

João António Mendes de Castro

Utilização do QGIS, do Mergin Maps e de uma base de
dados espacial para a criação de um Atlas de
Biodiversidade na Área Protegida Privada da Faia Brava



Faculdade de Ciências e Tecnologia

Instituto Superior de Engenharia

junho 2025

João António Mendes de Castro

Utilização do QGIS, do Mergin Maps e de uma base de dados espacial para a criação de um Atlas de Biodiversidade na Área Protegida Privada da Faia Brava

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

Trabalho efetuado sob orientação de:

Prof. Doutor Nuno Manuel de Figueiredo de Santos Loureiro

Mestre António da Cruz Espinha de Almeida Monteiro



Faculdade de Ciências e Tecnologia

Instituto Superior de Engenharia

junho 2025

Utilização do QGIS, do Mergin Maps e de uma base de dados espacial para a criação de um Atlas de Biodiversidade na Área Protegida Privada da Faia Brava

Declaração de autoria de trabalho

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer aos meus orientadores, Nuno de Santos Loureiro e António Monteiro, pelo acompanhamento ao longo desta tese, pela orientação, disponibilidade e pelos *feedbacks* sempre construtivos, o vosso apoio foi essencial para concluir esta etapa tão importante. Professor Nuno, o meu sincero agradecimento por toda a paciência, as viagens ao som do bom rock português vão ficar na memória.

Agradeço também à equipa da Faia Brava, da Fundação Maio Biodiversidade e da Universidade de Aveiro por toda a colaboração. Com um especial obrigado ao senhor Diretor Executivo da Faia Brava, António Araújo, cuja casa foi deliberadamente ocupada 4 vezes. Ao Jairson da Veiga um agradecimento pelo esforço feito para que este projeto com a FMB fosse possível.

Aos meus colegas do curso, obrigado. Passámos juntos por aulas intermináveis, trabalhos em cima do joelho e pelas piadas no meio do desespero. Com vocês isto tornou-se mais divertido. Que venham mais almoços e jantares e quem sabe, uma tese de doutoramento... Mas só depois de umas boas férias.

Um obrigado especial à minha família e amigos, pelo apoio constante, paciência (especialmente nos momentos mais stressantes) e por me lembrarem que há vida para além da tese.

Por fim, um grande obrigado a todos os que, de alguma forma, contribuíram para este percurso.

Obrigado a todos!

Resumo

Esta tese de mestrado teve como objetivo criar, através da aplicação Mergin Maps, uma ferramenta prática e eficiente para a recolha, no terreno, de dados. É a partir do QGIS que os projetos são criados e mantidos, e, em conjunto com o Mergin Maps, permitem a sincronização dos dados. Adicionalmente foi criada uma base de dados espacial.

Os casos de estudo escolhidos foram a Área Protegida Privada da Faia Brava, no distrito da Guarda, e a Ilha do Maio, Cabo Verde, através das atividades da Fundação Maio Biodiversidade. Os casos de estudo permitiram testar e avaliar as capacidades da aplicação móvel em contexto real, no terreno, e identificar as potencialidades desta solução QGIS | Mergin Maps.

No caso da Área Protegida Privada da Faia Brava, o projeto criado em QGIS para a utilização na aplicação móvel Mergin Maps teve como objetivo a recolha de observações da biodiversidade. Esta solução informática estará ligada a uma base de dados geoespaciais, onde será armazenada, de forma estruturada e organizada, toda a informação. Foi organizado um Atlas de Biodiversidade com a presença ou a não deteção das espécies, a partir dos dados recolhidos através do Mergin Maps e também de outras bases de dados.

Para a ilha do Maio foi também desenvolvido um projeto para a aplicação móvel Mergin Maps, com o objetivo de facilitar a recolha de registos de biodiversidade. Nesse caso de estudo toda a informação recolhida é gerida no QGIS, uma solução mais simples do que a adotada para o caso anterior.

Foi compilada a metodologia associada à utilização do QGIS e do Mergin Maps em dois tutoriais. Um deles detalha as etapas específicas para a criação de um projeto QGIS | Mergin Maps (tutorial do criador), enquanto o outro aborda a utilização da aplicação móvel no terreno (tutorial do utilizador).

Palavras-chave: Mergin Maps, QGIS, Faia Brava, ilha do Maio, *geodatabase*, Atlas de Biodiversidade

Abstract

This master's thesis aimed to create, through the Mergin Maps application, a practical and efficient tool for field data collection. It is through QGIS that the projects are created and maintained and, together with Mergin Maps, allow data synchronization. Additionally, a spatial database was created.

The selected case studies were the Faia Brava Private Protected Area, in the district of Guarda, and Maio Island, Cape Verde, through the activities of the Maio Biodiversity Foundation. The case studies made it possible to test and evaluate the capabilities of the mobile application in real field context, and to identify the potential of this QGIS | Mergin Maps solution.

In the case of the Faia Brava Private Protected Area, the project created in QGIS for use with the Mergin Maps mobile application aimed to collect biodiversity observations. This digital solution is connected to a geospatial database, where all information is stored in a structured and organised manner. A Biodiversity Atlas was organised with species presence or non-detection, based on data collected through Mergin Maps and also from other databases.

For Maio Island, a project was also developed for the Mergin Maps mobile application, with the objective of facilitating the collection of biodiversity records. In this case study, all collected information is managed in QGIS, a simpler solution than the one adopted for the previous case.

The methodology associated with the use of QGIS and Mergin Maps was compiled into two tutorials. One of them details the specific steps for creating a QGIS | Mergin Maps project (creator tutorial), while the other focuses on the use of the mobile application in the field (user tutorial).

Keywords: Mergin Maps, QGIS, Faia Brava, Maio island, geodatabase, Biodiversity Atlas

Índice

Siglas	vii
Glossário	viii
Introdução	1
Enquadramento	2
Objetivo	3
Casos de estudo	4
Área Protegida Privada da Faia Brava	4
Fundação Maio Biodiversidade	5
Metodologia	8
Projeto AtlasBioDiv	9
Projeto FMB-CV	11
Desenvolvimento dos tutoriais	11
Descrição de atividades	12
Projeto AtlasBioDiv	12
Projeto FMB-CV	18
Resultados	21
Discussão	23
Conclusão	25
Bibliografia	27
Anexo 1 Tutorial do Utilizador	29
Anexo 2 Tutorial do Criador	30

Índice de figuras

Figura 1 – Reserva da Faia Brava, localizada no distrito da Guarda.	4
Figura 2 – Paisagem característica do vale do Rio Côa na área de estudo da Faia Brava.	5
Figura 3 - Ilha do Maio, localizada no arquipélago de Cabo Verde, e as suas áreas protegidas.	7
Figura 4 -Paisagem característica da área de estudo na ilha do Maio. Foto de Roman Kusý....	8
Figura 5 - Grelha de quadrículas de 500 por 500 metros utilizada para o recorte dos ortofotomosaicos provenientes dos voos de drone realizados para a Faia Brava.	10
Figura 6 – Atlas da espécie <i>Vulpes vulpes</i> , com a sua presença (verde) e a não deteção (transparente) para cada uma das quadrículas que compõem a área de estudo.....	14
Figura 7 - Texto explicativo para orientação dos utilizadores, relativo ao objetivo da camada <i>FBapp NOTES</i> na aplicação móvel Mergin Maps.	15
Figura 8- Texto explicativo para orientação dos utilizadores, relativo ao objetivo das camadas <i>FAUNA OBSERVATIONS</i> e <i>FLORA OBSERVATIONS</i> na aplicação móvel Mergin Maps....	16

Siglas

BLE - *Bluetooth Low Energy*

FBapp - Área Protegida Privada da Faia Brava

FMB - Fundação Maio Biodiversidade

GNSS - *Global Navigation Satellite System*

GR45 - Grande Rota do Vale do Côa

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

IUCN – *International Union for Conservation of Nature*

LTR - *Long Time Release*

MSIG - Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica

NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*

ONGA - Organização Não Governamental Ambiental

OSM - Open Street Map

ReNEP - Rede Nacional de Estações Permanentes

RTK - *Real-Time Kinematic*

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SVG - *Scalable Vector Graphics*

UA - Universidade de Aveiro

UAlg - Universidade do Algarve

Glossário

Aplicação móvel Mergin Maps: Aplicação para dispositivos móveis Android e iOS destinada à recolha de dados geoespaciais no terreno, permitindo visualizar e atualizar remotamente um projeto criado no QGIS e sincronizado através do plugin Mergin Maps e do Mergin Maps Server.

GLRM: Recetor GNSS (*Global Navigation Satellite System*) portátil desenvolvido pela empresa General Laser, com tecnologia RTK (*Real-Time Kinematic*), que permite recolha de dados geoespaciais com precisão centimétrica em aplicações de campo.

GNSS: Conjunto de constelações de satélites que fornecem dados de posicionamento e navegação para receptores no solo, permitindo a obtenção de coordenadas geoespaciais, essenciais em aplicações de georreferenciação no contexto SIG (Sistemas de Informação Geográfica).

