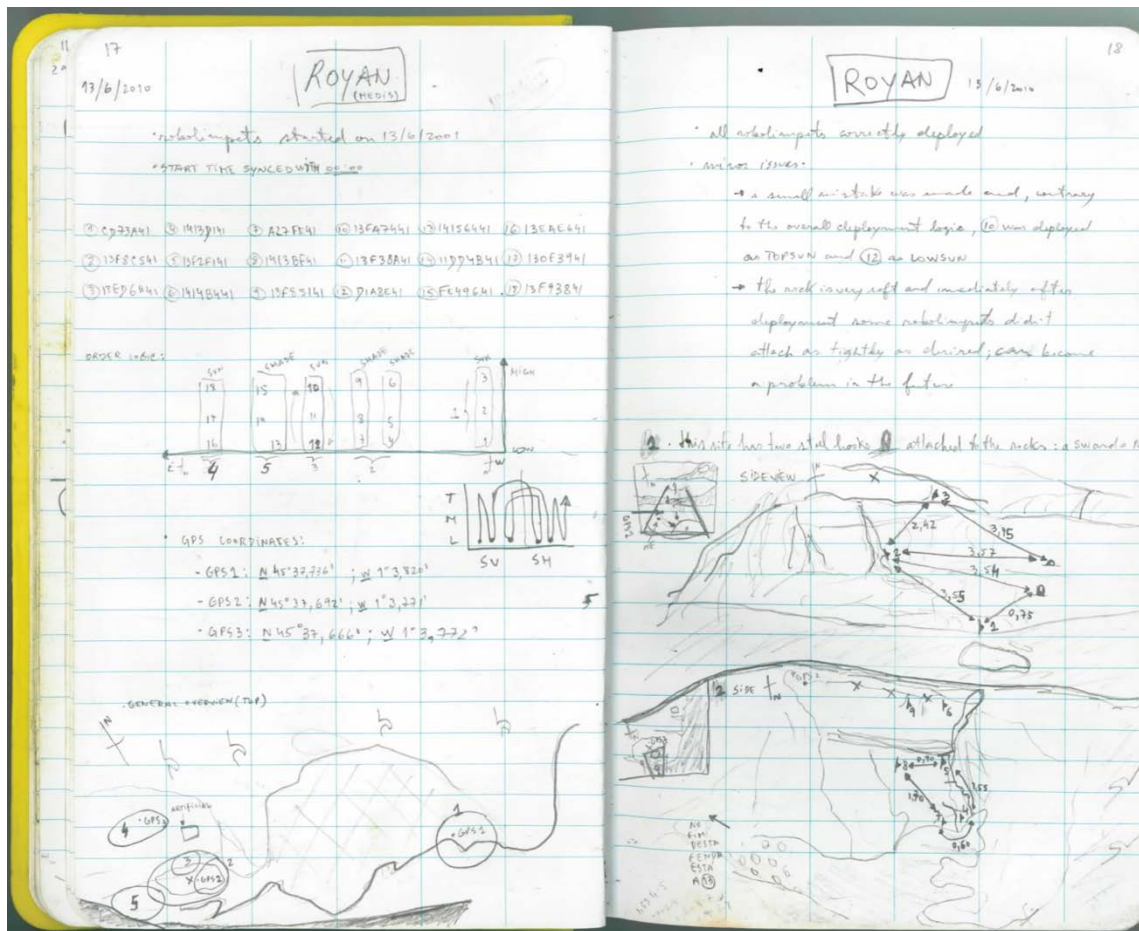


Figura 2 Detalhes das localizações de registadores colocados na zona rochosa da praia de Royan (França)

Uma vez que as visitas a cada praia para recolha de dados e manutenção se realizam anualmente, e que ao fim desse tempo é comum que os registadores fiquem escondidos pelo crescimento dos animais e plantas que vivem nas rochas em que foram colocados, é necessária grande disciplina e esforço por parte dos investigadores para reencontrar cada dispositivo. A limitação temporal para o trabalho imposta pela subida da maré e as condições meteorológicas muitas vezes adversas tornam ainda mais difícil o trabalho de manutenção. Em conjunto, estes fatores aumentam a probabilidade de inconsistências e erros, podendo potencialmente ter um impacto negativo considerável na qualidade dos dados finais.

À data desta tese, o objetivo dos investigadores responsáveis pela rede de registadores do CiBio passa por aumentar o número de locais monitorizados, o que torna o atual processo de recolha de detalhes da localização de cada registador definitivamente desadequado. Várias outras equipas de investigadores a nível internacional mantêm atualmente redes de registadores de dados ambientais com características semelhantes à rede de registadores do CiBio, enfrentando desafios similares na organização da informação sobre cada registador. Adicionalmente, uma equipa que inclui investigadores do CiBio do grupo AGE, um engenheiro do INL (International Iberian Nanotechnology Laboratory, Braga), e o próprio autor desta tese, criou recentemente uma cooperativa spin-off (ElectricBlue, CRL) que está a desenvolver um novo tipo de registador com

comunicação NFC, o que abre a possibilidade de interagir com os registadores de uma forma detalhada no próprio local. Assim, torna-se necessário desenvolver uma nova ferramenta para agilizar e uniformizar esta parte crucial do trabalho de implementação e manutenção deste tipo de redes de registadores, bem como para tirar partido das novas funcionalidades NFC, o que motivou esta tese.

1.3 OBJETIVOS

Pretende-se com este projeto desenvolver uma aplicação android que permita guardar toda a informação relativa a uma rede de registadores de dados ambientais, usando a rede de registadores de temperatura do CiBio acima descrita como case-study. Um dos aspetos base da aplicação passa pela implementação de uma hierarquia abrangente e robusta que englobe os três principais níveis de informação a recolher, nomeadamente:

- **Locais** – os locais são as zonas a ser monitorizadas, onde são colocados vários registadores (Ex. Praia Norte, Moledo); os dados a recolher incluem as coordenadas geográficas, descrição geral e a possibilidade de adicionar fotos do local.
- **Posições** – dentro de cada local são tipicamente monitorizadas várias posições (rochas expostas ao sol, buracos sombreados, etc.); os dados a recolher incluem as coordenadas geográficas, campos de classificação categórica (por exemplo, “superior”, “médio”, “inferior”, ou “sombra”, “sol”), inclinação, descrição geral e a possibilidade de adicionar fotos da posição.
- **Loggers** – uma vez que os *loggers* vão ficando sem bateria, ou mesmo danificados, é por vezes necessário substituir o *logger* colocado numa determinada posição; os dados a recolher neste nível incluem o número de série, data de início de missão, data da última manutenção, estado (Disponível, Ativo, Avariado, Desaparecido) e notas.

A aplicação tem de permitir efetuar consultas sobre os dados:

- Listar Locais e Posições
- Listar *Loggers*
- Pesquisar por próximos, por locais e por posições.
- Indicar a distância e orientação em relação a uma posição selecionada.
- Mostrar no mapa uma linha que indica a relação entre a posição atual e a posição de um *logger* selecionado.

Adicionalmente à aplicação android deve ser desenvolvido um backoffice onde a informação é armazenada e gerida de forma centralizada. A base de dados local do

telemóvel deverá ser sincronizada com a do servidor sempre que exista Internet disponível, mas deve permitir trabalhar offline.

Uma vez desenvolvidos os *loggers* por NFC a aplicação deverá permitir:

- Sincronizar os dados do *logger*.
- Fornecer relatórios de autodiagnóstico do estado do *logger*.
- Efetuar análises simples aos dados recolhidos fornecendo estatísticas de resumo e detetando valores anormais.

1.4 PLANO DE TRABALHO

O trabalho desenvolvido nesta tese envolveu quatro atividades distintas. Na primeira atividade incluem-se as tarefas relativas à documentação e planeamento; na segunda incluem-se as tarefas relativas à aplicação android; na terceira são abordadas as questões relativas ao servidor dos dados e na última atividade aborda-se a aplicação web de BackOffice.

A nível de calendário o trabalho decorreu em três fases. Na primeira fase, que decorreu até ao final de julho de 2017, o principal foco foi no planeamento, estado da arte e desenvolvimento base da aplicação android. Esta primeira fase permitiu identificar dificuldades, bem como estabelecer qual a melhor abordagem para a implementação da aplicação. Existiu depois uma segunda fase até novembro de 2017 onde foi implementada a sincronização de dados entre a aplicação android e o servidor central. Na terceira e última fase foi dada atenção à documentação, ao mesmo tempo que se implementaram algumas funcionalidades extra à aplicação web de backoffice. Na Figura 3, ilustro o plano de trabalhos.

Actividade	Descrição	Tarefa	Descrição	2017								2018			
				Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	
A1	Documentação	T1	Auto Proposta												
		T2	Planeamento												
		T3	Relatórios de progresso												
		T4	Estado da Arte												
		T5	Apresentações												
		T6	Relatório Final												
		T7	Defesa												
A2	Aplicação Android	T1	Mockups												
		T2	Modelo de dados												
		T3	Metodos CRUD												
		T4	Tratamento dados GPS												
		T5	Visualização de Marcas no Mapa												
		T6	Medir distancias relativas												
		T7	Sincronismo de dados com servidor												
		T8	Implementar autenticação												
		T9	Pesquisas na Base de dados												
		T10	Transferencia de dados												
		T11	Validação de dados transferidos												
		T12	Pesquisas Avançadas												
A3	Servidor Base Dados	T1	Modelo de dados												
		T2	Implementar autenticação												
		T3	Metodos CRUD												
A4	BackOffice	T1	Mockups												
		T2	Metodos CRUD												
		T3	Pesquisas na Base de dados												
		T4	Visualização de dados do logger												
				1ª Fase		Férias	2ª Fase			3ª Fase					

Figura 3 Plano de trabalho

O planeamento deste projeto seguiu inicialmente a metodologia Waterfall, (modelo em cascata). Desta forma, foram definidos os requisitos juntamente com o grupo de investigadores, e foi realizado o projeto de codificação de uma versão de avaliação. No entanto, após uma segunda avaliação com o grupo de investigadores, verificou-se que os requisitos não estavam totalmente bem definidos e que o processo teria de ser mais iterativo, e por isso foi tomada a opção de alterar a metodologia de desenvolvimento para a metodologia Ágil. Através de uma interação constante com o grupo de investigadores, foi possível obter feedback relativo a cada um dos requisitos já implementados, e assim alterar, adicionar e até eliminar funcionalidades. Deste modo, o processo de implementação da aplicação tornou-se substancialmente mais ágil, permitindo obter uma aplicação com o maior valor possível no tempo disponível para o seu desenvolvimento.

1.5 GUIA DE LEITURA

O presente trabalho encontra-se dividido em vários capítulos. No primeiro, é dada uma introdução ao tema onde contextualizamos o leitor, apresentamos os objetivos e o plano de trabalhos. Seguidamente, no segundo capítulo, apresentamos alguns conceitos e tecnologias chave envolvidas na elaboração do projeto. No terceiro capítulo, encontra-se toda a pesquisa feita sobre este tema, com o intuito de perceber o que existe no mercado e o que podemos melhorar de forma a tornar o produto diferenciador. O quarto capítulo demonstra, detalhadamente, cada uma das aplicações desenvolvidas e as suas funcionalidades. Os resultados são apresentados no quinto capítulo e, por fim, apresentamos as nossas conclusões no capítulo sexto.

2. DEFINIÇÕES, CONCEITOS E TECNOLOGIAS

Ao longo deste capítulo serão abordadas definições, conceitos e tecnologias usadas na elaboração deste projeto.

2.1 LOGGERS

No contexto da investigação científica na área da ecologia, os registadores de dados são comumente referidos utilizando a palavra inglesa “*logger*”. Os *loggers* a gerir através da aplicação desenvolvida no âmbito deste trabalho são registadores de dados de temperatura construídos com base na tecnologia iButton DS1922L com comunicação 1wire. Para que os *loggers* não causem impacto visual, e ao mesmo tempo sejam difíceis de identificar por banhistas que os podem danificar, os mesmos são colocados dentro de conchas de lapas da espécie *Patella vulgata*. (Lima & Wethey, 2009). Habitualmente estes *loggers* são configurados para registar dados de temperatura a cada 30 minutos, e depois são colocados em zonas rochosas. Na Figura 4 um exemplo de um *logger* alterado para o formato Lapa.



Figura 4 *Logger* alterado para o formato Lapa

2.2 ANDROID

O objetivo final deste projeto é criar uma aplicação que será instalada em dispositivos móveis, para que os investigadores possam fazer a aquisição dos dados e gestão em tempo real da rede de *loggers* no próprio local de trabalho. Uma vez que a maior parte dos dispositivos móveis robustos disponíveis no mercado utiliza o sistema operativo Android, este foi o sistema operativo escolhido. Para o desenvolvimento da

aplicação foi utilizado o IDE Android Studio 2.3.2, bem como várias bibliotecas de apoio tais como a biblioteca Google Play Services para lidar com mapas, a biblioteca *couchbase-Lite* para a base de dados, e outras para a gestão da parte gráfica e interface com utilizador.

2.3 BASE DE DADOS

A aplicação desenvolvida neste projeto tem uma forte componente de base de dados, que inclui todas as informações relativas às posições de cada *logger* e, numa fase posterior, todos os dados ambientais recolhidos em cada uma das posições monitorizadas. Existem atualmente vários sistemas de gestão de bases de dados, cada um com um conjunto de vantagens e desvantagens.

As bases de dados funcionam como um repositório de informação normalmente relacionada com um determinado assunto ou finalidade. A informação é estruturada por forma a permitir a sua consulta e manipulação.

Existem dois tipos distintos de base de dados: as relacionais (SQL) e as não relacionais (noSQL). Para cada um dos tipos existem vários sistemas de gestão de base de dados como SQLServer, MySQL, Microsoft Access, MongoDB, CouchDB, entre outros.

Para a escolha do sistema de base de dados a implementar neste projeto foram tidos em conta os seguintes requisitos:

- Suporte multiplataforma, funcionar pelo menos em android e Linux ou Windows.
- Permitir sincronização entre vários dispositivos, uma vez que podemos ter vários utilizadores a atualizar informação simultaneamente, cada um com o seu dispositivo móvel.
- Permitir acesso offline, já que os *loggers* são colocados muitas vezes em zonas remotas onde a ligação à rede de dados não é possível.

O sistema de gestão de bases de dados escolhido para a base de dados remota foi o CouchDB, já que apresenta funcionalidades que permitem responder a todos os requisitos acima enumerados.

Este projeto tem a particularidade de trabalhar offline, para isso ser possível é implementada uma base de dados no dispositivo móvel, base de dados local, a escolhida foi o Couchbase Lite. Esta é uma versão simplificada e otimizada para funcionar em dispositivos móveis.

2.4 TECNOLOGIAS WEB

O servidor central foi implementado utilizando tecnologias web tais como Node.js, JavaScript e bootstrap. Desta forma é possível gerir a rede de sensores e os seus dados de qualquer ponto com acesso à internet, e através de varias plataformas, sem necessidade de instalar software adicional.

2.5 NFC

A comunicação com a versão atual dos *loggers* utilizados pelos investigadores do CIBIO é feita através da fixação de cabos diretamente em dois contactos elétricos expostos no exterior da concha de lapa que envolve cada *logger*. Isto tem várias implicações negativas na performance dos *loggers* (maior risco de infiltração de água salgada, os próprios furos na concha para os contactos elétricos diminuem a resistência mecânica da concha) e no processo de recolha dos dados (os cabos necessitam de manutenção, os contactos vão sendo erodidos com o tempo dificultando a fixação dos cabos). Os investigadores do CIBIO estimam que a utilização dos contactos expostos, com a necessidade implícita de furar a concha, estão na origem da maior parte das perdas de *loggers* (cerca de 1/3 dos *loggers* colocados encontram-se danificados ao fim de um ano de missão).

A resolução deste problema é um dos principais motivadores da nova geração de *loggers* que está a ser desenvolvida pela ElectricBlue. A tecnologia NFC (do inglês: “Near Field Communication”) permite a comunicação por campo de proximidade. É uma metodologia de comunicação com baixo consumo de energia, e são cada vez mais os dispositivos móveis que já têm leitor NFC integrado. Uma vez que os investigadores necessitam que os *loggers* tenham as dimensões mais reduzidas possíveis – com implicações diretas na dimensão da bateria incorporada – esta é uma metodologia interessante para a comunicação com os *loggers* (Figura 5). A utilização de um dispositivo móvel para a comunicação com os *loggers* acrescenta valor à aplicação desenvolvida no âmbito deste projeto, que passa assim a fazer a gestão dos próprios dados ambientais, para além das informações sobre a localização de cada *logger*.



Figura 5 *Logger* com NFC

3. ANÁLISE DO ESTADO DA ARTE

3.1 INTRODUÇÃO

O estudo dos impactos das alterações climáticas na biodiversidade marinha é determinante para melhorar as estratégias de conservação destes ecossistemas. De entre os vários fatores ambientais que controlam a biodiversidade marinha, a temperatura é um dos principais. Uma vez que as alterações climáticas ocorrem ao longo de décadas, e que os efeitos são diluídos no espaço, a capacidade de compreensão destes fenómenos está altamente correlacionada a extensão geográfica e temporal dos *datasets* ambientais disponíveis.

Nesse sentido, desde 2009 os investigadores do CIBIO monitorizam as temperaturas em 17 zonas rochosas ao longo da costa Atlântica Europeia, desde a Escócia ao Algarve. Em cada local monitorizado, os *loggers* são colocados de forma a monitorizar 18 posições com características de exposição solar e tempo de submersão pela maré diferentes, totalizando mais de 300 posições (Seabra, Wethey, Santos, & Lima, 2011), (Lima & Wethey, 2012), (Seabra, Wethey, Santos, & Lima, 2015), (Lima & Wethey, 2012) e (Lima, Seabra, & Gandra, 2015) . Uma vez que os *loggers* são frequentemente substituídos por estarem danificados, mais de 3000 *loggers* foram já colocados desde a implementação da rede de *loggers*. Outros grupos internacionais de investigadores implementaram redes de *loggers* semelhantes (e.g.,(Helmuth et al., 2002),(Harley, W. Denny, J. Mach, & Miller, 2008),(Lathlean, Ayre, Coleman, & E. Minchinton, 2014), (Minu et al., 2016) e (Costanza et al., 1997)), e a pressão para que a recolha de dados ambientais inclua mais variáveis, em mais locais e durante mais tempo continua a aumentar, sobretudo à medida que esse aspeto se torna cada vez mais relevante para o sucesso na obtenção de fundos e no impacto da investigação gerada.