IUCN (*International Union for Conservation of Nature*): Organização internacional que avalia o estado de conservação das espécies e publica a *Red List of Threatened Species*, sendo uma referência global para a conservação da biodiversidade.

LTR (*Long Term Release*): Versão estável do QGIS com suporte prolongado, recomendada para projetos que exigem fiabilidade e compatibilidade a longo prazo.

Mergin Maps Server: Servidor *online* que possibilita a comunicação, utilizando a Internet, entre o Mergin Maps e o QGIS, através do plugin Mergin Maps, garantindo a correta transferência de dados entre Mergin Maps e QGIS.

pgAdmin 4: *Software* que permite a criação, edição e monitorização de bases de dados PostgreSQL, utilizando uma interface gráfica simples em complemento da linha de comandos.

Plugin Mergin Maps: É uma extensão instalada no QGIS, que permite a sincronização dos ficheiros de um projeto para o Mergin Maps, através do Mergin Maps Server.

PostGIS: É uma extensão do PostgreSQL que permite o armazenamento, a análise e a visualização de dados geoespaciais diretamente numa base de dados.

PostgreSQL: É um sistema *open source* que permite a criação e a gestão de bases de dados relacionais, capaz de lidar com grandes volumes de dados de forma eficiente e estável. Suporta extensões como o PostGIS.

Projeto AtlasBioDiv: Projeto criado no QGIS para a recolha de observações da biodiversidade e para a criação do Atlas da Biodiversidade da Faia Brava. É possível o acesso remoto ao mesmo através do Mergin Maps. Trata-se de uma solução bastante estruturada e que facilmente pode ser adaptada a outros territórios.

Projeto FMB-CV: Projeto criado no QGIS para a recolha de observações da biodiversidade nas áreas protegidas da Ilha do Maio. É possível o acesso remoto ao mesmo através do Mergin Maps.

QField: Aplicação para dispositivos móveis Android e iOS que permite a recolha de dados geoespaciais no terreno, sincronizando com um projeto QGIS utilizando o QFieldSync e o QFieldCloud.

QGIS: SIG *open source*, com ferramentas especializadas para a análise, visualização e gestão de dados geoespaciais. Permite a integração de diversos *plugins*.

RTK: Técnica de correção de erros dos sistemas GNSS que permite aumentar a precisão das coordenadas geoespaciais para precisão centimétrica, ideal para levantamentos topográficos e aplicações SIG de elevada precisão.

SVG (*Scalable Vector Graphics*): Formato de imagem vetorial baseado em formas geométricas, que permite escalar sem perda de qualidade, sendo usado, por exemplo, em mapas de aplicações SIG.

Introdução

A recolha de informação georreferenciada no terreno é essencial para uma gestão eficaz dos dados espaciais. O que antes era feito em papel e exigia uma transcrição manual morosa e sujeita a erros foi significativamente simplificado com o uso de dispositivos móveis com GNSS e a aplicação Mergin Maps. Os dados passam a ser registados digitalmente e sincronizados com o QGIS, assegurando maior rapidez, precisão e fiabilidade. Esta integração permite também combinar a informação recolhida com outros dados.

O presente relatório foi elaborado no âmbito da Tese de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica (MSIG), tendo sido realizados trabalhos para a criação, desenvolvimento e utilização efetiva de projetos SIG em colaboração com a Área Protegida Privada da Faia Brava (FBapp), Portugal, e com a Fundação Maio Biodiversidade (FMB), Cabo Verde.

A recolha eficiente de dados georreferenciados, no terreno, é uma obrigatoriedade para projetos de conservação da natureza, planeamento territorial e gestão ambiental. No entanto, a fiabilidade e a eficiência deste processo dependem das ferramentas utilizadas, que devem poder ser utilizadas por técnicos não especializados em SIG.

Para essa finalidade foram desenvolvidas duas ferramentas práticas e intuitivas com o objetivo de facilitar a recolha de informação no terreno, utilizando para tal dispositivos móveis com sistemas operativos Android ou iOS. Foi utilizado o *software* QGIS em conjunto com as ferramentas Mergin Maps, compostas pelo Mergin Maps *plugin* para o QGIS, o Mergin Maps Server e a aplicação móvel Mergin Maps.

Foram criados, desenvolvidos e testados dois projetos, o projeto AtlasBioDiv, destinado à FBapp, e o projeto FMB-CV, destinado à FMB. Esses projetos funcionam como exemplos práticos de estudo onde foi possível avaliar, em condições reais, a fiabilidade, a adaptabilidade e a versatilidade das soluções desenvolvidas. Para o caso do projeto AtlasBioDiv foi ainda implementada uma *geodatabase* PostgreSQL, com extensão PostGIS, que garante o armazenamento estruturado e centralizado dos dados geoespaciais recolhidos.

O conhecimento adquirido ao longo do desenvolvimento dos projetos resultou na criação de dois tutoriais distintos. O primeiro é direcionado para os utilizadores da aplicação móvel Mergin Maps. No mesmo são descritas as funcionalidades utilizadas no caso prático do projeto AtlasBioDiv, bem como o procedimento de instalação da aplicação móvel e a criação

da conta no Mergin Maps. O segundo tutorial é direcionado aos responsáveis pela criação e manutenção dos projetos no QGIS, sendo referidas as configurações utilizadas no caso prático do projeto AtlasBioDiv. É explicado todo o processo de configuração do projeto no QGIS para garantir o seu funcionamento de forma intuitiva e eficiente na aplicação móvel Mergin Maps.

Foi também elaborado um Atlas de Biodiversidade da Faia Brava com a presença e a não deteção das espécies que podem ser encontradas na Área Protegida Privada. Os dados utilizados foram provenientes das observações recolhidas pela aplicação móvel Mergin Maps, complementados com dados provenientes de outras entidades.

Enquadramento

Durante muito tempo o processo de importação para uma folha de cálculo, no computador, dos dados recolhidos no terreno era demorado e propenso a erros e gralhas. Cadernos de campo preenchidos à mão, dados perdidos e erros de transcrição faziam parte do quotidiano dos geógrafos, biólogos e de tantos outros técnicos.

Soluções como a do Mergin Maps vieram alterar estas rotinas. Os dados passaram a ser recolhidos de forma muito simples no terreno, através de dispositivos móveis, e posteriormente transferidos de forma quase automática para o computador. A importação dos dados tornou-se instantânea, os erros e gralhas nulos.

Um biólogo, por exemplo, para registar um exemplar de uma espécie observado no terreno, teria de escrever no seu caderno de campo o nome da espécie, o número de indivíduos observados, a data e hora da observação, consultar o GPS para obter as coordenadas do local, etc. Posteriormente, já no escritório, teria de copiar toda essa informação para o computador, um processo moroso e, muitas vezes, não isento de erros.

Um agricultor, por exemplo, para registar a qualidade do solo ou a saúde das plantas teria de registar os dados manualmente num caderno de campo, tendo de escrever diversos parâmetros importantes, como o estado de saúde das plantas, a data e hora, a parcela agrícola, etc. Este processo era então repetido para toda a área cultivada. Após recolhida a informação manualmente, seria necessário transcrever para o computador, um processo moroso que podia resultar em gralhas e erros de transcrição. Este processo também tornava difícil a análise dos dados e uma posterior gestão adequada.

Agora, com a solução Mergin Maps, basta utilizar um dispositivo móvel Android ou iOS, registar a observação através de um pequeno formulário e, no local ou quando regressar ao escritório, com acesso à Internet, sincronizar a informação recolhida para o computador com o projeto QGIS instalado, onde poderá continuar todo o processo de análise da informação e, depois, preparar tabelas, cartografias, e outras formas de apresentação dos resultados. Além disso, o QGIS permite integrar esta informação com outro tipo de dados, como imagens de satélite. Um exemplo é o uso do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que avalia o estado de saúde da vegetação. A combinação destes dados facilita uma análise mais detalhada e uma gestão mais precisa e eficiente da informação recolhida no campo.

Objetivo

O objetivo desta dissertação foi criar e desenvolver uma solução prática e eficiente que permita no terreno a recolha de dados georreferenciados relativos à observação da biodiversidade, através da utilização da aplicação móvel Mergin Maps instalada em dispositivos móveis com sistemas operativos Android ou iOS.

Para atingir este objetivo foi utilizado o *software* QGIS em conjunto com o grupo de aplicações Mergin Maps, o *plugin* Mergin Maps para QGIS, o Mergin Maps Server e a aplicação móvel Mergin Maps. Com esta integração foi possível criar e desenvolver dois projetos: AtlasBioDiv para a FBapp e FMB-CV para a FMB, que foram utilizados como casos de estudo. No projeto AtlasBioDiv foi ainda desenvolvida uma *geodatabase* para o armazenamento de dados de forma estruturada e organizada.

Integrado no projeto AtlasBioDiv foi elaborado um Atlas de Biodiversidade com a presença e a não deteção de cada espécie, utilizando a informação recolhida em campo, através da aplicação móvel Mergin Maps, bem como de informação provenientes de outras entidades.

Foi também objetivo desta tese compilar os conhecimentos adquiridos em dois tutoriais que utilizam como exemplo prático o projeto AtlasBioDiv. O primeiro apresenta a ótica do criador e gestor de projetos no QGIS para a utilização na aplicação móvel Mergin Maps, já o segundo destina-se aos utilizadores da aplicação móvel Mergin Maps.

Casos de estudo

Área Protegida Privada da Faia Brava

A Faia Brava, atualmente com cerca de 1000 hectares, foi a primeira Área Protegida Privada portuguesa. Em 2010, aquando da criação da FBapp, 214,65 hectares foram classificados pelo ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas) através da publicação do Aviso n.º 26026/2010, de 14 de dezembro (Diário da República, 2010). A Área Protegida Privada situa-se na área central da Zona de Proteção Especial do Vale do Côa (PTZPE0039), que abrange parte dos concelhos de Figueira de Castelo Rodrigo e Pinhel, no distrito da Guarda (ICNF, s.d.; Schumann, 2023). Está localizada no vale do rio Côa, área caracterizada por declives bastante acentuados e constituída por grandes aglomerados rochosos graníticos (Schumann, 2023). O vocábulo Faia é, aliás, o termo regional utilizado como sinónimo de fraga ou arriba.

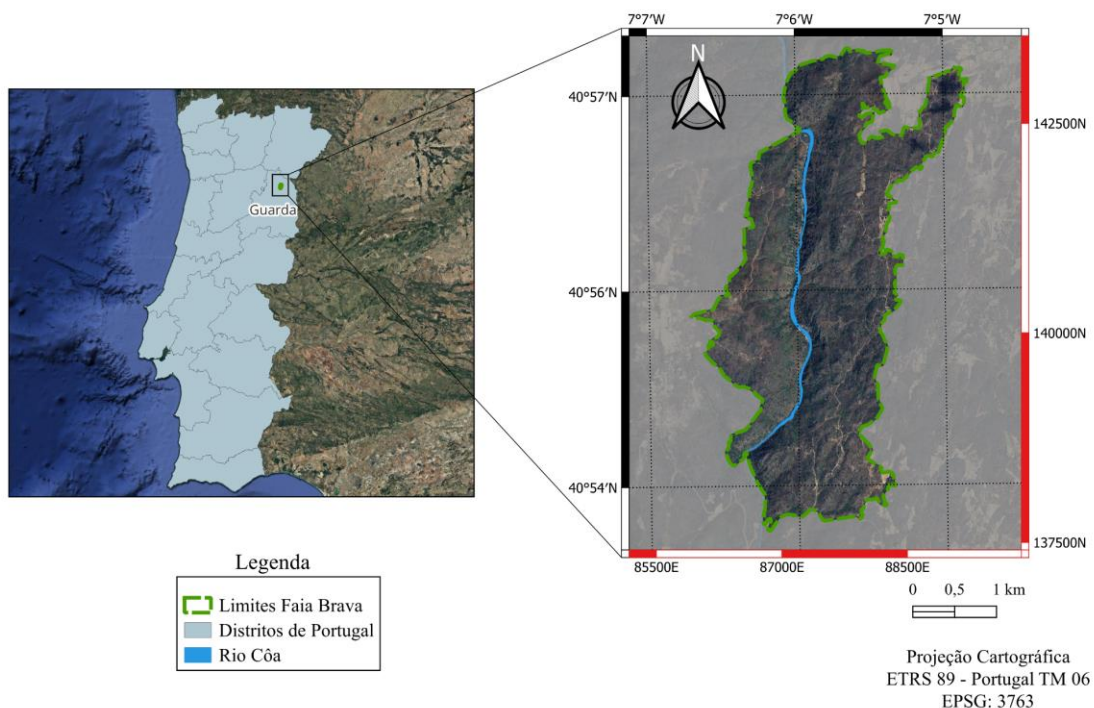


Figura 1 – Reserva da Faia Brava, localizada no distrito da Guarda.

As características do relevo local permitem a presença de diversas espécies de avifauna como o britango (*Neophron percnopterus*) (Schumann, 2023), que chega à FBapp durante a

época de nidificação. Trata-se de uma ave que se encontra com o estatuto de espécie ameaçada, segundo a IUCN *Red List of Threatened Species* (IUCN, 2021). A FBapp possui uma biodiversidade tão abrangente e diversa que tem uma página própria na base de dados global BioDiversity4All. A página, criada em 2018, é atualizada automaticamente e acumula até ao dia 16 de junho 2467 observações relativas a 650 espécies identificadas (Romão, 2018).

Todas estas características, desde o relevo acentuado e inóspito, com uma área significativa sem acesso a qualquer tipo de rede de telecomunicações, assim como a sua grande biodiversidade, permitiram após diversos testes no terreno compreender as capacidades, limitações e a adaptabilidade e utilidade do Mergin Maps no auxílio à gestão desta reserva natural.



Figura 2 – Paisagem característica do vale do Rio Côa na área de estudo da Faia Brava.

Fundação Maio Biodiversidade

A FMB é uma organização não governamental ambiental (ONGA) sem fins lucrativos, fundada em 17 de fevereiro de 2010. Os principais objetivos dessa ONGA são a conservação e

gestão de forma consciente dos recursos naturais e da biodiversidade local, procurando um desenvolvimento mais sustentável, sendo a sua área de atuação a ilha do Maio, em Cabo Verde (FMB, s.d.). A Universidade do Algarve tem em vigor um Acordo Geral de Cooperação, ao abrigo do qual foi desenvolvido o projeto FMB-CV.

O arquipélago de Cabo Verde é composto por 15 ilhas e ilhéus localizados a cerca de 450 km da Costa Ocidental da África. É dividido em dois grupos de ilhas, as do Barlavento, composto pelas ilhas e ilhéus mais a norte, e do Sotavento, com as ilhas e ilhéus localizados na região sul do arquipélago (Lima & Garcia, 2011).

A ilha do Maio pertencente ao grupo do Sotavento, e está localizada a este da ilha de Santiago e a sul da da Boa Vista, possuindo uma área de cerca de 269 km² (Lima & Garcia, 2011). Existem sete áreas protegidas na ilha do Maio, divididas em três reservas naturais, três paisagens protegidas e um parque natural:

1. Paisagem Protegida das Salinas de Porto Inglês, Decreto-Regulamentar nº 30/2014 (Imprensa Nacional de Cabo Verde, 2014)
2. Paisagem Protegida de Monte Penoso e Monte Branco, Decreto-Regulamentar nº 31/2014 (Imprensa Nacional de Cabo Verde, 2014)
3. Reserva Natural das Casas Velhas, Decreto-Regulamentar nº 32/2014 (Imprensa Nacional de Cabo Verde, 2014)
4. Reserva Natural da Lagoa Cimidor, Decreto-Regulamentar nº 33/2014 (Imprensa Nacional de Cabo Verde, 2014)
5. Reserva Natural da Praia do Morro, Decreto-Regulamentar nº 34/2014 (Imprensa Nacional de Cabo Verde, 2014)
6. Paisagem Protegida Natural de Barreiro e Figueira, Decreto-Regulamentar nº 37/2014 (Imprensa Nacional de Cabo Verde, 2014)
7. Parque Natural do Norte da ilha do Maio, Decreto-Regulamentar nº 38/2014 (Imprensa Nacional de Cabo Verde, 2014)

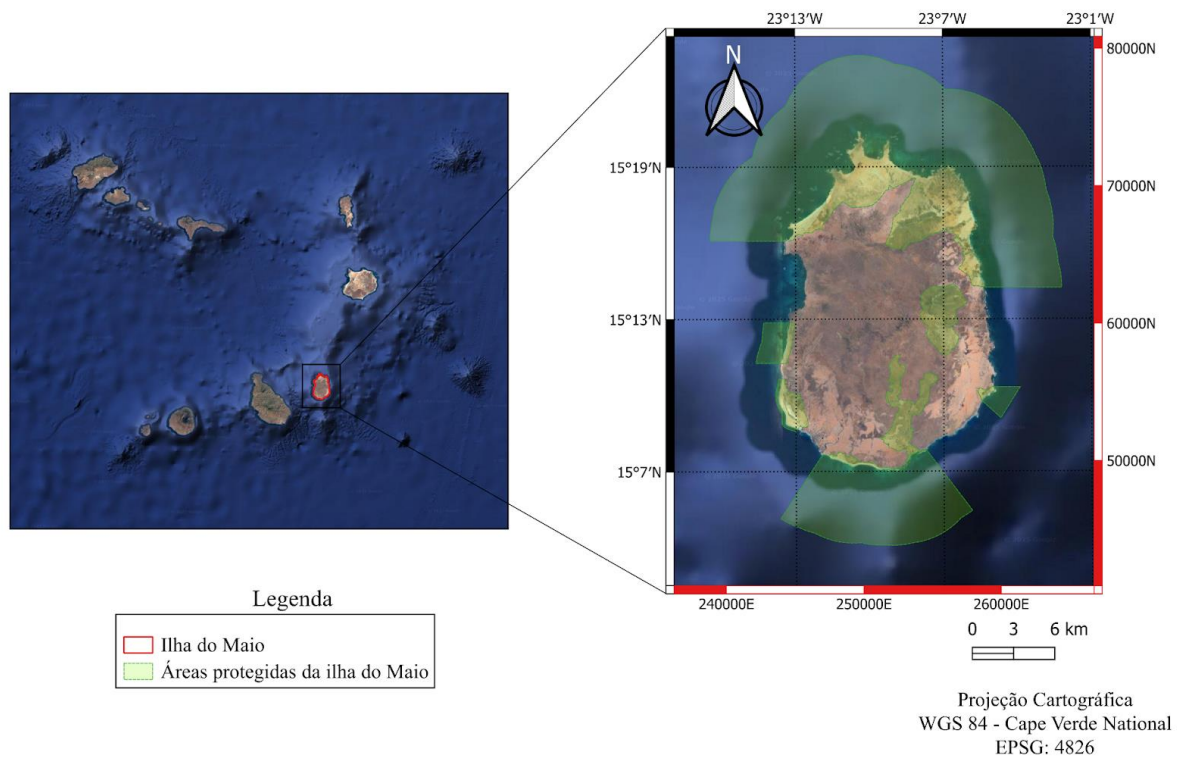


Figura 3 - Ilha do Maio, localizada no arquipélago de Cabo Verde, e as suas áreas protegidas.