Atualmente estas redes de *loggers* são todas geridas com base em registos em papel, o que significa que os investigadores que as mantêm enfrentam o mesmo tipo de dificuldades. Enquanto que os *loggers* têm sido alvo de atualização, acompanhando a inovação no campo do hardware e software, pouca atenção tem sido dada às ferramentas de apoio à gestão destas redes crescentemente complexas, não existindo atualmente plataformas dedicadas especificamente a esta tarefa.

3.2 TRABALHO RELACIONADO

Perante a inexistência de plataformas dedicadas ao apoio à gestão de redes de *loggers* para fins científicos, os investigadores seguem estratégias ad hoc para cumprir essa tarefa. Para além dos registos em papel, tipicamente são utilizadas ferramentas como Google Maps, (LLC, 2018), para guardar um registo dos locais monitorizados, e aplicações de navegação GPS para orientar os investigadores em direção à localização aproximada de cada *logger*. Todas estas soluções, por não serem desenhadas para a gestão de redes de dispositivos, não permitem organizar os dados de maneira eficiente, nem guardar informações extra de uma forma acessível.

Conceptualmente, uma aplicação que se enquadra neste contexto é o jogo Geocaching (Derene, 2011),(Inc., 2017),("Geocaching app for android," 2010), que envolve a colocação por um utilizador de um objeto num determinado local e a busca por outros utilizadores por esse objeto utilizando a informação que o primeiro utilizador anexou. Uma vez que a aplicação permite adicionar localização GPS, fotografias e informação sobre o objeto, parte da arquitetura da aplicação coincide com o objetivo deste projeto. No entanto, uma vez que se trata de um jogo, faltam funcionalidades cruciais como por exemplo a capacidade de estabelecer uma hierarquia na informação, a possibilidade de customização dos campos por parte do utilizador, ou a comunicação com os *loggers* por NFC e o armazenamento dos dados ambientais.

A aplicação iButton Assist (TIK Institute, 2013a) permite a comunicação e gestão de um grande número de *loggers* iButton. Esta aplicação permite, com o auxílio de um adaptador USB, fazer a interface entre o dispositivo móvel e o *logger* iButton, e assim programar e descarregar dados. Paralelamente, a mesma equipa desenvolveu outra aplicação, idNotebook, que permite ajudar o utilizador a registar texto, fotografias e som enquanto trabalha no campo (TIK Institute, 2013b). No entanto, esta solução, para além de obrigar o utilizador a dividir os dados por duas aplicações, não funciona com vários dispositivos móveis ao mesmo tempo, não permite manter os dados sincronizados e está limitada a *loggers* iButton, o que impede a sua utilização com os *loggers* com tecnologia NFC em desenvolvimento.

A aplicação NHS3100 Temperature Logger APP (NXP, 2018), por sua vez, permite a comunicação NFC com *loggers* de temperatura. Esta aplicação permite configurar, transferir e exportar os dados de temperatura registados pelo IC da NXP NHS3100. No entanto, esta aplicação não permite o registo de informação relativa à localização dos *loggers*, nem sincroniza os dados recolhidos com um servidor.

Uma vez que cada umas das aplicações acima mencionada implementa apenas parte das funcionalidades pretendidas (Figura 6), torna-se evidente que a aplicação desenvolvida neste projeto acrescenta valor, concentrando numa aplicação só várias características que permitem agilizar a gestão de grandes redes de *loggers* com fins científicos.

	Geolgger	Geocaching	iButton Assist	idNotebook	NHS3100
Programação dos loggers NFC	Sim	Não	Apenas iButtons	Não	Apenas da NXP
Posição geográfica	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Indicar direções	Sim	Sim	Não	Não	Não
Ver posições no mapa	Sim	Sim	Apenas no PC	Não	Não
Disponível globalmente	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Guardar fotografias	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Guardar som	Não	Não	Não	Sim	Não
Guardar comentários	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Multi-dispositivo	Sim	Sim	Não	Não	Não
Sincronização com servidor	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Funcionamento Offline	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Gestão por projetos	Sim	Não	Não	Não	Não
Multiutilizador	Sim	Não	Não	Não	Não

Figura 6 Comparação GeoLogger com outras aplicações

4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

4.1 DEFINIÇÃO DE REQUISITOS

4.1.1 ARQUITETURA GLOBAL DO SISTEMA

A arquitetura do projeto encontra-se ilustrada no diagrama Figura 7. A componente principal é uma aplicação android que, com recurso a uma base de dados, organiza todos os dados, locais, posições e *loggers*. Utilizando a aplicação, a interação com os *loggers* inicia-se ao aproximar o telemóvel ao *logger*, estabelecendo uma comunicação NFC que permite transferir os dados e configurar o *logger* para uma nova campanha de amostragem. Sempre que exista uma ligação à internet, a base de dados local é sincronizada com a do servidor central. O acesso pode também ser realizado via uma aplicação web de *backoffice*, com a vantagem de permitir a alteração e gestão de partes substanciais de informação de uma forma mais cómoda e eficiente para o utilizador. A adoção da base de dados CouchDb permite ainda que estas operações possam ser realizadas por vários utilizadores em simultâneo.

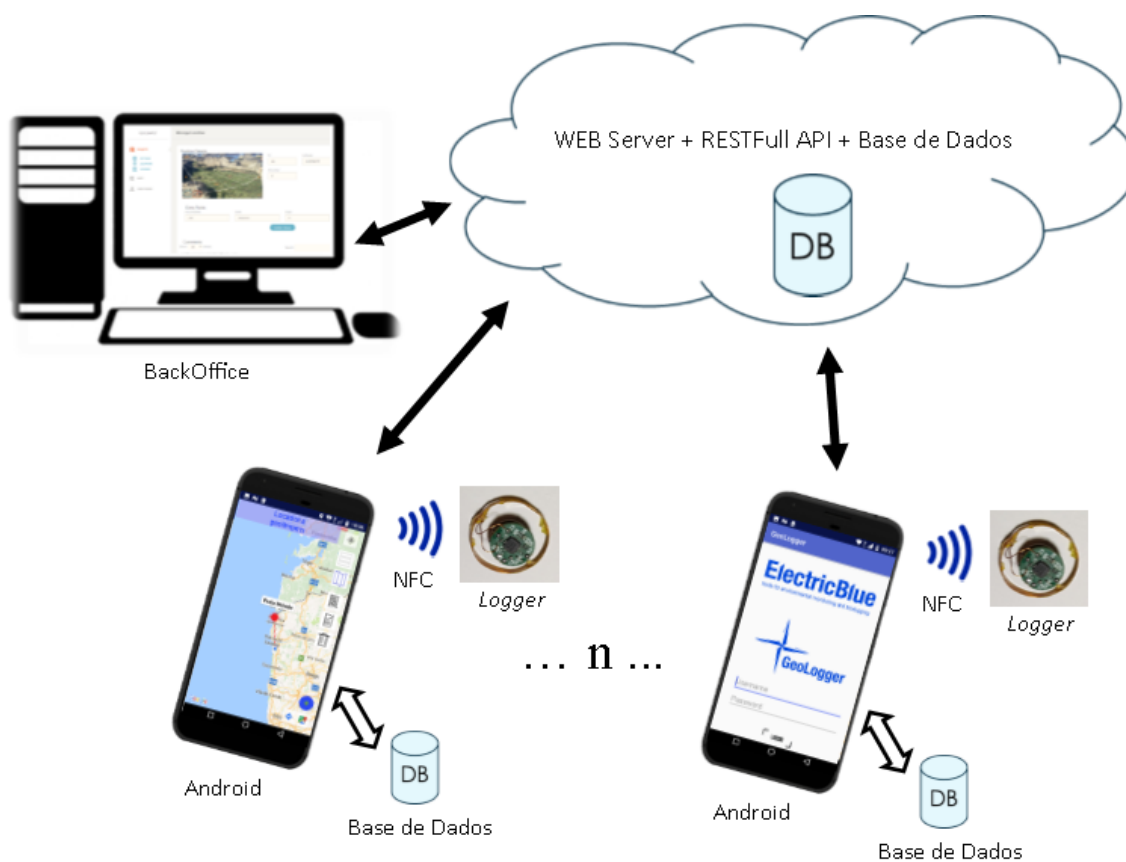


Figura 7 Arquitetura global do sistema

4.1.2 CASOS DE USO

Neste projeto foram desenvolvidas duas aplicações que interagem com um utilizador — a aplicação móvel e a backoffice. A maioria dos casos de uso são similares, mas alguns são específicos da aplicação móvel, identificados a cor azul, tal como se verifica na Figura 8. Em ambos os casos, o utilizador, após efetuar login, pode gerir os seus projetos e toda a informação associada, tal como locais, posições e *loggers*, incluindo criar, listar, editar e eliminar entradas. Na aplicação móvel, o utilizador pode ainda ver os locais e posições sobrepostos num mapa, consultar a distância e direção para uma determinada posição, transferir dados e programar *loggers* NFC.

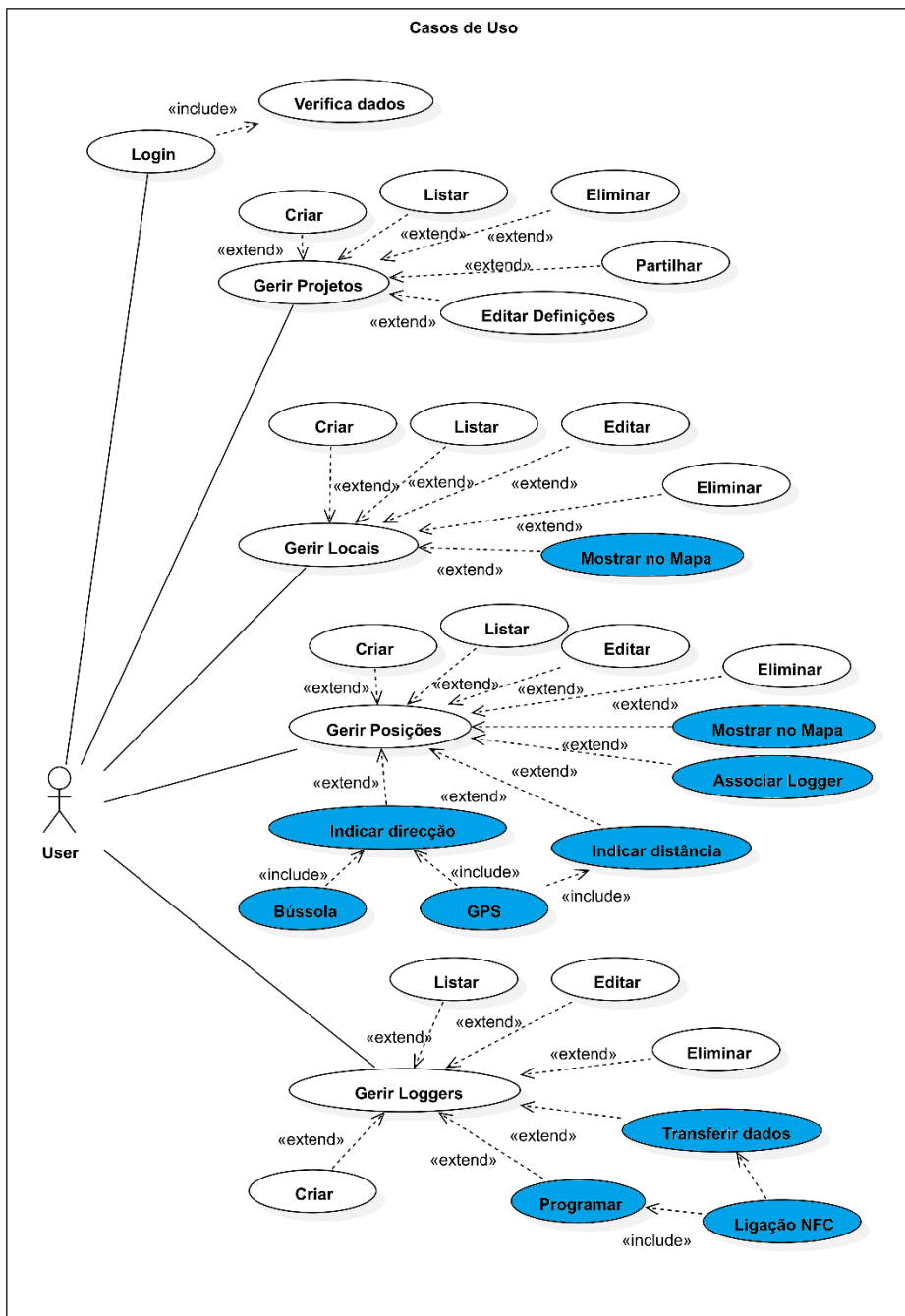


Figura 8 Casos de Uso

4.1.3 DIAGRAMA DE CLASSES

A Figura 9 representa, de uma forma simplificada, a estrutura de organização da informação. Cada projeto – e um utilizador pode ter vários – tem as suas próprias definições. Hierarquicamente, a classe base é o “local”, onde existem classes “posição”, que depois recebem classes “logger”. Cada classe tem campos pré-estabelecidos obrigatórios e opcionais, e o utilizador pode acrescentar outros campos, do tipo texto, número ou data, com os nomes que pretender e sem limite. O nome e tipo de cada um destes campos adicionais é estabelecido nas definições do projeto.

Os campos obrigatórios na classe “local” são “nome”, “latitude” e “longitude”, na classe “posição” são “ID”, “latitude”, “longitude” e “precisão”, e na classe “logger” são “número de serie” e “data de produção”. As classes “local” e “posição” têm como campos de preenchimento opcional “comentários” e “imagens”, enquanto que a classe “logger” tem como campos de preenchimento opcional “comentários” e “dados registados”. Além destes campos o utilizador pode adicionar outros do tipo texto, número ou data com os nomes que pretender e sem limite, isso é definido nas definições do projeto.

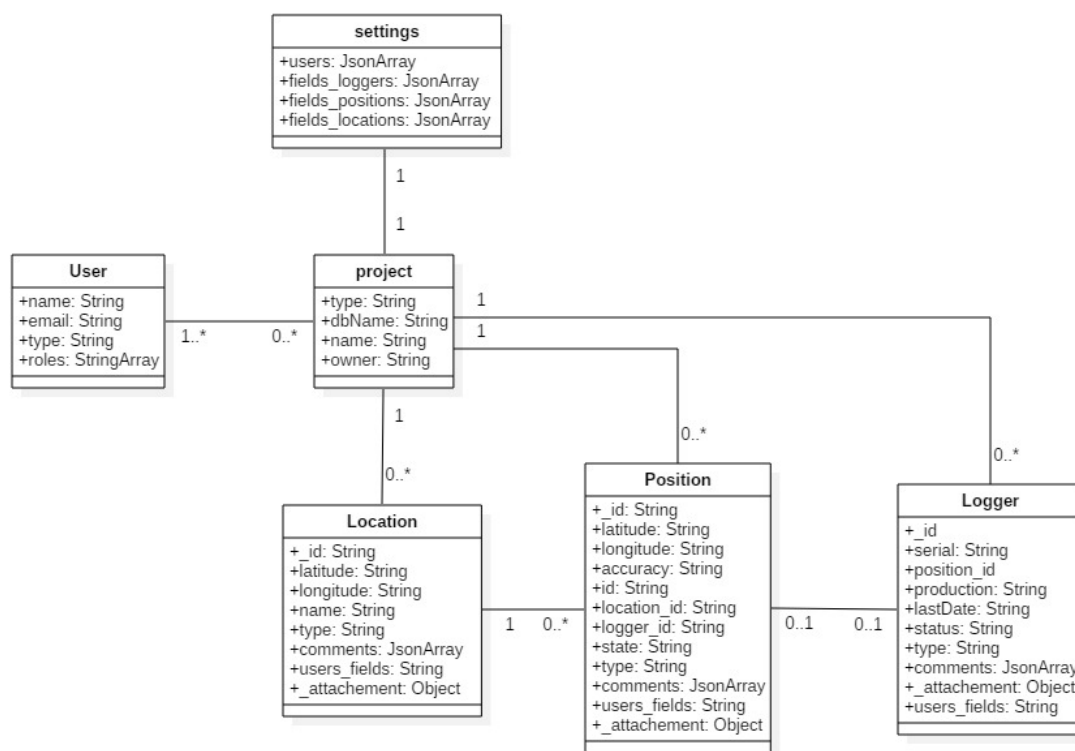


Figura 9 Diagrama de classes

4.1.4 MOCKUPS

De forma a otimizar esforço para o desenvolvimento da primeira versão da aplicação, foram desenhados mockups das atividades a implementar para servir de guia ao desenvolvimento e obter feedback por parte dos investigadores que a irão utilizar (Figura 10). Após interação com a versão inicial, os investigadores sugeriram várias alterações, quer a nível de funcionalidades como de interface. Utilizando a metodologia ágil, as alterações sugeridas foram rapidamente implementadas, melhorando substancialmente a utilidade da aplicação.

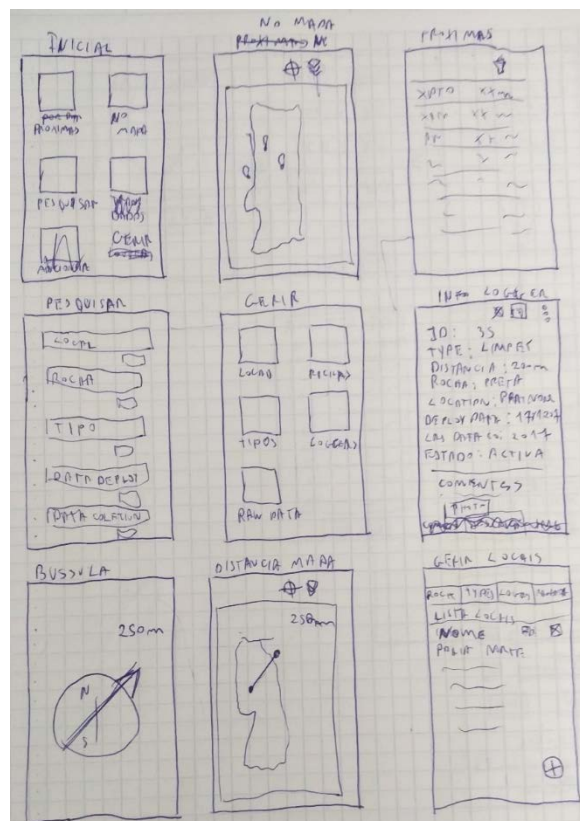


Figura 10 Mockups da primeira versão da aplicação GEOLOGGER

4.1.5 PRESSUPOSTOS

Para que o utilizador aceda às várias funcionalidades da aplicação, vários elementos do dispositivo móvel devem estar ativos e acessíveis. Abaixo enumeram-se vários destes pressupostos:

- i. É necessário ter acesso à internet para validar o utilizador no servidor central durante o primeiro login. Em subseqüentes utilizações o login faz-se de forma automática, dispensando o acesso à internet.
- ii. É necessário ter acesso à internet para criar ou eliminar projetos, para que seja alocado espaço no servidor para a nova base de dados.
- iii. É necessário ter acesso à internet para partilhar um projeto, uma vez que é preciso validar o utilizador remotamente.
- iv. Quando o acesso à internet não está disponível, a aplicação permite trabalhar com a informação presente na base de dados local do dispositivo móvel. Quando o acesso à internet é restabelecido, a aplicação sincroniza a base de dados local com a base de dados no servidor.
- v. É necessário ter acesso à posição GPS para aceder a funcionalidades que dependam de georreferenciação. Na ausência dessa informação, a aplicação apresenta uma mensagem pedindo ao utilizador para ligar o GPS ou para aguardar pela aquisição de uma posição válida.
- vi. É necessário ter acesso à comunicação NFC para programar *loggers* e descarregar dados. Na ausência dessa funcionalidade, a aplicação apresenta uma mensagem a indicar que o dispositivo móvel não tem a funcionalidade e volta à atividade anterior.
- vii. É necessário ter acesso a um magnetómetro para aceder a funcionalidades que dependam de orientação. Na ausência dessa funcionalidade, a aplicação apresenta uma mensagem a indicar que o dispositivo móvel não tem a funcionalidade e volta à atividade anterior.

4.2 BASE DE DADOS CENTRAL

A aplicação desenvolvida tem como objetivo principal a organização de dados. Pelas razões expostas na secção 2.3, o sistema de base de dados adotado foi o CouchDB.

Este sistema permite implementar as seguintes funcionalidades:

- Flexibilidade e transparência no modo de funcionamento.
 - utilizando a capacidade de alternar facilmente entre um sistema de apenas um nó em cluster.
- Resposta rápida, mesmo em ambientes onde a rede de internet é instável (alguns *loggers* são colocados em zonas remotas sem acesso à internet).
 - através da implementação de um protocolo de replicação para documentos JSON que confere acesso primeiro à base de dados local, e que posteriormente sincroniza com a base de dados remota sempre que a ligação à internet é restabelecida.
- Funcionamento em multiplataforma, com replicação dos dados entre plataformas de forma transparente.
 - suporte para servidores implementados, por exemplo, em Raspberry Pi, instalações na nuvem, CouchDB para ambientes WEB ou Couchbase Lite para Android e iOS.
- Garantia de confiabilidade dos dados
 - os dados são guardados de forma redundante em todos os nós.

O CouchDB é um sistema de base de dados não relacional, ou seja, não existem relações entre os dados, nem a informação é guardada sobre a forma de tabelas. No caso de existirem relações entre os dados, essas têm de ser geridas pela aplicação e não pela base de dados. Os dados são guardados em documentos no formato JSON, sendo que cada documento tem um ID único (idêntico às linhas das tabelas nas bases de dados relacionais). A identificação das classes faz-se através dos campos dentro do documento JSON. No âmbito deste projeto foi utilizado o campo “type”, que indica o tipo de dados guardados, que neste caso inclui “location”, “position” ou “logger”.

Uma particularidade do sistema de base de dados CouchDB é a possibilidade de adicionar anexos a cada um dos documentos, que podem ser imagens, documentos ou qualquer outro formato de dados. Uma vez que os anexos apenas são descarregados a pedido, esta particularidade do CouchDB permite que a pesquisa e visualização de dados seja feita de forma rápida. Neste projeto, esta funcionalidade foi utilizada para armazenar fotografias dos locais e posições, e numa versão posterior será também utilizada para armazenar os dados descarregados dos *loggers*.

Uma funcionalidade importante da aplicação é a capacidade de o utilizador ter vários projetos no seu portfólio, e de poder partilhá-los com outros utilizadores. Para tal é necessário que cada utilizador apenas receba no seu dispositivo móvel a informação

relativa aos projetos por si criados e dos projetos que lhe foram partilhados. A implementação desta funcionalidade não foi trivial, e exigiu ajustes na metodologia de organização, nomeadamente:

- Implementação de uma base de dados única para cada utilizador, onde é armazenada a informação de todos os projetos a que tem acesso.
- Implementação de um documento “settings” único para cada projeto, onde são armazenadas as definições específicas desse projeto, nomeadamente quais os utilizadores com acesso e os campos não automáticos para os locais, posições e *loggers* desse projeto. Este documento é escalável, podendo aceitar outros parâmetros que sejam necessários em próximas versões.

4.3 AUTENTICAÇÃO

Após a implementação da capacidade de partilha de projetos entre utilizadores tornou-se necessário implementar um sistema de autenticação. De entre os vários sistemas de autenticação disponíveis, optou-se pela biblioteca SuperLogin porque:

- Funciona sobre o CouchDB, o sistema de base de dados adotado por este projeto.
- É de código aberto, o que reduz os custos na fase de desenvolvimento e experimentação.
- Funciona em JavaScript/ NodeJS.
- Inclui uma API que permite gerir totalmente os utilizadores.

Algumas das rotas para as funções mais utilizadas da *RESTful API* (uma API utilizada para servir os dados armazenados na base de dados, para uma descrição mais completa consultar <https://github.com/colinskow/superlogin>) são:

- **POST /register**
 - Criar conta com nome de utilizador e senha.
 - Campos obrigatórios: username, email, password, confirmPassword.
- **POST /login**
 - Iniciar sessão.
 - Campos obrigatórios: username, password.
- **POST /logout**
 - Terminar sessão.
 - Campo obrigatório: token.
- **GET /session**
 - Validar sessão.
 - Campo obrigatório: token.

A biblioteca SuperLogin cria uma base de dados no CouchDB, onde armazena as credenciais dos utilizadores. Sempre que é feito o registo de um utilizador novo, é criada uma base de dados para guardar a informação de todos os projetos a que o utilizador tem acesso.

4.4 APLICAÇÃO ANDROID

A aplicação Android está dividida em várias atividades distintas:

1. Login..... gestão da autenticação
2. Projects..... listagem e gestão dos projetos
 - 2.1. Project Settings..... definições específicas de cada projeto
3. Loggers listagem e gestão dos *loggers*
 - 3.1. Logger Details detalhes de um *logger*
4. Map/List listagem e gestão dos locais e posições de um projeto
 - 4.1. Location Details detalhes de um local
 - 4.2. Position Details detalhes de uma posição
5. Compass orientação

Além destas atividades foram implementadas algumas classes para a gestão da base de dados local, gestão local do utilizador e classes responsáveis pela interação com o utilizador, listagens e formulários.

Para a gestão da base de dados local optei pela Couchbase lite, uma biblioteca disponível para Android que implementa as funcionalidades do CouchDB num formato mais leve próprio para dispositivos móveis. Nesta classe encontram-se as credenciais de acesso e as funções que gerem o sincronismo com o servidor CouchDB facilitando o seu uso ao longo das varias atividades.

4.4.1. ATIVIDADE LOGIN

Na primeira utilização da aplicação o utilizador encontra a atividade Login (Figura 11), onde deverá autenticar-se para que aplicação o reconheça e descarregue os dados do servidor para o dispositivo móvel. A autenticação requer a introdução do *username* e *password*, sendo de seguida feito um pedido de verificação ao servidor. No caso da verificação ser concluída com sucesso, o utilizador é direcionado para a atividade Projects. Paralelamente, é criada uma instância da classe User com os respetivos dados de autenticação, que é guardada nas preferências da aplicação. Depois de guardados os dados de autenticação, deixa de ser necessário o acesso à internet para efeitos de login em utilizações futuras. No entanto, por questões de segurança, se existir ligação à internet procede-se na mesma à verificação do *username* e *password*.

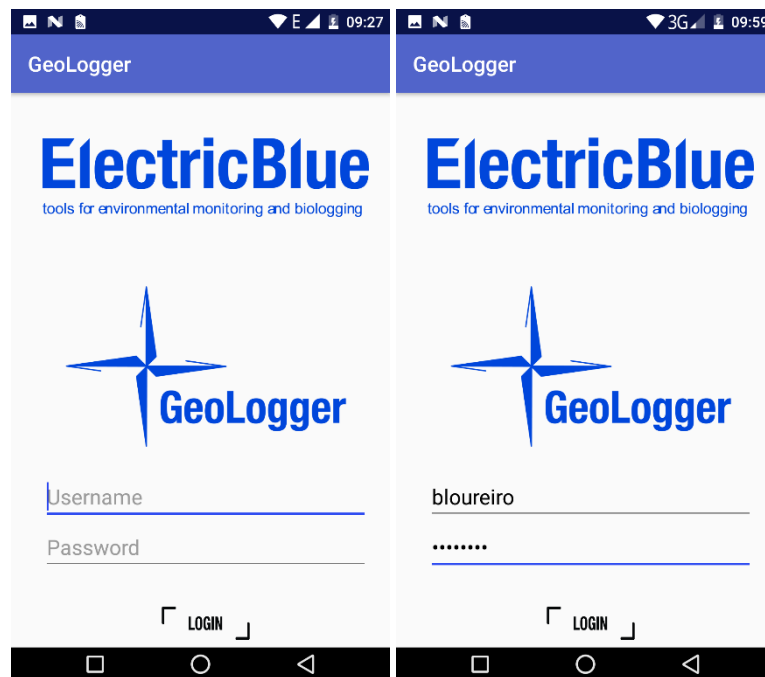


Figura 11 Atividade Login

4.4.2. ATIVIDADE PROJECTS

A atividade Projects lista todos os projetos a que o utilizador tem acesso, o que inclui os projetos criados pelo próprio utilizador e os projetos para os quais recebeu credenciais de partilha. Em todos os projetos é indicado o *username* do utilizador que criou o projeto (Figura 12). A lista é atualizada dinamicamente graças às *liveQuery* permitidas pelo Couchbase lite, ou seja, sempre que existem alterações no servidor essas alterações são refletidas na base de dados local do dispositivo móvel.

Uma vez na atividade Projects o utilizador pode efetuar logout (Figura 14), sendo redirecionado para a atividade Login; criar (Figura 15), partilhar (Figura 16) ou eliminar (Figura 13) projetos; aceder às definições de um projeto, sendo redirecionado para a atividade Project Settings; selecionar um projeto e consultar os locais e posições nele definidos, sendo redirecionado para a atividade Map; selecionar um projeto e consultar e editar a lista de *loggers* disponíveis, sendo redirecionado para a atividade Loggers.

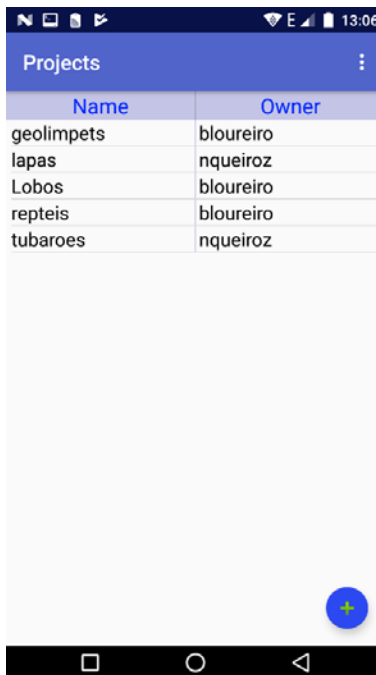


Figura 12 Atividade Projects

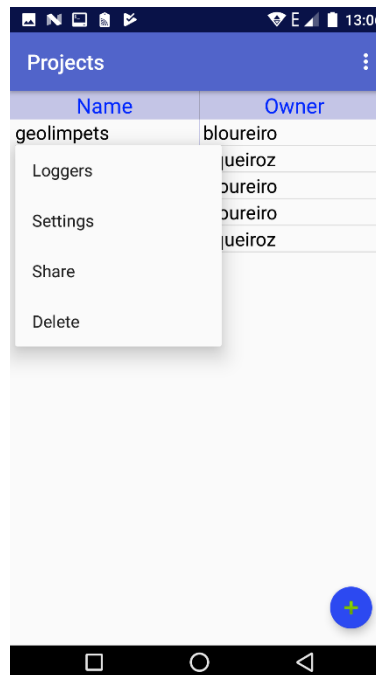


Figura 13 Projects Menu

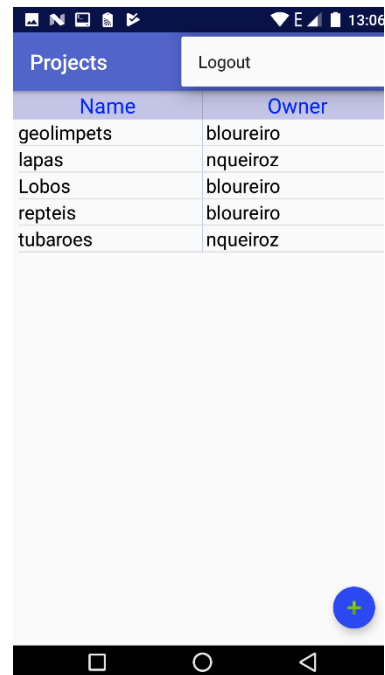


Figura 14 Projects Logout

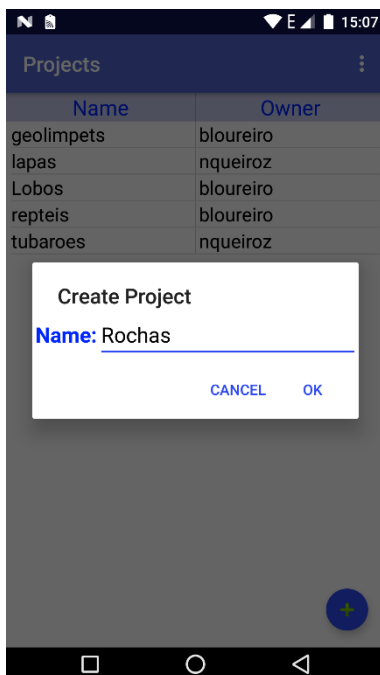


Figura 15 Criar projeto

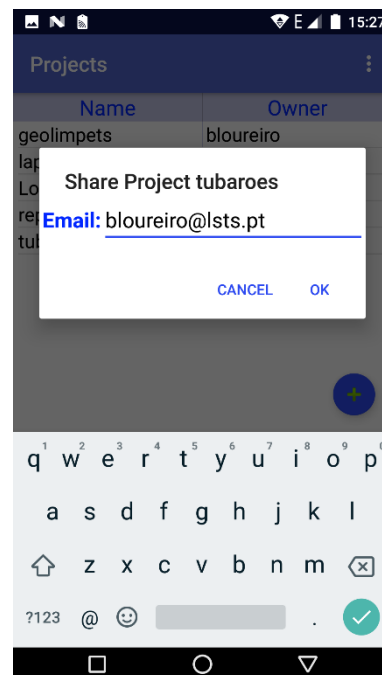


Figura 16 Partilhar projeto

4.4.2.1. ATIVIDADE PROJECT SETTINGS

A atividade Project Settings permite ao utilizador a personalização de um projeto de acordo com as necessidades específicas (Figura 17). Uma vez nesta atividade o utilizador pode definir campos adicionais de informação para os locais, posições e *loggers*, e a informação contida nesses campos pode ser do tipo texto, número ou data (Figura 18). Estes também podem ser eliminados (Figura 19).

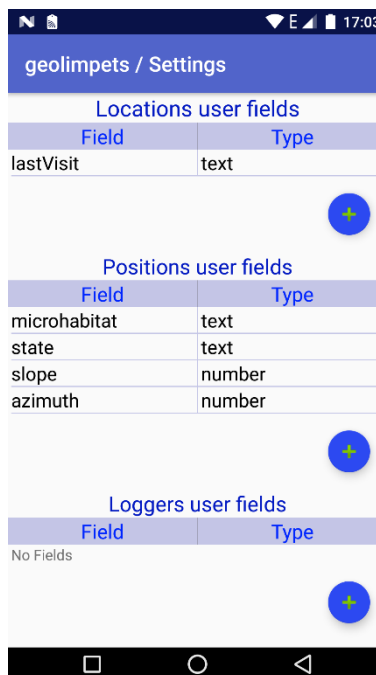


Figura 17 Atividade project settings

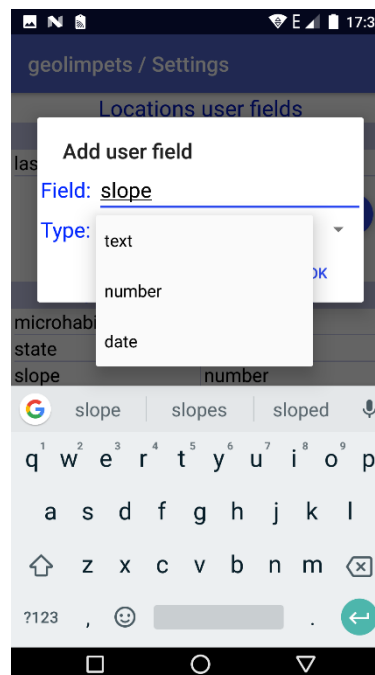


Figura 18 Adicionar campo

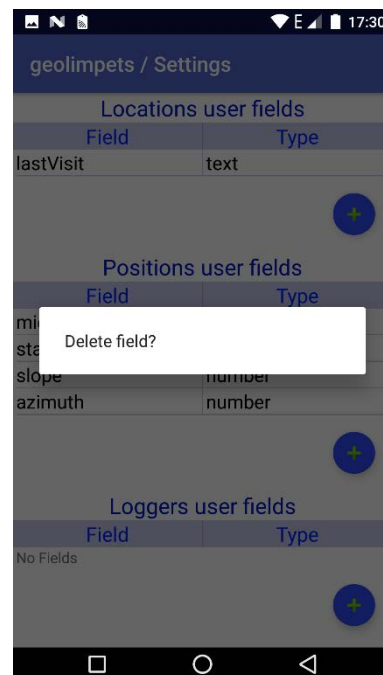


Figura 19 Remover campo

4.4.3. ATIVIDADE LOGGERS

Cada projeto tem os seus próprios *loggers*, que devem ser registados na base de dados. Esse processo acontece na atividade Loggers, onde é apresentada uma listagem dos *loggers* já disponíveis, ordenada por ordem alfabética dos números de série. A lista dos *loggers* também inclui o seu estado (disponível, ativo, avariado ou desaparecido). Esta lista é atualizada dinamicamente com recurso às *liveQuery* do Couchbase lite (Figura 20). A qualquer momento, o utilizador pode adicionar (Figura 21) ou remover *loggers* (Figura 22). O utilizador pode ainda visualizar os detalhes de um *logger*, sendo redirecionado para a atividade Logger Details.