A FMB possui um programa denominado Áreas Protegidas, cujo objetivo é melhorar a vigilância, permitindo assim uma melhor proteção e conservação da fauna e flora das áreas protegidas terrestres (FMB, s.d.). Foi em colaboração com a equipa técnica deste programa que foi possível desenvolver o projeto FMB-CV, para a aplicação móvel Mergin Maps, que começará a ser utilizada para a recolha de observações da biodiversidade na ilha do Maio.



Figura 4 -Paisagem característica da área de estudo na ilha do Maio. Foto de Roman Kusý.

Metodologia

A metodologia adotada para esta dissertação consistiu na criação, desenvolvimento e teste de dois projetos SIG no QGIS, configurados para a sua utilização na aplicação móvel Mergin Maps. As ferramentas utilizadas foram o QGIS, o conjunto de ferramentas Mergin Maps (*plugin* Mergin Maps, Mergin Maps Server e aplicação móvel Mergin Maps) e o pgAdmin 4.

Inicialmente foi efetuado um estudo sobre o *software* disponível que fosse compatível com o objetivo final da dissertação. Para a criação do projeto foi escolhido o QGIS por ser *open-source* e amplamente utilizado pela comunidade científica. Para usar nos dispositivos móveis foram testadas duas aplicações: o QField e o Mergin Maps. Após testes comparativos, optou-se pela utilização da aplicação móvel Mergin Maps, devido ao menor custo total e à maior simplicidade na utilização no terreno. Foi também utilizado o *software* pgAdmin 4 para a criação e gestão de uma base de dados PostgreSQL, utilizando a extensão PostGIS para a integração dos dados geoespaciais.

Projeto AtlasBioDiv

No projeto AtlasBioDiv, desenvolvido para a Faia Brava, foram inicialmente realizados voos, nos meses de agosto e setembro de 2024, com um drone DJI Mavic 3 M, equipado com tecnologia *Real-Time Kinematic* (RTK), o que permitiu obter ortofotomosaicos georreferenciados com precisão horizontal decimétrica (Ekaso et al., 2020). As correções RTK foram obtidas através da estação FCOA (Foz Côa) da ReNEP (Rede Nacional de Estações Permanentes). As imagens recolhidas da totalidade da área Faia Brava foram processadas no *software* Pix4DMapper, resultando em ortofotomosaicos com aproximadamente 3 centímetros de resolução. Em virtude da elevada dimensão dos ficheiros foi efetuada a conversão do formato TIFF para JPEG e alterada a resolução de 3 para 25 centímetros, como referido no Tutorial do Criador, pág. 33 (Anexo 2).

No QGIS os ortofotomosaicos foram recortados em quadrículas de 500 por 500 metros, originando 60 ortofotomosaicos que correspondem à totalidade da área da Faia Brava, sendo utilizadas como camada de fundo do projeto. A figura seguinte apresenta a grelha de quadrículas que foram utilizadas para realizar os recortes dos ortofotomosaicos.

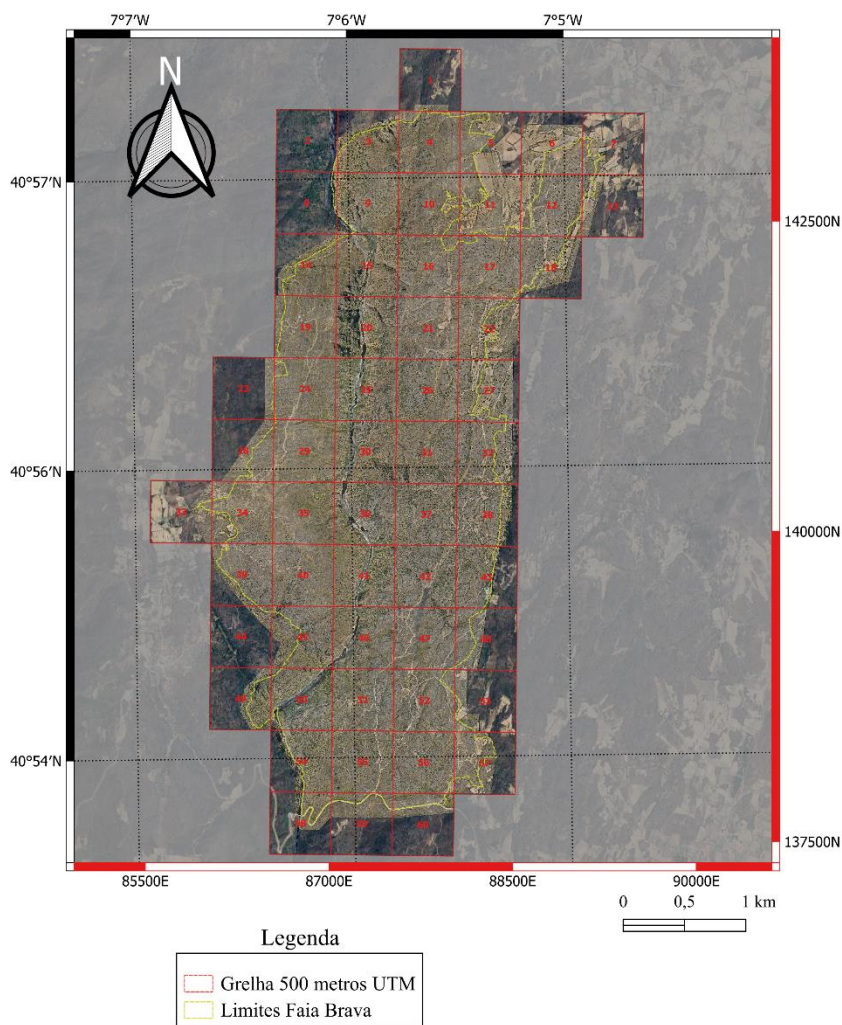


Figura 5 - Grelha de quadriculas de 500 por 500 metros utilizada para o recorte dos ortofotomosaicos provenientes dos voos de drone realizados para a Faia Brava.

Foi também criada uma *geodatabase* em PostgreSQL com a extensão PostGIS, utilizando o pgAdmin 4 para o armazenamento centralizado e estruturado dos dados recolhidos em campo.

Para auxiliar e evitar erros no preenchimento dos registos das observações na aplicação móvel Mergin Maps foi criada uma camada não espacial a partir de um ficheiro CSV. Essa camada contém a lista das espécies da fauna conhecidas na Faia Brava, incluindo o nome científico, e os nomes comuns em português e em inglês. Para a flora foi adotada a mesma estratégia. Neste momento, a componente relativa à flora não se encontra tão desenvolvida

como a da fauna, uma vez que tal não foi solicitado pela Direção da Faia Brava. Essas camadas foram associadas aos formulários, permitindo aos técnicos de terreno selecionar a espécie pretendida a partir de uma lista pré-definida, em vez da introdução manual. Essa estratégia permite padronizar os dados recolhidos. As camadas são periodicamente atualizadas com novas espécies, sempre que são registadas observações que não constem inicialmente na lista, garantindo a atualização contínua do projeto em função da biodiversidade observada.

Os dados recolhidos serviram ainda de base para a construção de um Atlas de Biodiversidade da Faia Brava, desenvolvido posteriormente com recurso ao QGIS.

Projeto FMB-CV

Para o projeto FMB-CV a metodologia de configuração da estrutura do projeto no QGIS foi semelhante à aplicada no projeto AtlasBioDiv. Existem, mesmo assim, algumas diferenças, como as de não terem sido realizados voos com drone para a realização de ortofotomosaicos, as camadas e formulários terem sido adaptadas às necessidades especificadas pela equipa técnica da FMB e não ter sido adotada a estratégia de integração de uma *geodatabase*, sendo toda a gestão dos dados realizada no próprio QGIS. As camadas criadas para padronizar os dados recolhidos também foram incorporadas neste projeto, com as espécies locais.

Desenvolvimento dos tutoriais

Em paralelo com a criação e desenvolvimento do projeto AtlasBioDiv foram criados dois tutoriais, utilizando como exemplo prático esse projeto, com vista à fácil replicação da metodologia adotada.