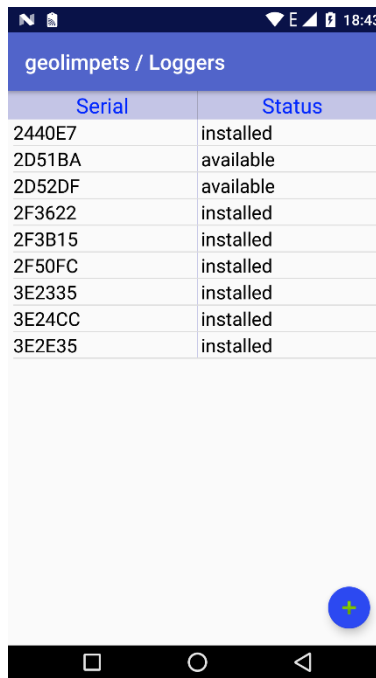


Figura 20 Atividade Loggers

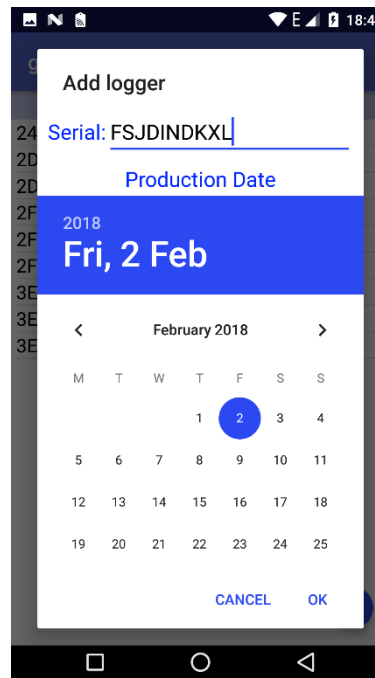


Figura 21 Adicionar *logger*

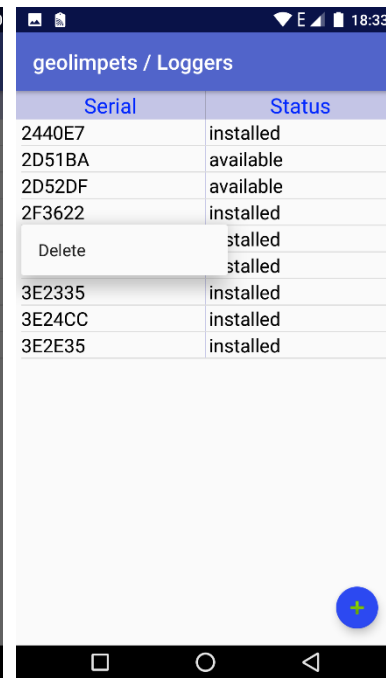


Figura 22 Remover *logger*

4.4.3.1. ATIVIDADE LOGGER DETAILS

Na atividade Logger Details, o utilizador pode consultar a informação associada a um *logger*, incluindo os campos não automáticos definidos pelo utilizador para o projeto selecionado. Uma vez que não está imposto um limite para o número de campos não automáticos nem para os comentários, a informação está contida num *scroll view* que permite a consulta mesmo que exceda a dimensão do ecrã (Figura 23). Além destes campos também pode adicionar comentários (Figura 24).

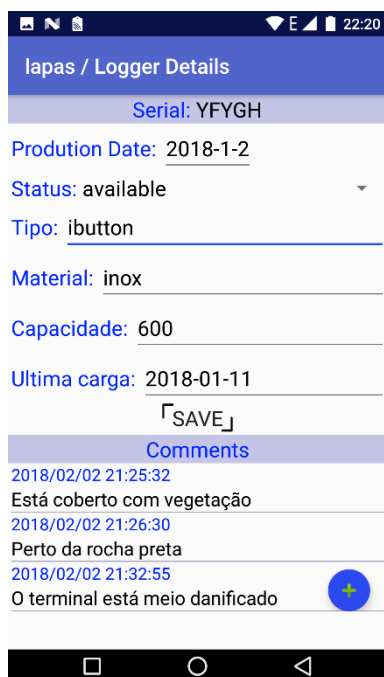


Figura 23 Atividade Logger Details

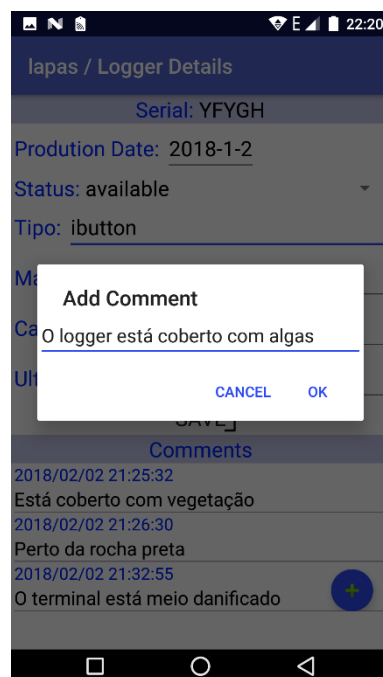


Figura 24 Adicionar comentário

4.4.4. ATIVIDADE MAP/LIST

Na atividade Map/List o utilizador pode visualizar num mapa os locais e posições associados a um projeto (Figura 25), e pode editar, adicionar e remover locais e posições (Figura 26, Figura 28, Figura 30 e Figura 31). Os dados são sincronizados em permanência com o servidor, e sempre que existe uma alteração externa a mesma é refletida no mapa e na lista através das funções *liveQuery* do Couchbase lite. Uma vez que os locais são hierarquicamente superiores às posições, ao aceder à atividade Map/List o utilizador encontra listados em primeiro lugar os locais (Figura 27). Uma vez selecionado um local, são então listadas todas as posições associadas (Figura 30). Quando o utilizador se encontra a visualizar posições, o mapa inclui uma circunferência em volta do marcador de cada posição, indicando a precisão da georreferenciação, que varia em função da qualidade do sinal de GPS. A partir desta atividade o utilizador pode ainda consultar os detalhes de um local ou de uma posição, sendo redirecionado para as atividades Location Details e Position Details, respetivamente. Os locais e posições podem ser criadas através de um clique longo no map onde as coordenadas são passadas automaticamente para o formulário, clicando no icon “+” e introduzimos as coordenadas manualmente ou então ativamos o GPS e as coordenadas são preenchidas e atualizadas automaticamente. Neste caso o utilizador deve verificar o valor do campo “accuracy” para guardar apenas quando este tiver uma precisão aceitável (Figura 29 e Figura 32).

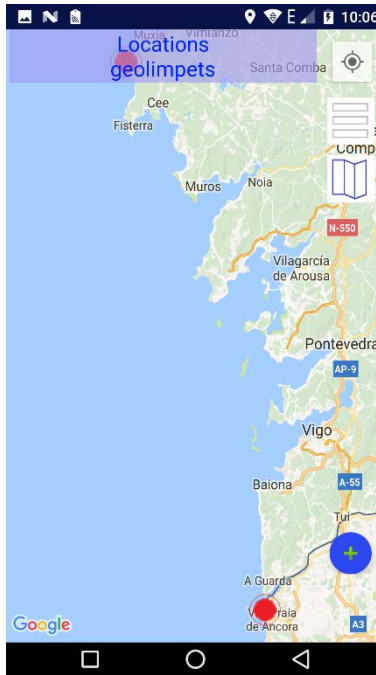


Figura 25 Atividade Map/List

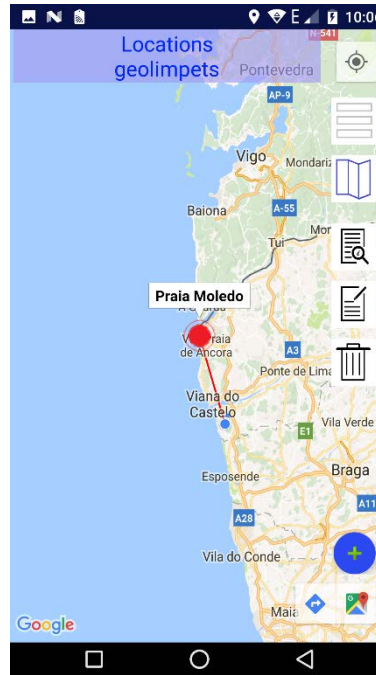


Figura 26 Editar, detalhar, remover

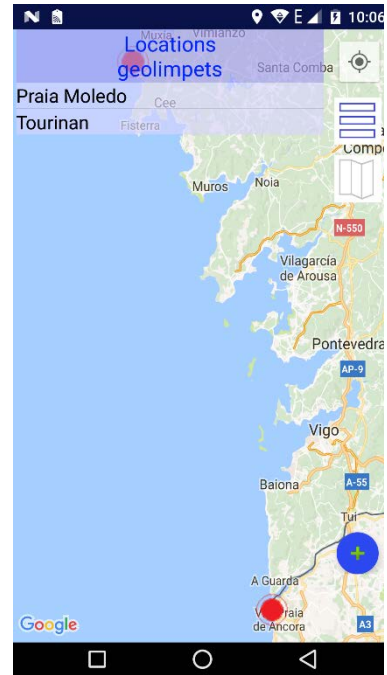


Figura 27 Listar locais

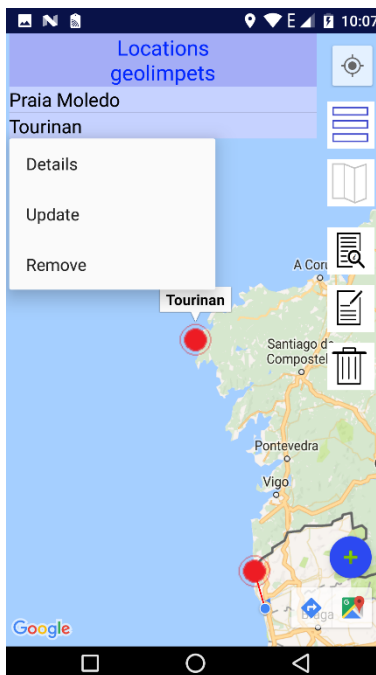


Figura 28 Menu da Lista locais

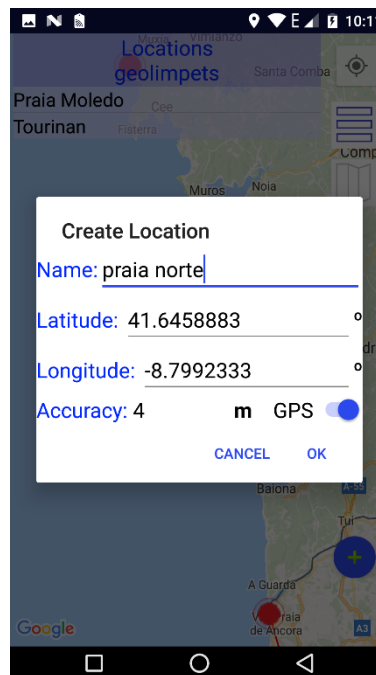


Figura 29 Criar local

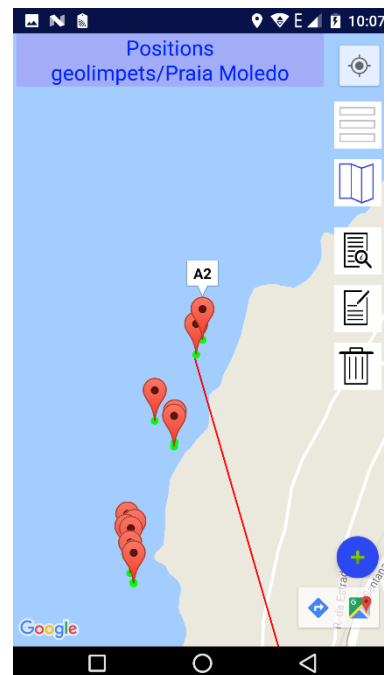


Figura 30 Listar posições

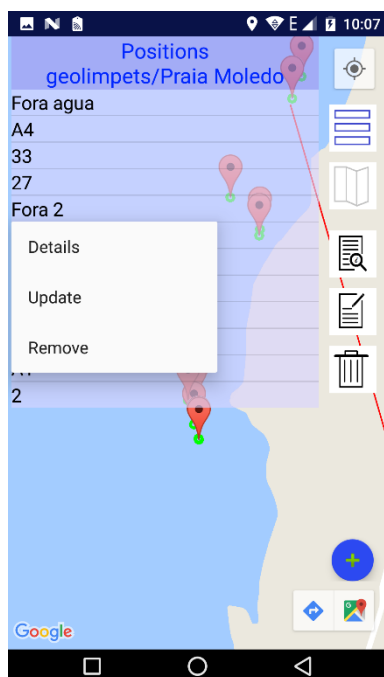


Figura 31 Menu da lista posições

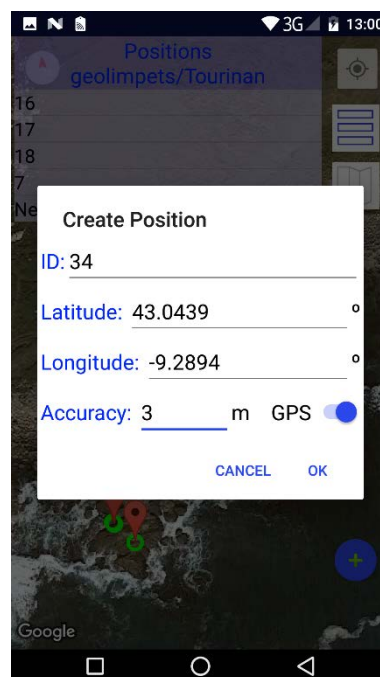


Figura 32 Criar posição

4.4.4.1. ATIVIDADE LOCATION DETAILS

Na atividade Location Details o utilizador pode consultar todos os detalhes associados a uma localização, incluindo os campos não automáticos definidos pelo utilizador para o projeto seleccionado. Uma vez que não está imposto um limite para o número de campos não automáticos nem para os comentários, a informação está contida num *scroll view* que permite a consulta mesmo que exceda a dimensão do ecrã (Figura 33). Nesta atividade existe um campo para fotografias, que ficam contidas num *HorizontalScrollView*, onde o utilizador pode adicionar, remover e navegar pelas fotografias disponíveis. As fotografias podem ser adicionadas diretamente a partir da câmara do dispositivo móvel, ou a partir de ficheiros previamente carregados para a base de dados (Figura 34), para remover bastará um longo clique sobre a imagem e confirmar (Figura 35).



Figura 33 Atividade Location Details

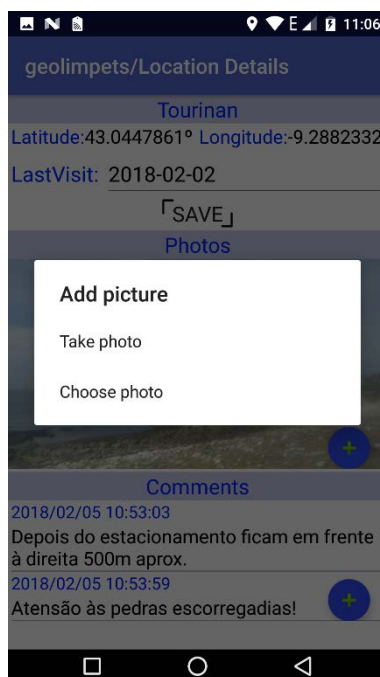


Figura 34 Adicionar fotografia

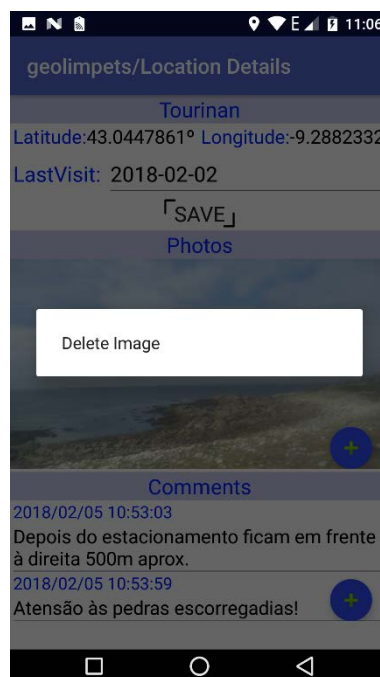


Figura 35 Remover imagem

4.4.4.2. ATIVIDADE POSITIONS DETAILS

A atividade Position Details apresenta uma estrutura equivalente à atividade Location Details, e permite ao utilizador consultar todos os detalhes associados a uma posição, incluindo os campos não automáticos definidos pelo utilizador para o projeto selecionado (Figura 36 Atividade position details 1 e Figura 37). Nesta atividade existe um campo para fotografias semelhante ao descrito 4.4.4.1 para a atividade Location Details. É nesta atividade que o utilizador pode associar um *logger* a uma posição, selecionando de uma lista um dos *loggers* previamente adicionados à base de dados (Figura 38).



Figura 36 Atividade position details 1

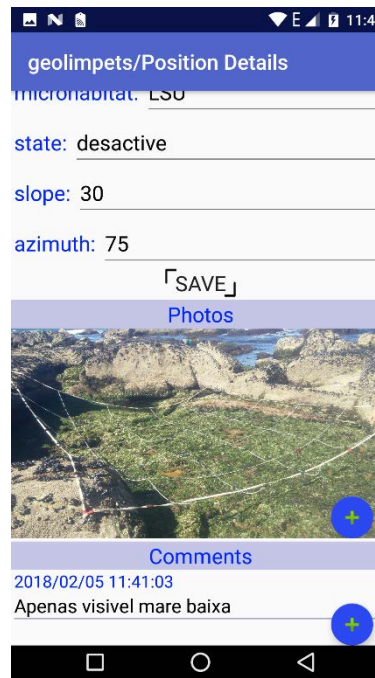


Figura 37 Atividade position details 2

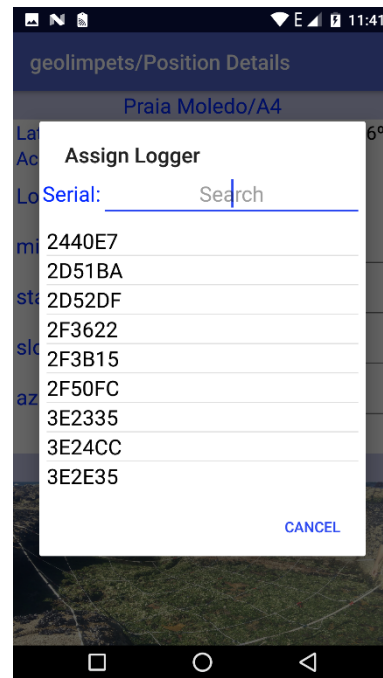


Figura 38 Associar logger

4.4.5. COMPASS

A atividade Compass é disponibilizada para facilitar a difícil tarefa de localizar os *loggers* no local de trabalho (Figura 40). Com recurso à posição GPS do dispositivo móvel, a atividade Compass mostra ao utilizador a distância entre a posição atual e a posição selecionada, bem como o ângulo em relação ao norte. A aplicação tem em consideração a diferença entre o norte geográfico e o norte magnético, apresentando a direção real que o utilizador deve tomar no local para se deslocar em direção à posição pretendida (Figura 39), de uma forma simplificada $\text{Direção} = \text{Azimute} - (\text{Orientação} + \text{Declinação})$. Uma vez que o sinal do magnetómetro de dispositivos móveis tem tipicamente bastante ruído associado, é aplicado um filtro para estabilizar o sinal.

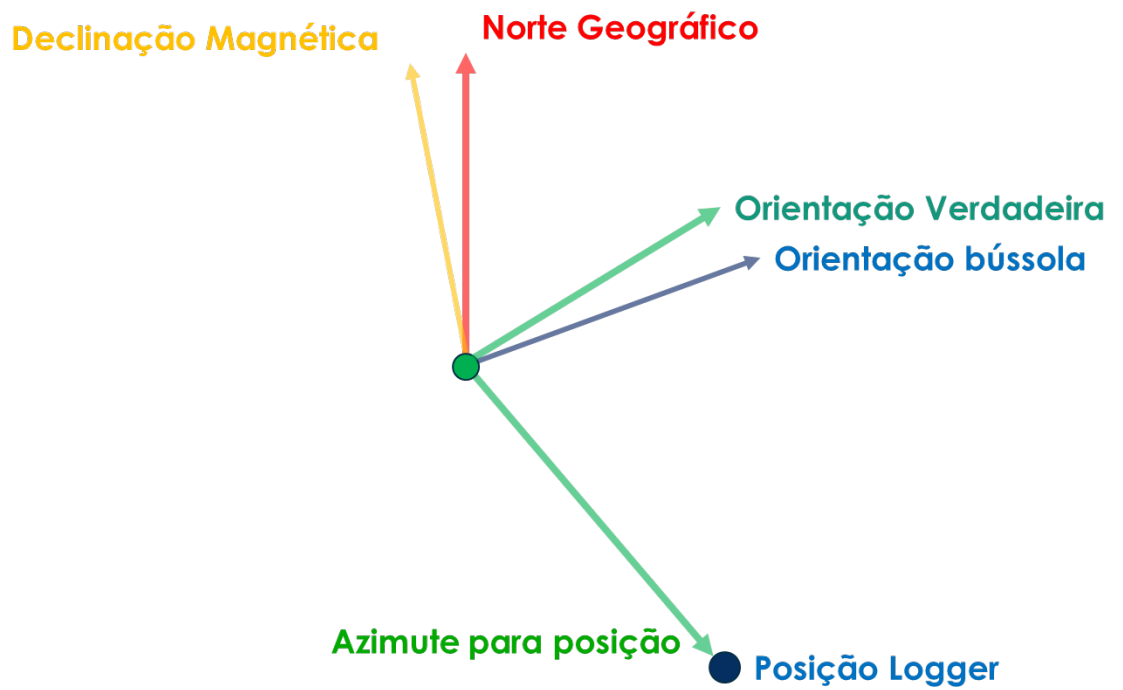


Figura 39 Vetores orientação de cálculos auxiliares

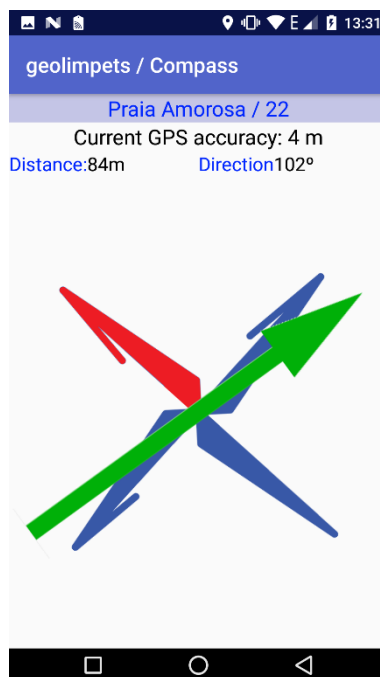


Figura 40 Atividade Compass

4.5 RESTFUL API

A *RESTful API* é utilizada para servir os dados armazenados na base de dados, permitindo separar o serviço de armazenamento dos dados da aplicação *front-end*. A implementação deste método torna a aplicação facilmente escalável, e dessa forma vários tipos de aplicações *front-end* podem consumir este serviço. Assim apenas é necessário adaptar a aplicação *front-end* mediante os requisitos do utilizador final. Além dos recursos direcionados para a gestão de utilizadores mencionados na secção 4.3 Autenticação, foram adicionados todos os recursos disponibilizados pela *RESTful API* necessários para criar, listar, atualizar, remover e consultar detalhes. Segue uma breve descrição dos serviços implementados:

- **GET /projects**
 - Lista todos os projetos a que o utilizador tem acesso
- **POST /projects**
 - Adiciona um projeto ao utilizador ativo
 - Recebe json com o nome a dar ao projeto
 - Ex: {"name":"Lapas"}
- **DELETE /project/:project_id**
 - Elimina um projeto pelo seu ID
- **GET /project/:project_id/settings**
 - Lista todas as definições do projeto
- **POST /project/:project_id/share**
 - Partilha um projeto com outro utilizador
 - Ex: {"email":"geolimpet@gmail.com"}
- **DELETE /project/:project_id/share**
 - Elimina a partilha de um projeto com outro utilizador
- **POST /project/:project_id/settings/locations**
 - Adiciona um campo extra às localizações do projeto
 - Ex: {"field":"nomeDoCampo","type":"text"}; type text, number ou date
- **DELETE /project/:project_id/settings/locations**
 - Remove um campo extra das localizações do projeto pelo seu nome
 - Ex: {"field":"nomeDoCampo"}
- **POST /project/:project_id/settings/positions**
 - Adiciona um campo extra às posições do projeto
- **DELETE /project/:project_id/settings/positions**
 - Remove um campo extra às posições do projeto pelo seu nome
- **POST /project/:project_id/settings/loggers**
 - Adiciona um campo extra aos *loggers* do projeto
- **DELETE /project/:project_id/settings/loggers**
 - Remove um campo extra aos *loggers* do projeto pelo seu nome
- **GET /project/:project_id/locations**
 - Lista as localizações referentes a um projeto pelo seu ID
- **POST /project/:project_id/location**
 - Adiciona uma localização a um projeto pelo seu ID
 - Recebe json com o nome, latitude e longitude

- Ex: {"name":"Praia Norte", "latitude":"41.6973635", "longitude":"-8.8527553"}
- **PUT /project/:project_id/location**
 - Atualiza uma localização de um projeto pelo seu ID
 - Recebe json com o nome, latitude e longitude
- **DELETE /project/:project_id/location/:location_id**
 - Elimina uma localização pelo ID de projeto e de localização
- **GET /project/:project_id/location/:location_id/positions**
 - Lista as posições de uma localização específica, de um projeto específico
- **POST /project/:project_id/location/:location_id/position**
 - Adiciona uma posição a uma localização de um projeto específico
 - Recebe json com o id, latitude, longitude e precisão
 - Ex: {"id":"1", "latitude":"41.6973635", "longitude":"-8.8527553", "accuracy":"5"}
- **DELETE /project/:project_id/position/:position_id**
 - Elimina uma posição do projeto pelo seu ID
- **PUT /project/:project_id/position**
 - Atualiza uma posição de um projeto pelo seu ID
 - Recebe json com o nome, latitude e longitude
 - Ex: {"name":"Praia Norte", "latitude":"41.6973635", "longitude":"-8.8527553"}
- **GET /project/:project_id/loggers**
 - Lista os *loggers* de um projeto
- **POST /project/:project_id/logger**
 - Adiciona um *logger* a um projeto
 - Recebe json com o número de série e data de produção
 - Ex: {"serial":"1234ABCD", "production":"2017/11/03"}
- **DELETE /projects/:project_id/logger/:logger_id**
 - Elimina um logger de um projeto
- **GET /project/:project_id/location/:location_id**
 - Lista detalhes de uma localização de um projeto
- **PUT /project/:project_id/location/:location_id/comments**
 - Atualiza comentários a uma localização pelo seu ID
- **GET /project/:project_id/location/:location_id/attachments**
 - Lista anexos de uma localização pelo seu ID
- **POST /project/:project_id/location/:location_id/attachment**
 - Adiciona uma imagem a uma localização
- **DELETE /project/:project_id/location/:location_id/attachment/:attachment_id**
 - Remove uma imagem associada a uma localização
- **GET /project/:project_id/position/:position_id**
 - Lista detalhes de uma posição
- **PUT /project/:project_id/position/:position_id/comments**
 - Atualiza comentários a uma posição pelo seu ID
- **GET /project/:project_id/position/:position_id/attachments**
 - Lista os anexos associados a uma posição
- **POST /project/:project_id/position/:position_id/attachment**
 - Adiciona uma imagem a uma posição
- **DELETE /project/:project_id/position/:position_id/attachment/:attachment_id**
 - Remove uma imagem associada a uma posição

4.6 APLICAÇÃO WEB BACKOFFICE

Para complementar a aplicação android, foi desenvolvida uma aplicação web de backoffice onde a informação é armazenada e gerida de forma centralizada. Para além de permitir uma gestão mais eficiente dos projetos com maior dimensão, esta funcionalidade é também importante para facilitar a migração para a aplicação de grandes volumes de dados referentes a redes de registadores previamente implementadas. Para a construção da aplicação web de backoffice foi usado um template BOOTSTRAP livre, mais especificamente o Paper Dashboard da Creative Tim (<https://www.creative-tim.com/product/paper-dashboard>). A aplicação web de backoffice inclui várias paginas destinadas a organizar a tarefa de gestão dos dados.

4.6.1. BENVINDO

Ao aceder à aplicação web de backoffice, o utilizador encontra a página Benvindo, onde se pode visualizar um pequeno texto de resumo do objetivo e funcionalidades da aplicação Geologger (Figura 41).

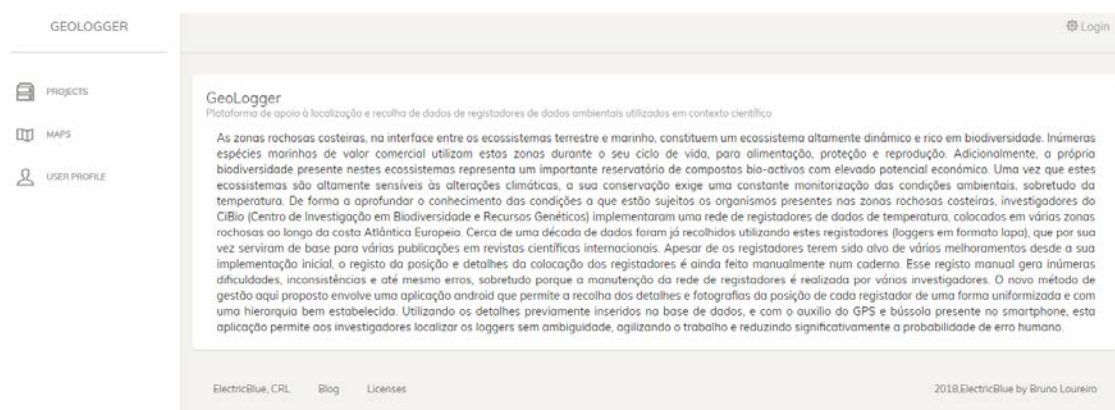


Figura 41 BackOffice boas vindas

4.6.2. LOGIN

Antes de aceder aos projetos, o utilizador deve autenticar-se selecionando o botão Login e inserindo depois o username e a password. A autenticação é realizada utilizando a API do surperlogin, gerando um token que é utilizado nos pedidos seguintes. Esse token é armazenado no browser, por isso é recomendado que seja efetuado logout no final da utilização para limitar falhas na segurança (Figura 42).

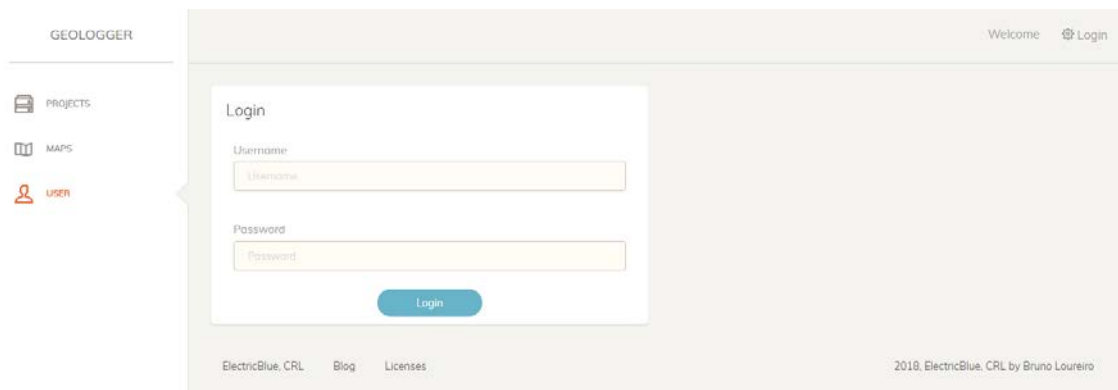


Figura 42 BackOffice Login

4.6.3. PROJECTS

Após uma autenticação bem-sucedida, o utilizador é direcionado para a página de listagem e gestão dos projetos. Esta página lista todos os projetos a que utilizador tem acesso (seus ou partilhados), permite adicionar e remover projetos, e tem links diretos para as definições, *loggers* e locais. Embora a estrutura da aplicação Geologger assente no armazenamento da informação sob a forma de bases de dados não relacionais para melhorar o desempenho, alguns dos dados são relacionais, pelo que a informação é geralmente visualizada em forma de tabela. Com recurso às tabelas dinâmicas disponíveis na biblioteca datatables.net, o utilizador pode nesta página seriar os dados por ordem alfabética em qualquer um dos campos, bem como realizar pesquisas dinâmicas. Esta funcionalidade encontra-se implementada não apenas na página de listagem e gestão dos projetos, mas também em todas a paginas que apresentam dados na forma de tabela (Figura 43).

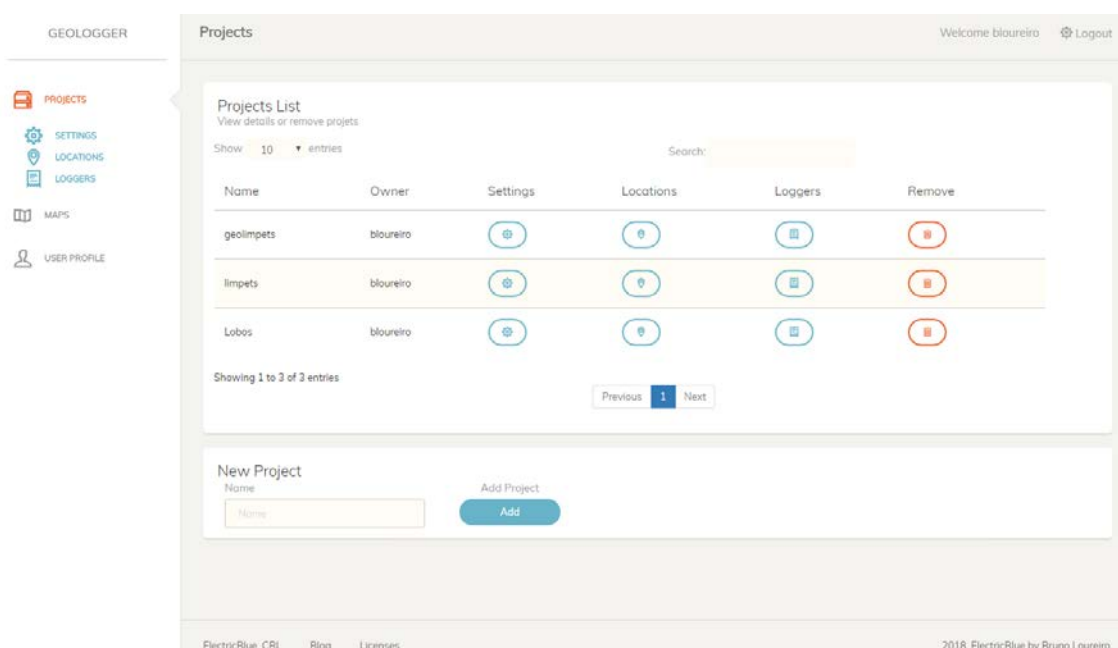


Figura 43 BackOffice Projects

4.6.4. DEFINIÇÕES PROJETO

A partir da página de listagem e gestão dos projetos o utilizador pode aceder às definições de um determinado projeto. Após carregar no botão Settings correspondente ao projeto pretendido, o utilizador é direcionado para a página das definições do projeto (Figura 44, Figura 45, Figura 46). Uma vez nessa página, o utilizador pode adicionar campos não automáticos específicos desse projeto para os locais, posições e *loggers*, que podem ser do tipo texto, número ou data. É também a partir desta página que o utilizador pode partilhar o projeto com outros utilizadores.