O Tutorial do Criador, disponível no Anexo 1, apresenta os passos necessários para a configuração de um projeto QGIS idêntico ao AtlasBioDiv, incluindo a instalação do *plugin* Mergin Maps, a configuração de mapas base, formulários, as regras de edição, os automatismos e a ligação a uma base de dados PostgreSQL. Para a realização deste tutorial foi utilizado o QGIS na versão *Long-Time Release* (LTR) 3.40.7 Bratislava e o Mergin Maps 2025.2.4. O tutorial está dividido em quatro capítulos:

1. Introdução ao Mergin Maps
2. Configuração do projeto no QGIS

3. Configuração do Mergin Maps
4. Configurações avançadas do projeto no QGIS

O Tutorial do Utilizador, disponível no Anexo 2, destina-se a técnicos de terreno que utilizam a aplicação móvel Mergin Maps. Explica o processo de instalação da aplicação, a criação de conta, a entrada em projetos públicos e privados, e a utilização prática da aplicação móvel Mergin Maps no terreno. Para a realização deste tutorial foi utilizado o Mergin Maps na versão 2025.2.4. O tutorial está dividido em três capítulos:

1. Introdução ao Mergin Maps
2. Instalação e preparação da Mergin Maps mobile app
3. Utilização da Mergin Maps mobile app

Descrição de atividades

Os projetos AtlasBioDiv e FMB-CV foram adaptados às solicitações operacionais de cada equipa técnica das entidades FBapp e FMB. São aqui descritas as principais características e a estrutura dos projetos no QGIS e na aplicação móvel Mergin Maps.

Projeto AtlasBioDiv

O projeto AtlasBioDiv foi desenvolvido tendo dois objetivos principais:

1. Recolher registos de observações georreferenciadas da fauna e flora, e transferindo-os depois para uma base de dados estruturada e organizada.
2. Criar um atlas de presença ou a não deteção das espécies, possibilitando visualizar a distribuição espacial da biodiversidade na Faia Brava.

Para a execução deste projeto foram necessárias 400 horas de trabalho, incluindo duas deslocações à Faia Brava, distribuídas ao longo de 120 dias, entre janeiro e junho de 2025. O projeto foi desenvolvido para ser utilizado por técnicos de terreno, investigadores e sócios da Faia Brava. Visto que uma parte significativa destes utilizadores são estrangeiros, a interface do projeto AtlasBioDiv foi desenvolvida em português e em inglês.

O projeto AtlasBioDiv está dividido em seis grupos de camadas com funções distintas:

1. *Administrative*
2. *ATLAS*

3. *Notes*
4. *OBSERVATIONS*
5. *Offline Drones Imagery*
6. *Online Map Layers*

O grupo *Administrative* é composto por quatro camadas base não editáveis, utilizadas apenas para consulta e visualização:

1. *FBapp UTM GRID 500 METERS*

Grelha de 60 quadrados de 500 por 500 metros, que cobre toda a área da Faia Brava, sendo igualmente utilizada como base para criar o Atlas de Biodiversidade da Faia Brava.

2. *FBapp BOUNDARIES 2024*

Limites atualizados da Faia Brava do ano 2024.

3. *FBapp POINTS OF INTEREST*

Localização de vilas e aldeias, e de marcos geodésicos, na envolvente da FBapp, bem como pontos de interesse dentro da reserva, como a Casa Grande ou o Grande Sobreiro.

4. *FBapp TERRESTRIAL ROUTES*

Vias terrestres existentes na Faia Brava, especialmente os trilhos dentro da propriedade (Grande Rota do Vale do Côa - GR45 e Trilho dos Biólogos), bem como as principais estradas existentes nas proximidades da Faia Brava. As vias terrestres são categorizadas como estrada asfaltada, estrada em terra batida, caminho pedestre, GR45 e Trilho dos Biólogos.

O grupo *ATLAS* é composto por seis subgrupos de camadas base não editáveis, correspondendo às classes taxonómicas da fauna:

1. *Amphibia*
2. *Arthropoda*
3. *Aves*
4. *Mammalia*
5. *Pisces*
6. *Reptilia*

Cada subgrupo possui várias camadas, cada uma representando uma espécie. Relativamente ao Atlas, para cada quadrícula da grelha UTM da Faia Brava é apresentada a presença ou a não deteção da respetiva espécie. Ao consultar cada camada na aplicação móvel

Mergin Maps é apresentada uma pequena descrição, que inclui o nome da identidade que realizou os registos e a data em que estes foram realizados. A figura seguinte apresenta um exemplo para a raposa (*Vulpes vulpes*). Os quadrados a verde indicam a presença da raposa no local e os transparentes a sua não deteção.

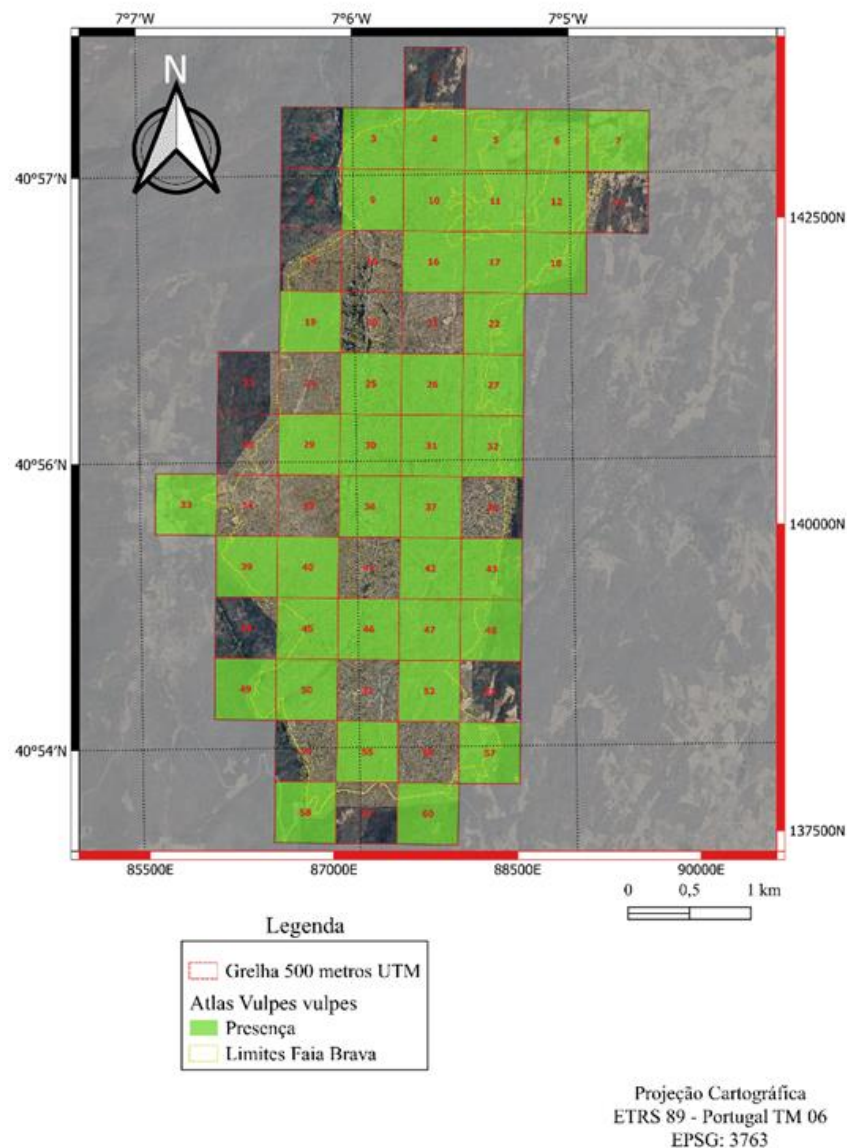


Figura 6 – Atlas da espécie *Vulpes vulpes*, com a sua presença (verde) e a não deteção (transparente) para cada uma das quadriculas que compõem a área de estudo.

O grupo *Notes* é composto por uma única camada, a *FBapp NOTES*. Esta é composta por pontos editáveis, sendo possível adicionar, editar e apagar os pontos criados. É utilizada como um bloco de notas, no qual os utilizadores podem realizar diversos tipos de comentários

como, por exemplo, indicar alguma informação útil para os técnicos de terreno ou alguma espécie que ainda não se encontra na base de dados. Ao registar uma nota é necessário preencher um formulário, de simples e rápida utilização no terreno, podendo a informação ser posteriormente transferida e consultada no QGIS.

O formulário é composto por dois campos visíveis nos dispositivos móveis:

1. *Notes*

Campo de texto livre para comentários adicionais, possibilitando ao utilizador descrever qualquer informação útil para os técnicos de terreno.

2. *Annotation Date*

Preenchido automaticamente com a data e hora do registo.

E um campo visível apenas no QGIS:

1. *Author*

Preenchido automaticamente com o nome do utilizador da conta Mergin Maps.

No final do formulário existe um pequeno texto explicativo relativo ao objetivo da camada, para orientação dos utilizadores.