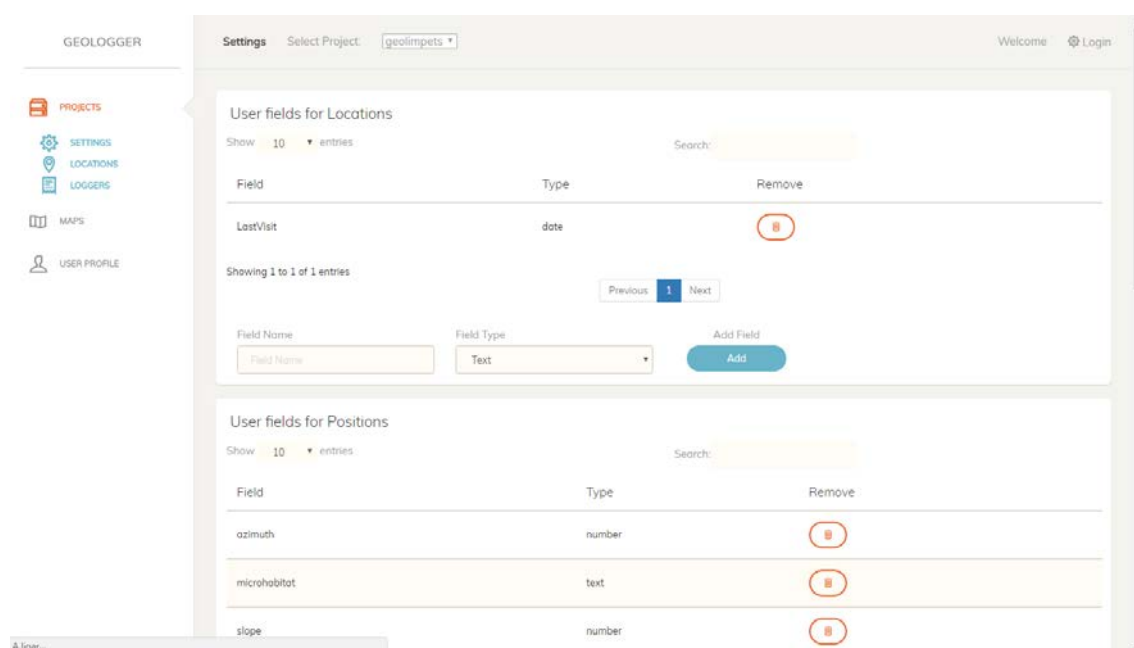


Figura 44 BackOffice project settings, campos para Locais

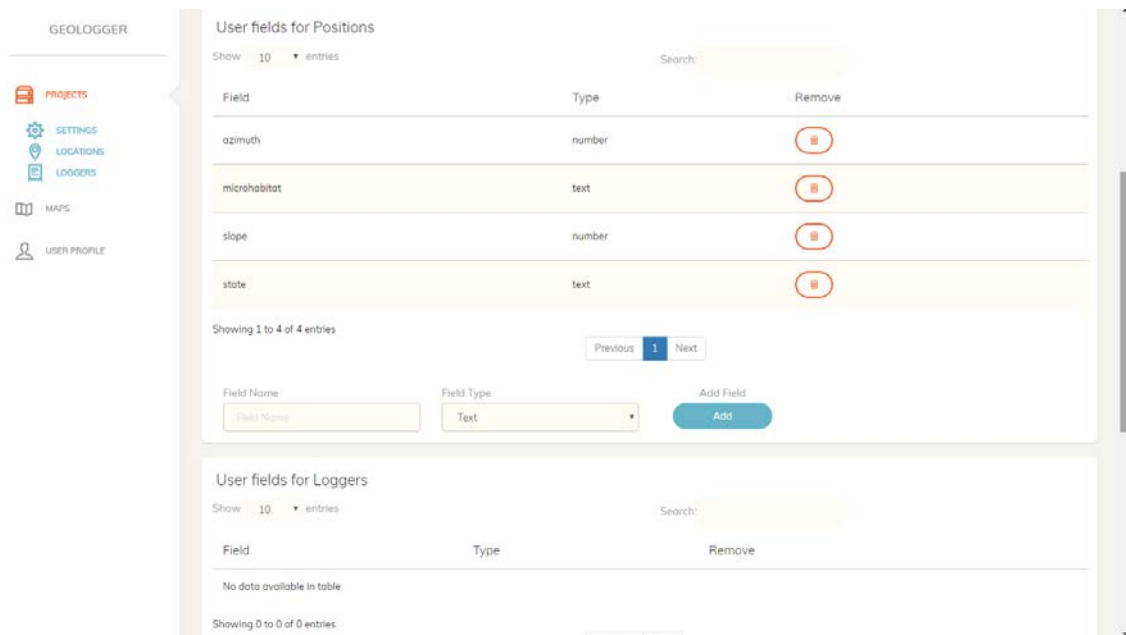


Figura 45 BackOffice project settings, campos para posições

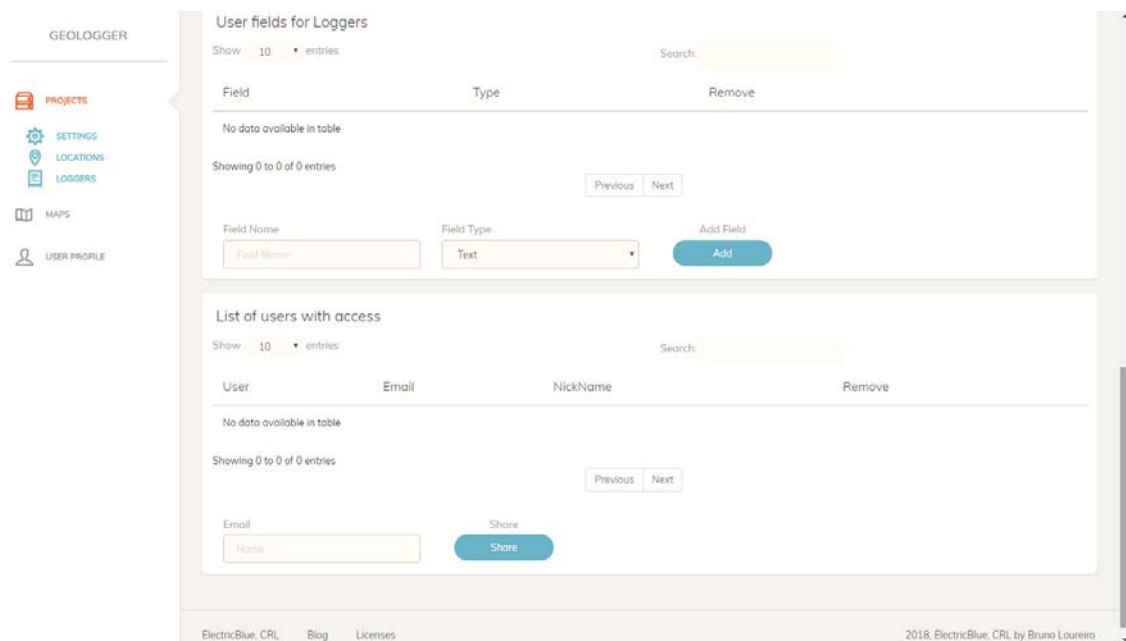


Figura 46 BackOffice project settings, campos para loggers e partilha de projeto

4.6.5. LOGGERS

A partir da página de listagem e gestão dos projetos o utilizador pode também aceder à página de gestão dos *loggers* disponíveis. Nesta página o utilizador pode aceder à lista dos *loggers* associados a um projeto, e adicionar, remover e consultar detalhes de um *logger* em específico. No topo da página, uma *combobox* permite facilmente alternar entre projetos (Figura 47). Para os campos do tipo data foi implementado um *datapicker* de modo a que a informação seja introduzida sem erros de formatação (Figura 48).

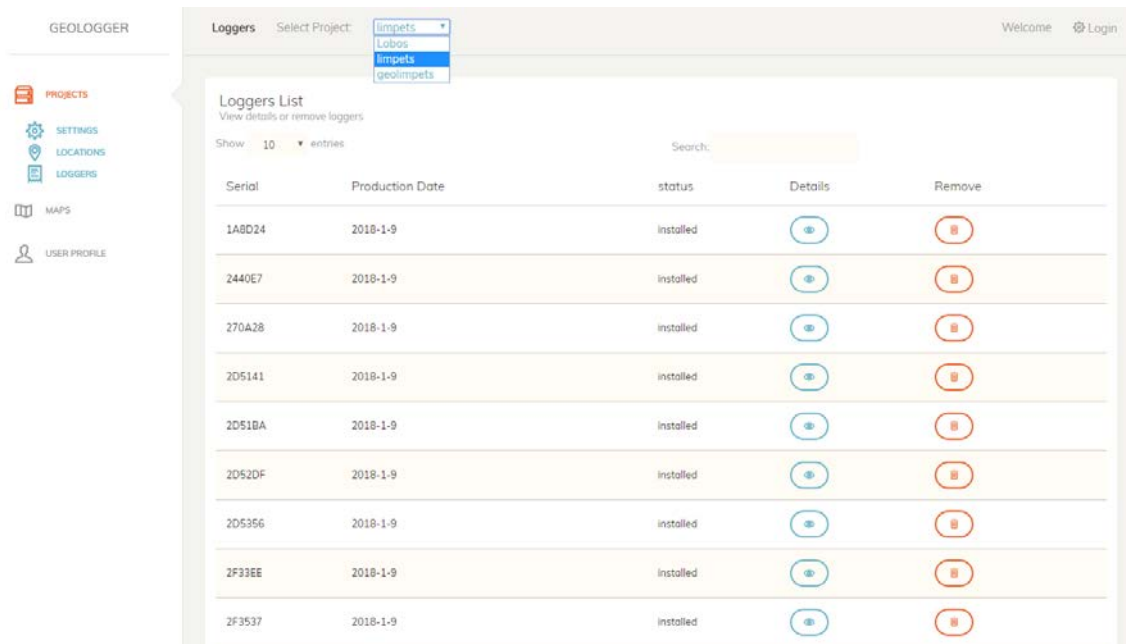


Figura 47 BackOffice Loggers, combobox

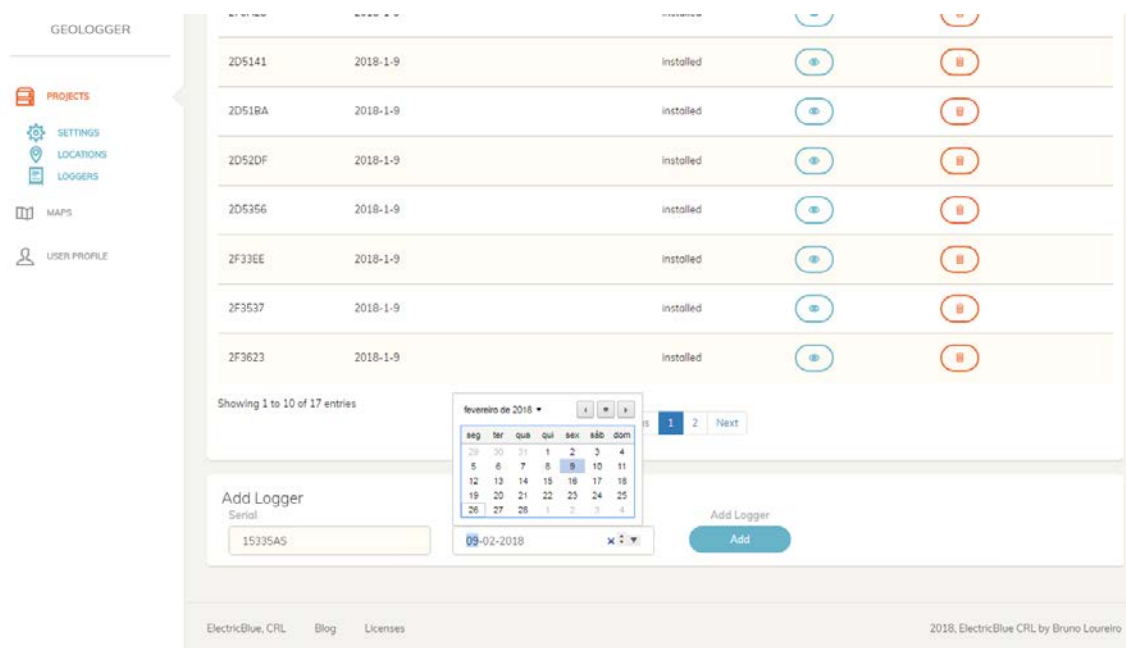


Figura 48 BackOffice Loggers, DatePicker

4.6.6. DETALHES DOS LOGGERS

Na página de gestão dos *loggers* disponíveis o utilizador pode consultar os detalhes de um determinado *logger*, sendo direcionado para a página de detalhes do *logger*. Uma vez nessa página, o utilizador tem acesso aos detalhes previamente introduzidos sobre um determinado *logger*, podendo também editar, adicionar e remover os dados dos vários campos e os comentários (Figura 49).

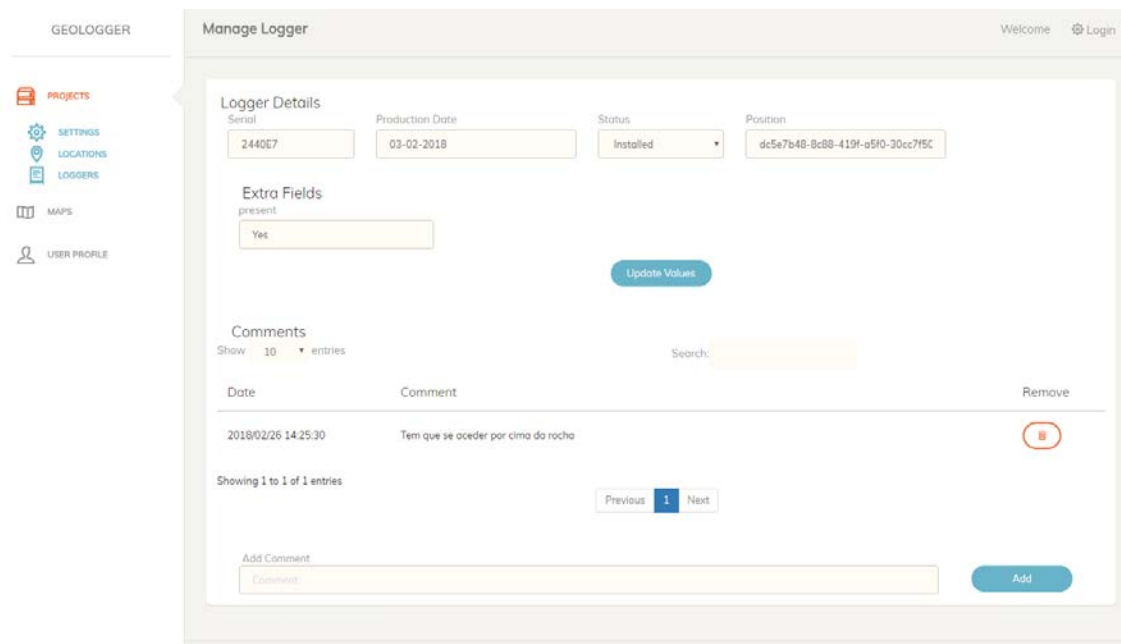


Figura 49 BackOffice detalhes do logger

4.6.7. LOCAIS

O utilizador também pode aceder à página de listagem e gestão dos locais a partir da página de listagem e gestão dos projetos. Nesta página o utilizador vai encontrar a lista dos locais adicionados a um projeto, podendo adicionar, editar e remover locais (Figura 50).

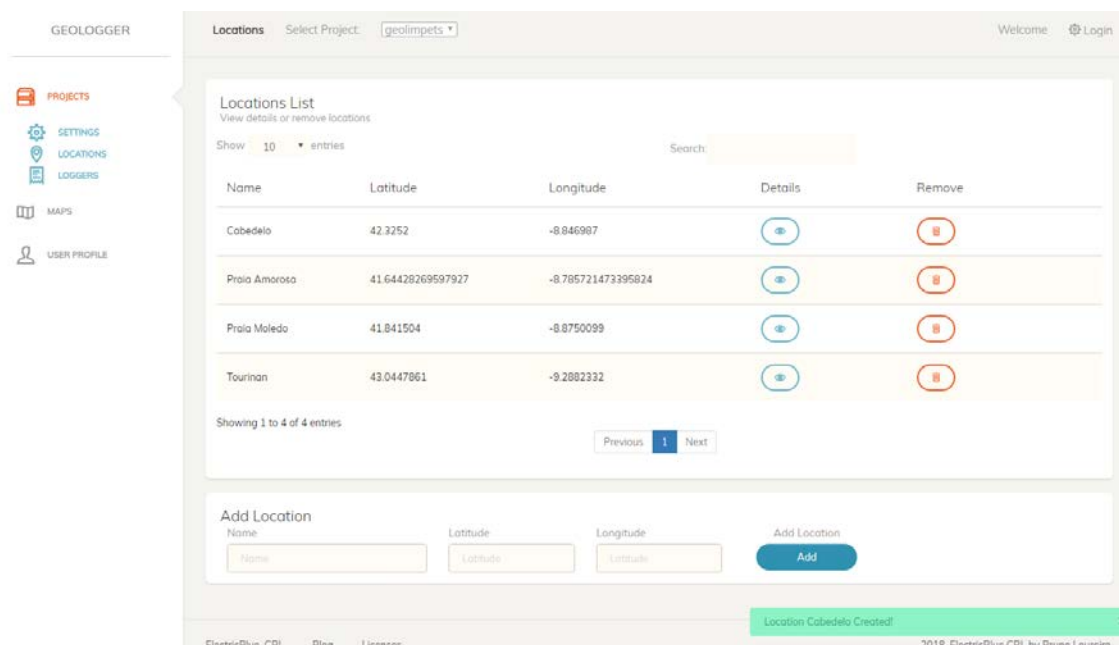


Figura 50 BackOffice Locais

4.6.8. DETALHES DE LOCAL

Tal como na página de gestão dos *loggers* disponíveis, na página de listagem e gestão dos locais o utilizador pode consultar os detalhes de um determinado local, sendo direcionado para a página de detalhes do local. Uma vez nessa página, o utilizador tem acesso aos detalhes previamente introduzidos sobre o local sob consulta, podendo também adicionar, editar e remover os dados dos vários campos, fotografias e comentários (Figura 51). É também nessa página que o utilizador adiciona, gere ou remove as posições associadas ao local (Figura 52).

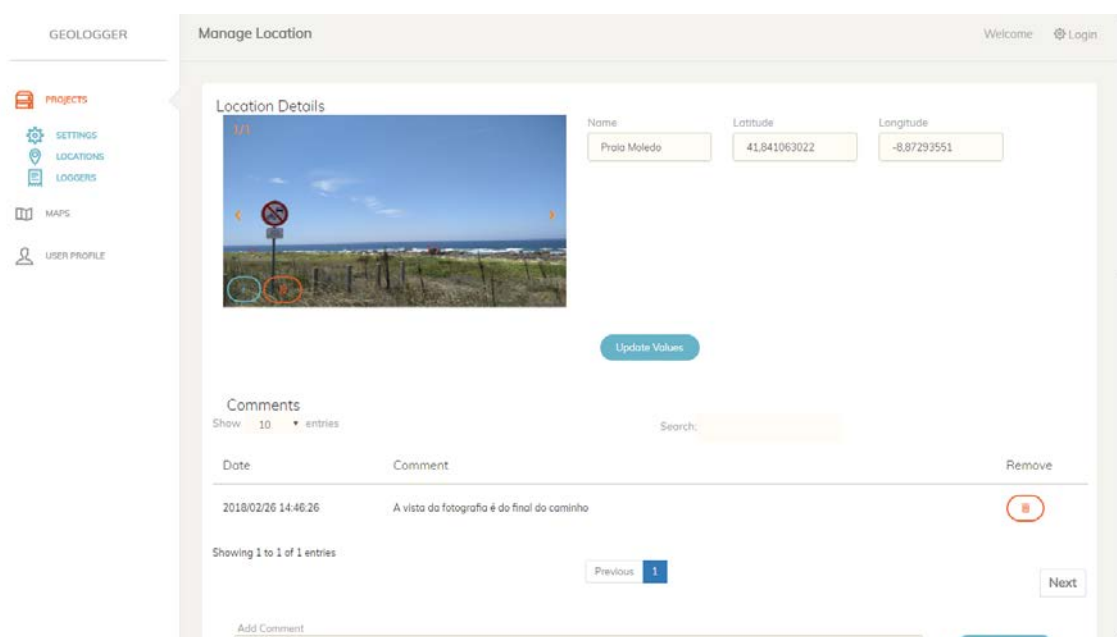


Figura 51 BackOffice, Detalhes do local

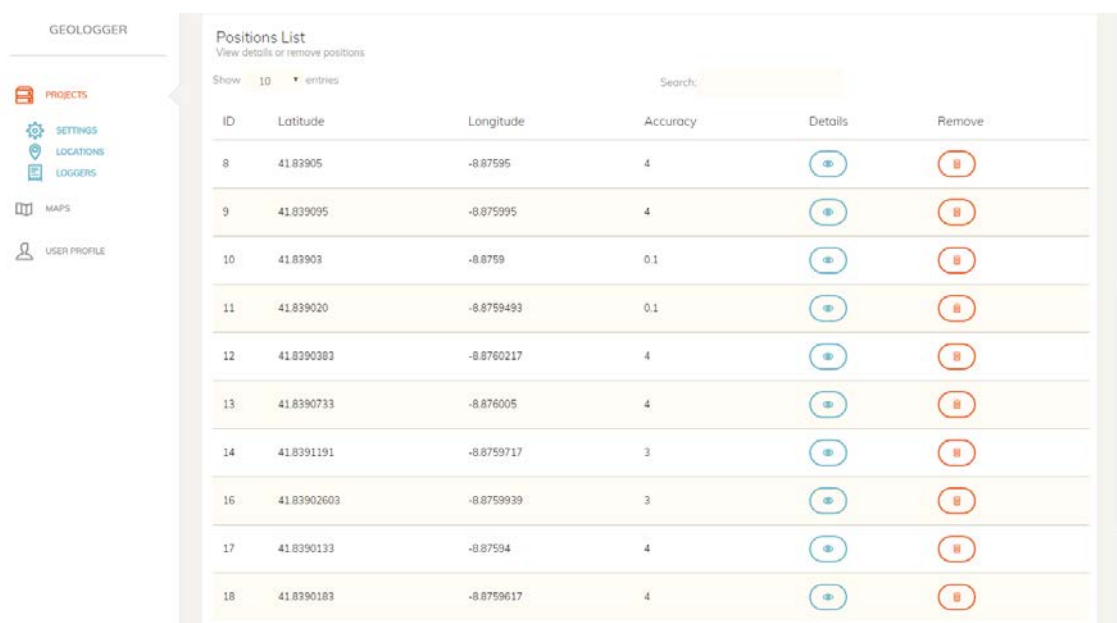


Figura 52 BackOffice, Lista de posições

4.6.9. Detalhes de posição

A partir da página de detalhes do local o utilizador pode aceder aos detalhes das posições associadas ao local, sendo direcionado para a página de detalhes da posição. Mais uma vez, é nessa página que o utilizador pode adicionar, editar e remover os dados dos vários campos, fotografias e comentários relativos à posição selecionada (Figura 53).

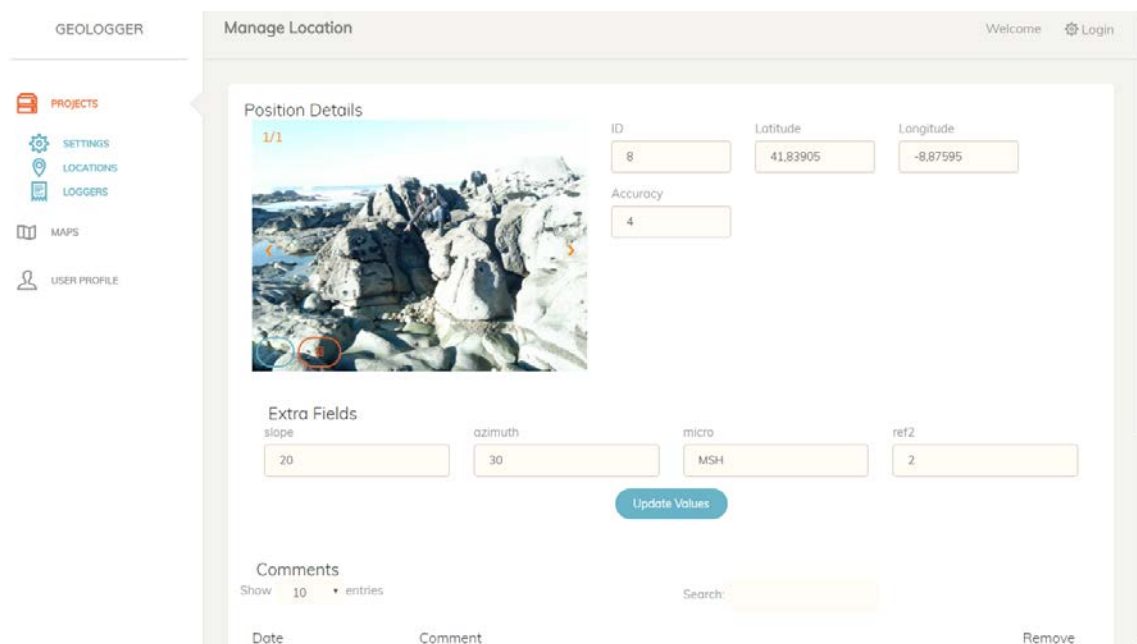


Figura 53 BackOffice, detalhes de posição

4.6.10. NOTIFICAÇÕES E ALERTAS

Sempre que são efetuadas operações na base de dados, criar, atualizar ou remover é gerada uma notificação informativa do sucesso ou não da operação (Figura 54). Sempre que se pretender remover algum dado aparece uma mensagem de pupup a pedir confirmação (Figura 55).

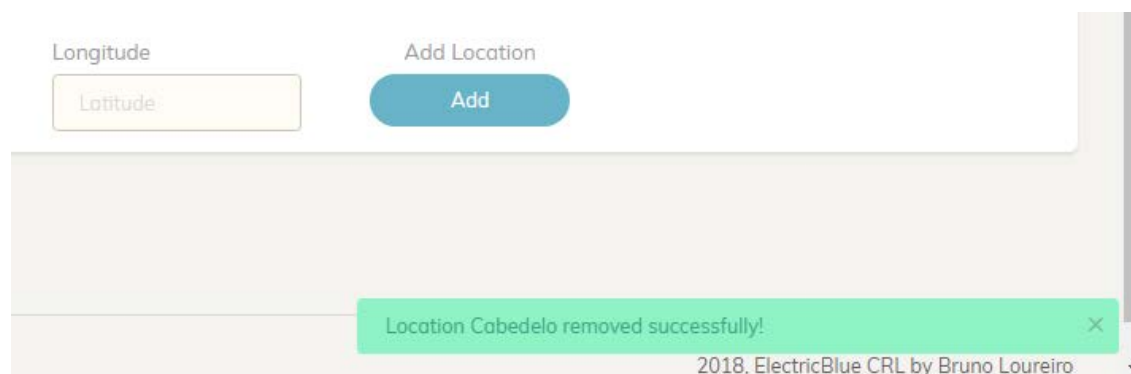


Figura 54 Notificação Sucesso

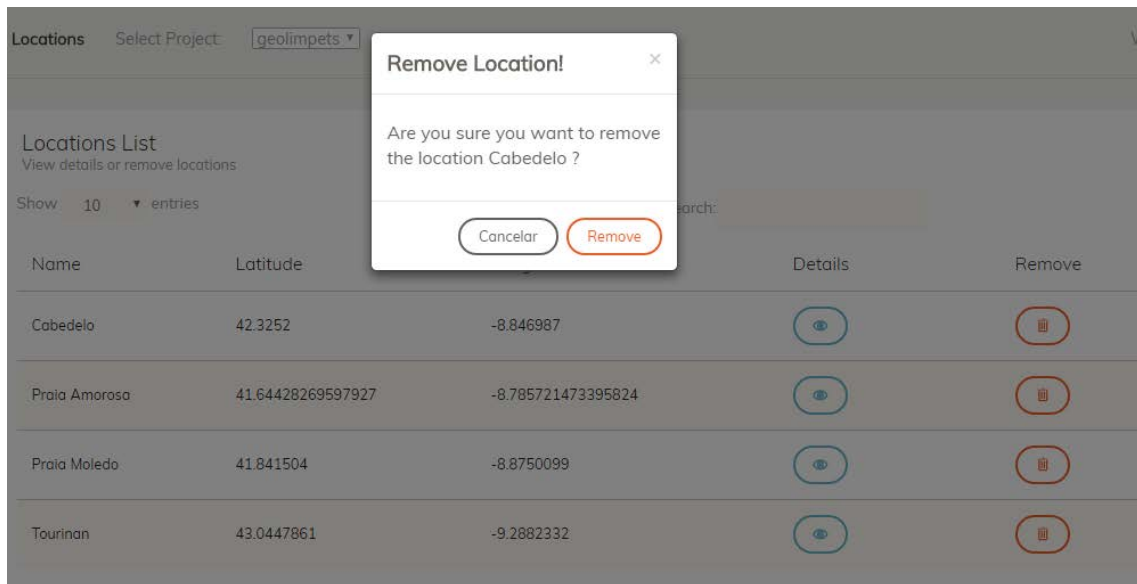


Figura 55 Alerta de ação remover

4.7 TESTES COM NFC

Tal como referido na contextualização (secção 1.2), está em progresso o desenvolvimento de uma nova versão dos registadores utilizados pela equipa de investigadores do CIBIO, que irá incluir comunicação NFC. Embora à data desta tese o desenvolvimento não esteja concluído, foi possível realizar testes com recurso a um protótipo do registador. Apesar disso, a integração com a aplicação ainda não é total (Figura 56).

Na versão atual da aplicação, quando é estabelecida uma ligação NFC entre o dispositivo móvel e o *logger*, é enviado o ID seguido de três mensagens distintas:

- Mensagem em formato binário com a versão do firmware do *logger*
- Mensagem em formato de texto, que pode ser interpretada por qualquer aplicação NFC, indicando o número de leituras, o intervalo de temperatura dos dados recolhidos e a temperatura atual.
- Ex: 1521 values between 10.8C and 34.9C have been logged. Current temperature: 18.9C
- Mensagem em formato binário com as configurações do *logger*, que após decodificação são apresentadas ao utilizador.

Enquanto a ligação ao *logger* permanecer estabelecida é possível enviar comandos, obter a temperatura atual, enviar nova configuração e transferir os dados guardados. Todos estes dados estão armazenados em formato binário, sendo necessário codificar e decodificar antes de serem visualizados pelo utilizador. A versão atual da aplicação permite ainda visualizar os dados num gráfico (Figura 58), bem como a sua exportação para um ficheiro CSV (Figura 57). Uma vez que o volume de dados armazenados durante

uma missão standard tipicamente demora 3 minutos a transferir, foi necessário implementar o uso de processos para que a interface não fique bloqueada até ao final da transmissão.

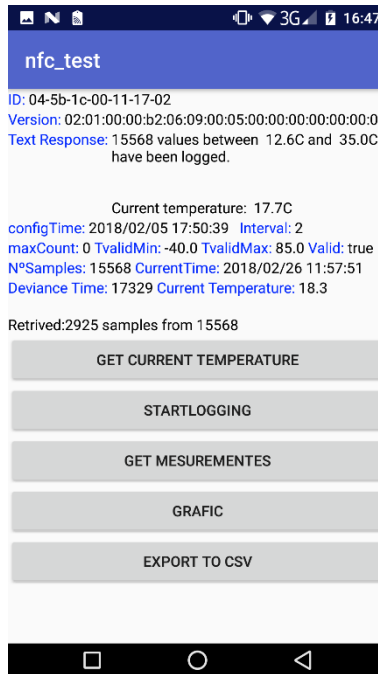


Figura 56 Aplicação NFC

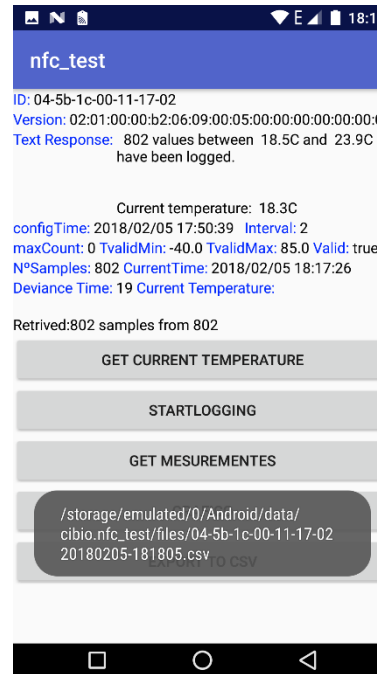


Figura 57 Exportar dados para CSV

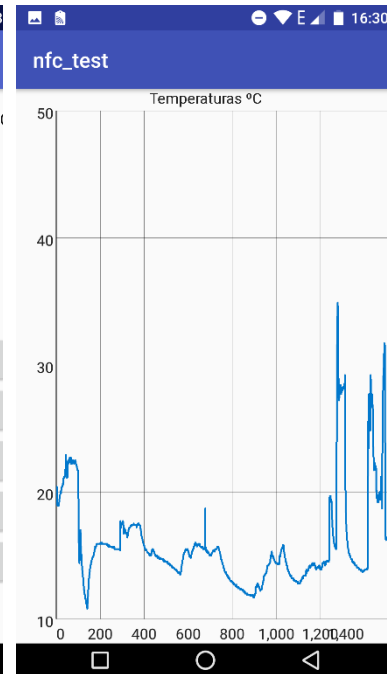


Figura 58 Visualizar gráfico

5. DEMONSTRAÇÃO DA APLICABILIDADE

O projeto desenvolvido nesta tese resultou numa aplicação para android, com uma aplicação web de backoffice associada. Na sua versão corrente, a aplicação responde à grande maioria dos requisitos estabelecidos em conjunto com a equipa de investigadores do CIBIO, permitindo uma gestão da rede de registadores de dados ambientais por eles implementada mais fácil, ágil e robusta.

A aplicação Geollogger foi também desenhada de forma a que a manutenção dos *loggers* possa ser realizada por investigadores familiarizados com o tipo de trabalho necessário, mas que desconheçam a localização exata dos *loggers* colocados num determinado local. De forma a avaliar este aspeto da aplicação, foram recrutados dois investigadores não familiarizados com a rede de registadores mantida pela equipa de investigadores do CIBIO, e foi-lhes pedido que se deslocassem a um dos locais com *loggers* – a praia de Moledo, no norte de Portugal – e que os tentassem identificar, um com recurso aos meios tradicionais, e outro com recurso à aplicação.

Ao primeiro investigador a participar no ensaio foi pedido que localizasse os vários *loggers* colocados em rochas da praia de Moledo apenas com recurso aos meios “tradicionais”. As ferramentas que lhe foram disponibilizadas incluíram:

- os desenhos esquemáticos das duas sessões de manutenção mais recentes, que incluem dados sobre o micro-habitat, o azimute, a inclinação e o número de série dos *loggers* (Figura 59 e Figura 60).
- uma impressão da folha do ficheiro de Excel onde está guardado o histórico dos *loggers* colocados, geridos e perdidos na praia de Moledo, para complementar a informação contida nos desenhos esquemáticos (Figura 61).
- três fotografias das duas rochas onde os *loggers* estão colocados, com círculos vermelhos salientando a posição mais aproximada e a localização de uma das rochas em relação à outra (Figura 62, Figura 63 e Figura 64).