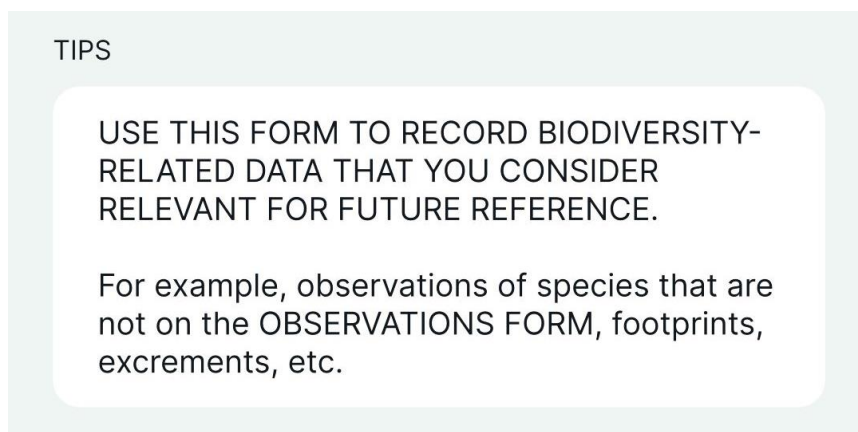


Figura 7 - Texto explicativo para orientação dos utilizadores, relativo ao objetivo da camada FBapp NOTES na aplicação móvel Mergin Maps.

O grupo *OBSERVATIONS* é composto por duas camadas editáveis:

1. *FAUNA OBSERVATIONS*

2. *FLORA OBSERVATIONS*

À semelhança do que foi configurado para a camada *FBapp NOTES*, existe um pequeno texto explicativo, no final do formulário, relativo ao objetivo da camada, para orientação dos utilizadores.

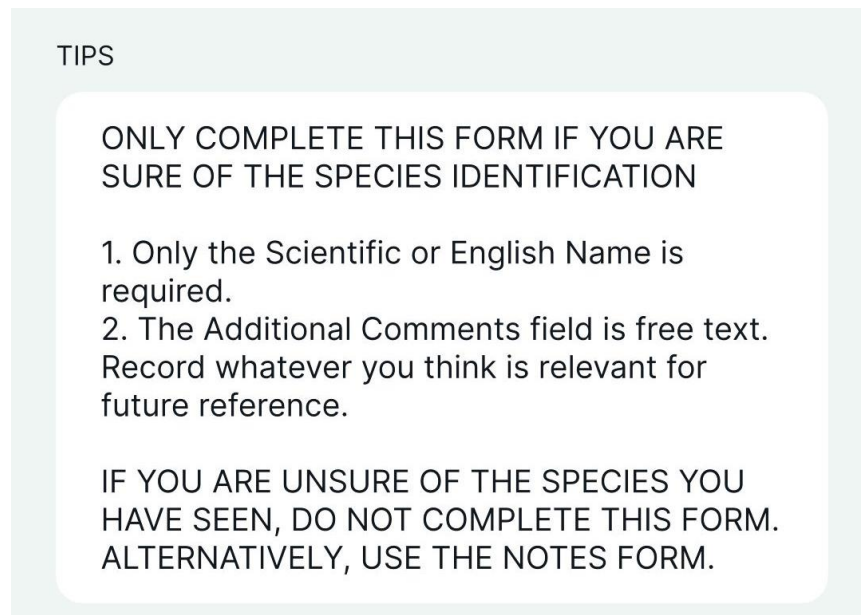


Figura 8- Texto explicativo para orientação dos utilizadores, relativo ao objetivo das camadas *FAUNA OBSERVATIONS* e *FLORA OBSERVATIONS* na aplicação móvel *Mergin Maps*.

Ao adicionar um registo é necessário preencher um formulário, cujos dados podem ser consultados no QGIS. O formulário é composto por cinco campos visíveis nos dispositivos móveis:

1. *Scientific Name*

O nome científico é selecionado a partir de uma listagem (*drop-down menu*) com as espécies de fauna (para a *FAUNA OBSERVATIONS*) e flora (para a *FLORA OBSERVATIONS*) existentes na Faia Brava.

2. *Common English Name*

O nome comum inglês é selecionado a partir de uma listagem (*drop-down menu*) com as espécies de fauna (para a *FAUNA OBSERVATIONS*) e flora (para a *FLORA OBSERVATIONS*) existentes na Faia Brava.

3. *Additional Comments*

Campo para comentários adicionais de texto livre, possibilitando ao utilizador descrever qualquer informação relevante associada à observação.

4. *Number of Individuals*

Para introdução manual do número de indivíduos identificados.

5. *Observation Date*

Preenchido automaticamente com a data e hora do registo da observação.

E 7 campos visíveis apenas no QGIS:

1. ID da observação

Preenchido automaticamente o id da observação.

2. Id da espécie

Preenchido automaticamente o id da espécie.

3. Validação

Preenchido manualmente no QGIS, permite filtrar as observações como válidas ou inválidas.

4. Acesso

Preenchido manualmente no QGIS, define se o acesso à informação proveniente da observação deve ou não ser pública.

5. *Author*

Preenchido automaticamente com o nome do utilizador da conta Mergin Maps.

6. Lat

Preenchido automaticamente com a latitude do ponto da observação.

7. Lon

Preenchido automaticamente com a longitude do ponto da observação.

O grupo de camadas *Offline Drones Imagery* é composto pelos 60 ortofotomosaicos com 25 centímetros de resolução, que abrangem toda a área da Faia Brava. Permitem o uso de um mapa de fundo *offline* detalhado e atualizado.

O grupo *Online Map Layers* é composto por duas camadas base *raster*:

1. Google Satellite

2. OSM (Open Street Map)

Estas funcionam como mapa de fundo fora da área coberta pelos ortofotomosaicos, estando unicamente disponíveis com acesso à Internet.

No projeto AtlasBioDiv foi implementada uma funcionalidade que restringe a edição dos formulários dos registos apenas ao utilizador que os criou, contribuindo para garantir a integridade dos dados.

Recorreu-se à funcionalidade Temas para personalizar a visibilidade das camadas na aplicação móvel Mergin Maps consoante a tarefa a realizar. Cada tema apresenta apenas um determinado conjunto de camadas, evitando a necessidade da alteração manual da visibilidade. No contexto deste projeto existem quatro temas:

1. *Default*

Apresenta todos os grupos e camadas do projeto, exceto os *Online Map Layers* e *ATLAS*.

2. *Fauna Observations*

Inclui todos os grupos e camadas base, exceto os *ATLAS* e *Online Map Layers*, adicionando as camadas *FAUNA OBSERVATIONS* e *FBapp NOTES*.

3. *Flora Observations*

Apresenta todos os grupos e camadas base, exceto os *ATLAS* e *Online Map Layers*, apresentando a camada *FLORA OBSERVATIONS* e a *FBapp NOTES*.

4. *Points of interest*

Apresenta apenas os grupos base *Administrative* e *Offline Drone Imagery*.

Projeto FMB-CV

O projeto FMB-CV foi desenvolvido com o objetivo de facilitar o registo da biodiversidade na ilha do Maio, em Cabo Verde. Para a realização deste projeto foram necessárias 75 horas de trabalho, distribuídas em 10 dias, entre os meses de abril e maio.

É composto por sete grupos de camadas com funções distintas:

1. administrativo
2. ambiente
3. biodiversidade
4. grelhas
5. *offline imagery*
6. *online maps*
7. território

O grupo administrativo é composto por quatorze camadas e um subgrupo, sendo estas camadas e subgrupo base não editáveis, utilizadas apenas para consulta e visualização:

- 1-13. Boa Vista, Branco, Brava, Fogo, Maio, Razo, Rombos, Sal, Santa Luzia, Santiago, Santo Antão, São Nicolau e São Vicente

Camadas de polígonos das ilhas de Cabo Verde, representam graficamente as várias ilhas que compõem o arquipélago.

14. Localidades

Esta camada implementa pontos correspondentes às localidades das ilhas que compõem o arquipélago de Cabo Verde.

1. Rede viária / Maio

Subgrupo com a camada Maio, que representa a rede viária da ilha do Maio, utilizando dados do OSM. Parte da rede viária foi reclassificada com base nas categorias originais do OSM, como estradas secundárias, estradas terciárias, outras estradas, ruas em aglomerados habitacionais, outras ruas, estradas em terra batida, caminhos em terra batida e caminhos de pé posto.

O grupo ambiente é composto pela camada áreas protegidas, constituída por polígonos que delimitam as zonas de conservação existentes na ilha do Maio.

O grupo biodiversidade é composto por duas camadas editáveis, para a inserção de observações:

1. FMB registar aves
2. FMB registar répteis

A cada uma destas camadas está associado um formulário, que os utilizadores necessitam preencher para criar um registo. Estes formulários são de simples e rápida utilização no terreno, os resultados podem ser posteriormente consultados no QGIS.

Os formulários são compostos por quatro campos visíveis no dispositivo móvel:

1. nome científico

O nome científico da espécie é selecionado a partir de uma listagem (*drop-down menu*) com as espécies existentes na ilha do Maio.