A primeira rocha (Figura 62, assinalada pelo círculo vermelho na Figura 63) foi encontrada cerca de 10 minutos após o início do trabalho, pois é bastante diferente das restantes por ser o ponto mais alto de todo o maciço rochoso. Nessa rocha estão colocados dois *loggers*. Enquanto um dos *loggers* foi facilmente encontrado, o segundo só foi encontrado com ajuda de um dos investigadores familiarizado com a rede de registadores. Tal deveu-se ao facto de o segundo *logger* estar colocado no topo da rocha e dentro de um corte, o que limita significativamente a visibilidade do *logger* de qualquer ângulo a partir da base da rocha. Após reconhecimento dos dois *loggers* colocados na primeira rocha, o investigador demorou mais de 15 minutos a encontrar a segunda rocha, pois esta não tem características tão evidentes que a permita sobressair no local. O investigador encontrou rapidamente os quatro *loggers* da face sul da rocha, assinalados

na Figura 64, bem como outros dois utilizando os desenhos esquemáticos. Foram depois, necessários mais 15 minutos para encontrar mais cinco *loggers* na face norte da rocha. No final, após cerca de 90 minutos após o início do trabalho, o investigador foi capaz de localizar 13 *loggers*, mas não conseguiu encontrar quatro por falta de fotografias mais explícitas e por dificuldade em interpretar os desenhos esquemáticos.

144

HOLED
2017.07.25

tallest rock
width of rock
bone

33 - MSJ - 2D5356 - 170N, 65°
34 - MSH - 3E2335 - ON 75° (RIGHTOR @)
35 - SSU - 2D5141 - 180N, 50° (IN CREVICE)
36 - SSH - 2F3765 - 260N, -10° (in crevice)

31 - 2F3623
8 - 2D51BA
9 - 2F3B15

* no contactos

SUN			SHADE				
16	1	3E10ZE*	3E2E35	13	1	2F3537	P, NS, OK
17	2	3E1F42	2D5ZDF	15	3	FE90E	P, NS, OK
18	3	3E2ZC0	3E24CC	25	2B	1A8D24	P, NS, OK
10	1	244936	2F33EE	8	2	3E1AB2*	RBDR, PC, OK
11	2	2440CA	2F50FC	9	2	270BC3	RBDR, PC, OK
12	3	270A28	RBDR, PC, OK	20	1B	2440E7	PC, NS, OK
31	2B	2D5719*	RBDR, PC, OK				
5	2	3E2F28*	RBDR, PC, OK	3	3	2712E6	HUMIDITY
6	3	2F3A5D	RBDR, PC, OK NO SHELL	27	5	3E2341*	RBDR, PC, OK
26	5	3E23D4*	RBDR, PC, OK NO SHELL	30	5B	3E30AD*	RBDR, PC, OK
				32	3B	3E1D7A*	RBDR, PC, OK WARM POS !!

Figura 59 Caderno registro posições e *loggers* 1

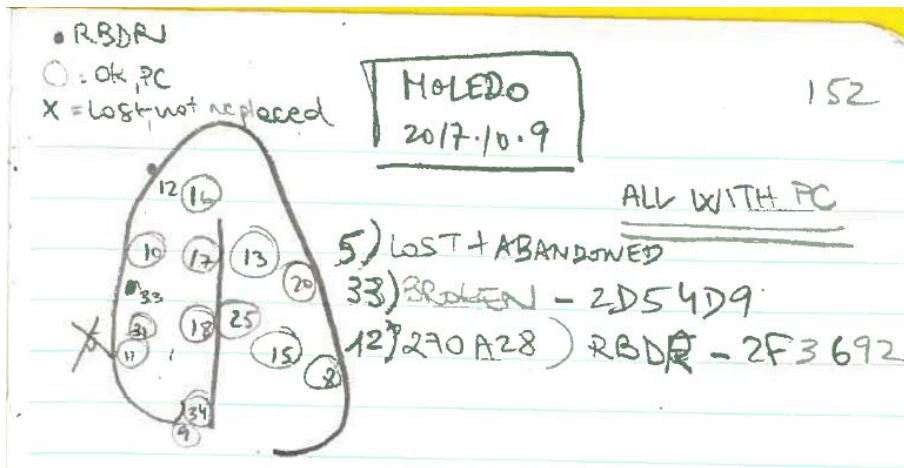


Figura 60 Caderno de registo de posições e loggers 2

1	MOLEDO	13, jun 28	2013, jul 29	2013, set 09	2014, mai 01	2014, nov 07	2015, jun 03	2015, dez 15	2016, fev 11	2016, out 16	2017, jul 25
3	36 97 no contacts	10 0	14 14 0	12 12 0	16 9 0	15 10 0	17 13 0	14 7 0	19 19 0	19 10 0	20 5 0
4	slope N rfi rfi2 micro	contacts SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact	SERIAL present working no / contact
5	55 195 16 1 TSU	1556C3	1556C3	1556C3	1556C3	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	3E1C2E	3E2E35
6	30 180 17 2 TSU	11D087	11D087	11D087	11D087	24404A	24404A	24404A	24404A	3E1F42	2D52DF
7	35 175 18 3 TSU	1A625B	1A625B	1A625B		2440B5	2440B5	2440B5	2440B5	3E22CC	3E24CC
8	35 175 21 2B TSU	1A625B	1A625B	1A625B							
9											
10	-20 170 13 1 TSH	11AE60	11AE60	11AE60	11AE60	11AE60	11AE60	11AE60	2F3537	2F3537	2F3537
11	20 10 14 2 TSH	11EF17	11EF17	11EF17	11EF17	11EF17	11EF17				
12	20 10 15 3 TSH	FC90C	FC90C	FC90C	FC90C	FC90C	FC90C	FC90C	FC90C	FC90C	FC90C
13	20 10 25 2B TSH	1A8D24	1A8D24	1A8D24	1A8D24	1A8D24	1A8D24	1A8D24	1A8D24	1A8D24	1A8D24
14											
15	15 200 10 1 MSU	1A5B8A	1A5B8A	1A5B8A	1A5B8A	1A5B8A	24493B	24493B	24493B	24493B	2F33EE
16	5 190 11 2 MSU	11D22E	11D22E	11D22E	11D22E	2440CA	2440CA	2440CA	2440CA	2440CA	2F50FC
17	45 190 12 3 MSU	154EAA	154EAA	154EAA	155E6D	155E6D	155E6D	270A28	270A28	270A28	270A28
18	5 190 22 1B MSU	1A672E	1A672E	1A672E	1A672E						
19	45 190 23 3B MSU	1A8A16	1A8A16	1A8A16	1A8A16						
20	5 190 31 2B MSU									2D5719	2F3623
21	65 170 33 4 MSU										2D5356
22											
23	5 40 7 1 MSH	11B73E	11B73E	11B73E	2E+05	2E+05	2E+05	270FE4	270FE4	3E1AB2	2D51BA
24	20 30 8 2 MSH	11B73E	11B73E	11B73E	2E+05	2E+05	2E+05	270FE4	270FE4	3E1AB2	2D51BA
25	-10 20 9 3 MSH	11CF05	11CF05	11CF05	1A00CC	1A00CC	1A00CC	270BC3	270BC3	270BC3	2F3B15
26	5 40 20 1B MSH	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2440E7	2440E7	2440E7	2440E7
27	75 0 34 4 MSH										3E2335
28											
29											
30											
31											
32											
33	0 170 4 1 LSU	1A613C	1A613C	1A613C		24431C	24431C	24431C	24431C	24431C	3E2F28
34	-5 190 5 2 LSU	1A923B	1A923B	1A923B	17536C	17536C	17536C	2F3A5D	2F3A5D	2F3A5D	2F3A5D
35	15 170 6 3 LSU	1A923B	1A923B	1A923B	17536C	17536C	17536C	2F3A5D	2F3A5D	2F3A5D	2F3A5D
36					1C71AF						
37	10 195 26 5 LSU					2E+05	2711A8	2708AC	2708AC	3E23D4	
38	25 180 29 6 LSU						24407C	24407C	24407C		
39											
40											
41											
42											
43	0 330 1 1 LSH	1A8A14	1A8A14	1A8A14	24482C						

Figura 61 Excel registo loggers



Figura 62 Rocha 1



Figura 63 Rocha 1 outra Perspetiva



Figura 64 Rocha 2

No caso do segundo investigador a participar no ensaio, foi pedido que localizasse os vários *loggers* apenas com recurso a um dispositivo móvel correndo a aplicação Geologger. O início do trabalho deu-se seleccionando uma das posições definidas para a praia de Moledo, e utilizando a atividade Compass para a encontrar (Figura 65). A posição seleccionada pelo investigador correspondia à segunda rocha visitada pelo primeiro investigador. O segundo investigador demorou menos de 5 minutos a encontrar a rocha, e em menos de 15 minutos identificou todos os *loggers* à exceção de um (Figura 66). A falha em encontrar o último *logger* deveu-se ao facto de a fotografia associada a essa posição mostrar uma porção de rocha demasiado pequena para permitir a sua identificação. Esta falha expôs a necessidade de associar a cada posição não só uma fotografia de detalhe, mas também uma fotografia mais afastada que ofereça contexto (Figura 68). De seguida, o segundo investigador deslocou-se à outra rocha, que foi localizada em menos de 5 minutos. Os dois *loggers* foram encontrados com sucesso, sendo que o *logger* que o primeiro investigador teve dificuldade em localizar foi facilmente encontrado com recurso à informação adicional que havia sido anteriormente adicionada no campo de comentário, que fornecia detalhes importantes sobre a posição exata (Figura 67). O segundo investigador demorou cerca de 30 minutos para localizar todos os *loggers*, e o trabalho decorreu, na sua maior parte, sem dificuldades.



Figura 65 Investigador com aplicação Geollogger

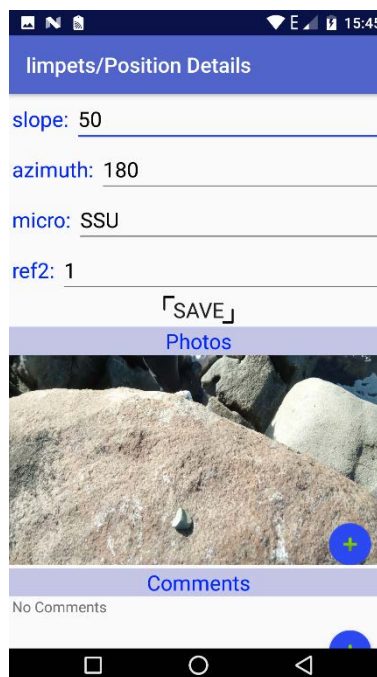


Figura 66 Fotografia muito próxima

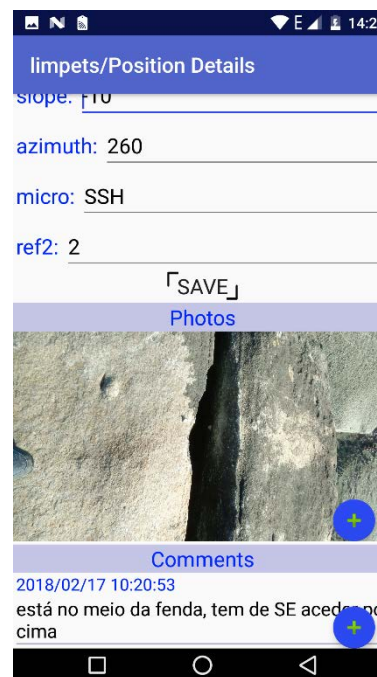


Figura 67 Comentários associados

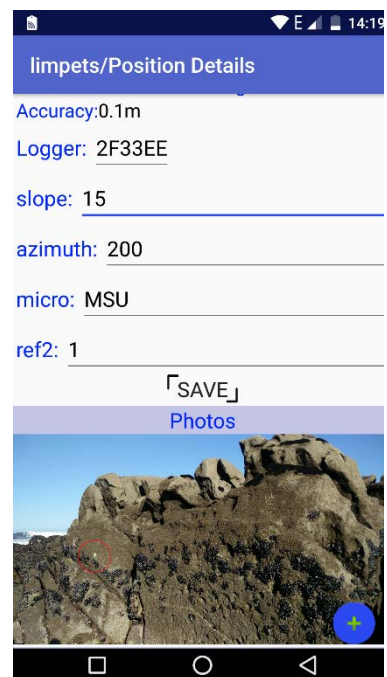


Figura 68 Foto bem referenciada

Embora apenas tenham sido recrutados dois investigadores, o ensaio serviu para confirmar a utilidade da aplicação para facilitar a gestão deste tipo de redes de registadores. Munidos com esta aplicação, os investigadores da equipa do CIBIO irão doravante poder efetuar o trabalho de manutenção com maior rapidez e fiabilidade, e terão sempre acesso no local a toda a informação disponível sobre os *loggers*. O ensaio permitiu também identificar alguns pontos a melhorar na próxima versão da aplicação, nomeadamente:

- i) a necessidade de implementar a possibilidade de acrescentar ícones (setas, linhas, círculos e retângulos) ou texto às fotografias de forma a tornar mais visíveis os *loggers*, assinalar a direção do Norte ou do mar ou assinalar características notáveis das rochas que facilitem o seu reconhecimento,
- ii) a necessidade de ser possível ampliar as fotografias.
- iii) a necessidade de indicar *loggers* já visitados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A motivação para este projeto surgiu durante uma reunião com o grupo de investigadores do CIBIO em que foram abordadas as necessidades de desenvolvimento de hardware que estes investigadores têm sentido nos últimos anos. No seguimento da discussão foi identificada também uma forte necessidade de ferramentas que permitissem agilizar o trabalho, reduzir a probabilidade de erros e estabelecer uma estrutura sólida que guie os esforços de expansão da rede de registadores a outros locais ao longo das zonas costeiras de várias regiões do mundo que a equipa pretende monitorizar no futuro próximo. Abarquei a tarefa imediatamente por considerar estimulante o desafio de desenvolver um software com uma aplicabilidade tão específica e incomum. O meu envolvimento neste projeto ficou consolidado após o convite para realizar uma comunicação oral no workshop TiBE 2017 - Bio-Logging, onde ficou evidente o interesse de vários investigadores do centro numa solução deste tipo.

Após os primeiros esforços de planificação ficou claro que o desafio era mais complexo do que o que tinha transparecido numa primeira avaliação, levando à sua incorporação como tema da presente tese. Através de uma interação constante com a equipa de investigadores do CIBIO foi possível desenvolver a aplicação Geologger até uma versão que cumpre já todos os requisitos base previamente definidos, e identificar os caminhos mais promissores para desenvolvimentos futuros. Foi também já acordado que a aplicação Geologger irá incorporar um ecossistema de recolha e gestão de dados científicos a ser desenvolvido pela ElectricBlue CRL, uma start-up criada no final de 2017, da qual sou membro fundador em conjunto com os elementos da equipa de investigadores do CIBIO. Incluída nesse ecossistema, a aplicação será crucial para acrescentar valor ao serviço fornecido pela ElectricBlue CRL, que irá incluir um registador de dados ambientais inovador com comunicação NFC, uma plataforma online de armazenamento, gestão e pós-processamento de dados científicos, e a aplicação Geologger para fazer a interface entre os *loggers* e a plataforma online.

7. REFERÊNCIAS

- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/387253a0>
- Derene, G. (2011). Geocaching: this global game combines high-tech navigation and outdoor recreation. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsgao&AN=edsgcl.255364289>
- Geocaching app for android. (2010). Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsgao&AN=edsgcl.238829830>
- Harley, C., W. Denny, M., J. Mach, K., & Miller, L. (2008). *Thermal stress and morphological adaptations in limpets. Functional Ecology* (Vol. 23). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01496.x>
- Helmuth, B., Harley, C. D. G., Halpin, P. M., O'Donnell, M., Hofmann, G. E., & Blanchette, C. A. (2002). Climate change and latitudinal patterns of intertidal thermal stress. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1076814>
- Inc., G. (2017). Geocaching®. Retrieved from https://play.google.com/store/apps/details?id=com.groundspeak.geocaching.intro&hl=pt_PT
- Lathlean, J., Ayre, D., Coleman, R., & E. Minchinton, T. (2014). *Using biomimetic loggers to measure interspecific and microhabitat variation in body temperatures of rocky intertidal invertebrates. Marine and Freshwater Research* (Vol. 66). <https://doi.org/10.1071/MF13287>
- Lima, F. P., Seabra, R., & Gandra, M. (2015). A low-cost, versatile data logging system for ecological applications., *13(3 OP-Limnology & Oceanography, Methods; Mar2015, Vol. 13 Issue 3, p115-126, 12p)*, 115. <https://doi.org/10.1002/lom3.10012>
- Lima, F. P., & Wethey, D. S. (2009). Robolimpets: measuring intertidal body temperatures using biomimetic loggers. *Limnology and Oceanography: Methods*, 7(5), 347–353. <https://doi.org/10.4319/lom.2009.7.347>
- Lima, F. P., & Wethey, D. S. (2012). Three decades of high-resolution coastal sea surface temperatures reveal more than warming, 3, 704. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms1713>
- LLC, G. (2018). Google Maps. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps>
- Minu, P., Lotliker, A. A., Shaju, S. S., Ashraf, P. M., Kumar, T. S., & Meenakumari, B. (2016). Original Research Article: Performance of operational satellite bio-optical algorithms in different water types in the southeastern Arabian Sea, *58(4 OP-In Oceanologia October-December 2016 58(4):317-326)*, 317. <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2016.05.005>
- NXP. (2018). NHS3100 Temperature Logger APP. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nxp.nhs31xx.demo.tlogger>
- Seabra, R., Wethey, D. S., Santos, A. M., & Lima, F. P. (2011). Side matters: Microhabitat influence on intertidal heat stress over a large geographical scale. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 400(1–2), 200–208. <https://doi.org/10.1016/J.JEMBE.2011.02.010>

- Seabra, R., Wethey, D. S., Santos, A. M., & Lima, F. P. (2015). Understanding complex biogeographic responses to climate change. *Scientific Reports*, 5, 12930. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/srep12930>
- TIK Institute, E. Z. (2013a). iButton Assist. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.ethz.iassist>
- TIK Institute, E. Z. (2013b). idNotebook. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.ethz.idnotebook&rdid=ch.ethz.idnotebook>