2. nome comum

Será preenchido automaticamente baseado no nome científico escolhido, sendo utilizado como um reforço informativo.

3. data do registo

É adicionada automaticamente no momento do preenchimento do formulário.

4. Comentários

Campo de texto livre para comentários adicionais, possibilitando ao utilizador descrever qualquer informação relevante associada à observação.

Existem ainda três campos visíveis apenas no QGIS:

1. autor do registo

O nome do autor do registo é preenchido automaticamente.

2. LAT

É recolhida automaticamente com base na localização do dispositivo móvel no momento do registo.

3. LONG

É recolhida automaticamente com base na localização do dispositivo móvel no momento do registo.

O grupo grelhas é composto por duas camadas base:

1. Atlas das Aves de CV – QUADRANTES

Grelha de 271 quadrados de 5 por 5 quilómetros, que cobre toda a área das ilhas que compõem o arquipélago de Cabo Verde, elaborada anteriormente no âmbito de um projecto destinado à elaboração de um Atlas de Aves de Cabo Verde. Adota, com desvios, os EPSG: 32627 e 32628.

2. GRID 5 km EPSG: 4826

Grelha de 294 quadrados de 5 por 5 quilómetros, que cobre toda a área das ilhas que compõem o arquipélago de Cabo Verde. Adota o EPSG: 4826, ou seja, o EPSG nacional oficial de Cabo Verde.

O grupo *offline imagery* é composto pela camada Maio Sentinel-2-TCI 20250407, composta por uma imagem proveniente do satélite Sentinel-2 (Copernicus Browser, s.d.), recortada pela ilha do Maio e convertida em formato JPEG, de forma a otimizar o espaço de armazenamento e o desempenho do projeto no dispositivo móvel.

Já o grupo *online maps* é composto por duas camadas base *raster*:

1. Google Satellite

2. OSM

Por fim o grupo território é composto por treze camadas base:

- 1-13. DSM Boa Vista, DSM Branco, DSM Brava, DSM Fogo, DSM Maio, DSM Razo, DSM Rombos, DSM Sal, DSM Santa Luzia, DSM Santiago, DSM Santo Antão, DSM São Nicolau e DSM São Vicente

Camadas *raster* compostas por modelos digitais de superfície (DSM), gerados a partir do dados do Sentinel-2 (Copernicus Browser, s.d.), foi reclassificado em quatorze classes de 200 em 200 metros, desde 0 até > 2600 metros.

A camada Bloco de Notas é uma camada editável que não está inserida em nenhum grupo. O formulário desta camada é composto por cinco campos visíveis na aplicação móvel Mergin Maps:

1. autor da nota

Preenche automaticamente o nome do utilizador da conta Mergin Maps.

2. blocos de notas

Campo de texto livre.

3. Data do registo

Preenche automaticamente a data do registo.

4. LATITUDE (gg.dddd) WGS 84

Preenche automaticamente a latitude do ponto no sistema de coordenadas EPSG:4326 - WGS 84.

5. LONGITUDE (gg.dddd) WGS 84

Preenche automaticamente a longitude do ponto no sistema de coordenadas EPSG:4326 - WGS 84.

E ainda composta por dois campos visíveis apenas no QGIS:

1. LATITUDE EPSG: 4826

Preenche automaticamente a latitude do ponto no sistema de coordenadas EPSG:4826.

2. LONGITUDE EPSG: 4826

Preenche automaticamente a longitude do ponto no sistema de coordenadas EPSG:4826.

Assim como o projeto AtlasBioDiv, no projeto FMB-CV cada utilizador só pode editar os registos que criou, garantindo a integridade dos dados.

Resultados

Através da metodologia apresentada foi possível desenvolver e implementar dois projetos, o AtlasBioDiv e o FMB-CV. Ambos foram totalmente configurados para permitir a recolha de dados geoespaciais no terreno, utilizando formulários personalizados e adaptados às condições específicas de cada caso de estudo.

Os testes realizados durante o desenvolvimento demonstraram que ambos os projetos cumprem os respetivos objetivos, estando ambos em utilização regular pelas respetivas equipas técnicas. A aplicação móvel Mergin Maps permitiu a recolha de observações no terreno de forma rápida e eficiente. A utilização de formulários otimizados e parcialmente automatizados eliminou os erros no preenchimento das observações.

A *geodatabase* foi testada nas primeiras versões do projeto AtlasBioDiv, tendo exercido a sua função da forma esperada, realizando a transferência dos dados do Mergin Maps Server para o QGIS e o pgAdmin 4. No entanto, após a realização de diversos testes, verificou-se que o volume de registos submetidos não justificava a manutenção da *geodatabase*. Por este motivo a sua utilização foi descontinuada, mantendo a gestão dos dados diretamente no QGIS, tornando mais simples a manutenção do projeto sem comprometer os objetivos do mesmo.

A sincronização de dados entre o QGIS e os diversos utilizadores da aplicação móvel, através do Mergin Maps Server, permitiu a recolha de informação, sem perdas de dados durante o processo. Este procedimento é essencial para a gestão, visualização e análise de dados no QGIS. No entanto, devido a falhas pontuais na metodologia de trabalho, estas resultaram em erros na sincronização que foram resolvidas sem qualquer perda de dados.

Integrado no projeto AtlasBioDiv foi desenvolvido o Atlas de Biodiversidade da Faia Brava que representa cartograficamente a presença e a não deteção de espécies em cada uma das 60 quadrículas de 500 por 500 metros que cobrem a FBapp. A Figura 6 apresentada anteriormente ilustra o Atlas para a espécie *Vulpes vulpes*. Atualmente existem cerca de 60 espécies devidamente cartografadas, com este número a aumentar conforme são realizadas novas observações.

Os dados para a construção do Atlas da Biodiversidade foram obtidos através de observações no âmbito de projetos realizados pela UA, e por observações recolhidas no projeto AtlasBioDiv, através da aplicação móvel Mergin Maps.

No projeto FMB-CV, apesar de se adaptar às necessidades da ilha do Maio, a estrutura de inserção dos dados é idêntica à do projeto AtlasBioDiv. A principal diferença entre estes projetos são as camadas base, que neste projeto são obtidas a partir de imagens de satélite e de serviços online, adaptados ao contexto geográfico do arquipélago de Cabo Verde e em particular à ilha do Maio.

Em ambos os projetos foi utilizada simbologia SVG personalizada para representar diferentes categorias de observações. Esta escolha teve como objetivo melhorar visualmente os dados no mapa, facilitando a leitura em dispositivos móveis.

Discussão

O conjunto de ferramentas Mergin Maps foi escolhido comparativamente ao conjunto QField, tendo em conta o seu modelo de preços mais acessível. Adicionalmente, a interface da aplicação móvel Mergin Maps revelou-se mais intuitiva e de fácil aprendizagem, mesmo para utilizadores sem experiência prévia em SIG.

A integração da solução do *software* QGIS, com o conjunto de aplicações Mergin Maps e uma *geodatabase* mostrou-se robusta e eficiente na recolha, visualização e análise de dados geoespaciais, quando aplicadas ao contexto da observação e conservação da biodiversidade.

A utilização de ortofotomosaicos obtidos através dos voos com o drone, convertidos para JPEG e com resolução de 25 cm, revelou-se uma escolha acertada para a camada de fundo do projeto. Esta opção garantiu uma representação atualizada do terreno, que pode ser consultada *offline*, ao mesmo tempo que assegurou um carregamento mais rápido na aplicação móvel Mergin Maps.

Apesar dos bons resultados obtidos, a *geodatabase* desenvolvida através do pgAdmin 4 não se encontra em uso. Os volumes de observações realizadas não atingiram a quantidade que inicialmente se estimava obter, sendo o QGIS suficiente para garantir toda a gestão das observações recolhidas. A remoção da *geodatabase* simplificou a manutenção do projeto AtlasBioDiv, facilitando a sua configuração e a criação de cópias de segurança.

A sincronização dos dados obtidos através da aplicação móvel com o QGIS é efetuada através do Mergin Maps Server, podendo ser realizada sempre que existir uma ligação à Internet. No entanto, a capacidade de manter as alterações realizadas no projeto nos dispositivos móveis permite proceder ao registo das observações no terreno mesmo sem acesso à Internet, alterações que serão posteriormente sincronizadas para o Mergin Maps Server, quando existir ligação à Internet. Tal mostra a capacidade da aplicação móvel de se adaptar a ambientes com cobertura de Internet limitada ou inexistente, permitindo trabalhar em qualquer local, sendo apenas necessário que o dispositivo receba um sinal GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Como nas áreas de estudo dos projetos AtlasBioDiv e FMB-CV as zonas de

intervenção são na sua maioria em locais com reduzida cobertura de serviços, sem qualquer acesso à rede telefónica móvel ou Internet, foram os casos de estudo ideais para testar o comportamento da aplicação móvel Mergin Maps em condições reais.

Apesar da eficácia do sistema, o processo de sincronização revelou ser o ponto mais crítico. Ao longo dos testes foram detetadas falhas pontuais na sincronização, não devido a falhas da tecnologia, mas sim a uma má metodologia de trabalho.

A falta de sincronização do projeto na aplicação móvel Mergin Maps, antes do início do trabalho de campo e no final do mesmo, pode resultar em conflitos de versões do projeto e erros em posteriores sincronismos. É recomendado que os técnicos de terreno efetuem o sincronismo do projeto sempre que iniciam e finalizam uma sessão de trabalho, e esta metodologia é fundamental para garantir que o trabalho está a ser realizado na última versão do projeto. No entanto, em caso de conflito, são criados automaticamente ficheiros que permitem a recuperação manual dos dados no QGIS, evitando perdas definitivas de informação.

No desenvolvimento dos projetos no QGIS foram utilizadas expressões QGIS com o objetivo de automatizar diversos processos no preenchimento de formulários e implementar mecanismos para o controlo de erros, durante a utilização da aplicação móvel Mergin Maps. Estas expressões permitiram, por exemplo, o preenchimento automático de campos como data e hora, nome do autor e coordenadas da observação. A implementação das expressões QGIS utilizadas no projeto AtlasBioDiv estão descritas de forma detalhada no Tutorial do Criador, capítulo 4.1.1 Preenchimentos automáticos (Anexo 1).

Foi ainda desenvolvida uma expressão QGIS com o objetivo de restringir a edição de formulários aos utilizadores que criaram os respetivos registos. Esta funcionalidade está descrita em detalhe no Tutorial do Criador, no capítulo 4.1.2 – Restrições (Anexo 1). Embora esta expressão permita controlar o acesso à edição dos campos do formulário, não impede a edição da posição geográfica dos pontos nem a sua eliminação. Estas limitações devem-se ao próprio funcionamento das ferramentas da aplicação móvel Mergin Maps, que atualmente não permite restringir este tipo de edição.

A criação do Atlas de Biodiversidade da Faia Brava permitiu uma visualização clara e georreferenciada da distribuição espacial das espécies, destacando a presença e a não deteção dentro da área de estudo. Esta representação facilita a análise da biodiversidade local e posteriores tomadas de decisão relativas à conservação da biodiversidade.

Para além da sua utilidade imediata na monitorização da fauna, os dados recolhidos têm potencial para serem aplicados em diversas vertentes da conservação da natureza, como a identificação de áreas prioritárias para intervenção, o acompanhamento de espécies vulneráveis ou a avaliação de alterações ao longo do tempo.

O projeto FMB-CV, embora mais simples em termos estruturais, evidenciou a capacidade de adaptação da solução QGIS integrada com o conjunto de ferramentas Mergin Maps a diferentes realidades territoriais e institucionais. A simplicidade dos formulários, em conjunto com a interface intuitiva da aplicação móvel Mergin Maps foram aspetos fundamentais para garantir a utilização por técnicos locais sem experiência na utilização de ferramentas SIG.

Em ambos os projetos foi dada atenção à facilidade de utilização e ao aspeto visual da aplicação móvel Mergin Maps. Os automatismos, a utilização de temas e a utilização de simbologia SVG contribuíram para uma utilização mais agradável e intuitiva da aplicação móvel Mergin Maps. Estes projetos demonstram como a recolha estruturada de dados geoespaciais pode gerar informação útil, versátil e aplicável em diferentes contextos de conservação.

Com o objetivo de melhorar a precisão do sinal GNSS nas recolhas de dados no terreno, foi adquirido pela UAAlg um recetor GNSS GLRM, da empresa austríaca General Laser (General Laser, s.d.). No entanto, não foi possível estabelecer ligação entre o GLRM e a aplicação móvel Mergin Maps via *Bluetooth*.

De acordo com a documentação oficial do Mergin Maps, a ligação a receptores GNSS externos é efetuada através de Bluetooth (Mergin Maps, s.d.). O modelo GLRM adquirido utiliza *Bluetooth Low Energy* (BLE), uma tecnologia que não é compatível com o *Bluetooth*.

Os testes realizados apontam esta incompatibilidade tecnológica como a principal razão para o insucesso da integração entre o recetor GNSS e o Mergin Maps. Foram entretanto solicitados esclarecimentos tanto à General Laser, como à Lutra Consulting Limited, empresa responsável pelo desenvolvimento do Mergin Maps.

Conclusão

Esta dissertação teve como principal objetivo a criação e implementação de ferramentas práticas para a recolha de dados geoespaciais de biodiversidade no terreno, através da

integração do QGIS com o conjunto de ferramentas Mergin Maps. Para cumprir este objetivo, foram desenvolvidos dois projetos, AtlasBioDiv da FBapp e o FMB-CV para a FMB, que funcionaram como casos de estudo para validar a solução utilizada em contextos geográficos e institucionais bastante distintos.

Os testes realizados na FBapp e na Ilha do Maio demonstraram que a solução adotada é eficaz, intuitiva e ajusta-se à realidade do trabalho no terreno. A sincronização entre o QGIS, o Mergin Maps Server e a aplicação móvel Mergin Maps revelou-se robusta e funcional, permitindo o armazenamento estruturado de dados no QGIS.

Estes projetos ainda em utilização são exemplos práticos de soluções SIG adaptadas à realidade do terreno, com potencial de aplicação em outras áreas protegidas ou projetos de monitorização da biodiversidade.

O desenvolvimento do Atlas da Biodiversidade da Faia Brava mostrou como as ferramentas utilizadas são versáteis na gestão e no manuseamento dos dados provenientes das observações da fauna no terreno.

Apesar dos pontos positivos alcançados, o processo de desenvolvimento não foi isento de limitações e erros, no entanto foi possível ultrapassar e corrigir a maioria destes com sucesso. Permanecem por resolver duas limitações: a impossibilidade de impor certas restrições de edição aos utilizadores da aplicação móvel Mergin Maps, e a falha na ligação entre a aplicação e o recetor GNSS externo testado.

Em suma, esta dissertação contribui com uma base sólida para o desenvolvimento de soluções geoespaciais aplicadas à conservação da natureza, demonstrando as potencialidades destas ferramentas para futuras aplicações em ecossistemas diversos e contextos operacionais exigentes.

Bibliografia

Copernicus Browser. (s.d.). Copernicus Browser. Copernicus Browser. Disponível em <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> e acedido em 1 de junho de 2025.

Diário da República. (2010). Aviso n.º 26026/2010, de 14 de dezembro. Disponível em <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/aviso/26026-2010-2975644> e acedido em 13 de novembro de 2024.

Ekaso, D., Nex, F., & Kerle, N. (2020). Accuracy assessment of real-time kinematics (RTK) measurements on unmanned aerial vehicles (UAV) for direct geo-referencing. *Geo-Spatial Information Science*, 23(2), 165–181. <https://doi.org/10.1080/10095020.2019.1710437>

FMB. (s.d.). A Fundação | FMB. FMB; Fundação Maio Biodiversidade. Disponível em <https://www.fmb-maio.org/funda%C3%A7%C3%A3o> e acedido em 5 de junho de 2025.

FMB. (s.d.). Áreas Protegidas | FMB. FMB; Fundação Maio Biodiversidade. Disponível em <https://www.fmb-maio.org/%C3%A1reas-protegidas> e acedido em 5 de junho de 2025.

General Laser. (s.d.). GLRM. GL. Disponível em <https://general-laser.eu/en/glrm-en> e acedido em 12 de junho de 2025.

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (s.d.). Áreas Protegidas Privadas. Disponível em <https://www.icnf.pt/conservacao/rnapareasprotegidas/areasprotegidasprivadas/appfaiabrava> e acedido em 1 de novembro de 2024.

Imprensa Nacional de Cabo Verde. (2014). Boletim Oficial n.º 72, I Série de 25-11-2014. Incv.cv. Disponível em <https://boe.incv.cv/Bulletins/Details/A2014/S1/BO72/1932> e acedido em 5 de junho de 2025.

Imprensa Nacional de Cabo Verde. (2014). Boletim Oficial n.º 79, I Série de 17-12-2014. Incv.cv. Disponível em <https://boe.incv.cv/Bulletins/Details/A2014/S1/BO79/1947> e acedido em 5 de junho de 2025.

IUCN Red List of Threatened Species: *Neophron percnopterus* (Date Assessed: July 12, 2021). Disponível em <https://www.iucnredlist.org/species/22695180/205187871> e acedido em 5 de novembro de 2024.

Lima, A. da S., & Garcia, E. M. O. (2011). Gestão de águas subterrâneas em ambientes insulares: caso de estudo da Ilha do Maio (Cabo Verde). <https://hdl.handle.net/1822/1710>

Mergin Maps. (s.d.). External GPS | Mergin Maps. Merginmaps.com. Disponível em https://merginmaps.com/docs/field/external_gps/#list-of-known-supported-gps-devices e acedido em 12 de junho de 2025.

Romão, F. (2018). Faia Brava Reserve's biodiversity. *BioDiversity4All*. Disponível em <https://www.biodiversity4all.org/projects/faia-brava-reserve-s-biodiversity> e acedido em 7 de novembro de 2024.

Schumann, P. K. (2023). *Mapeamento da dinâmica do carbono na Reserva da Faia Brava* (pp. 28–32). <http://hdl.handle.net/10198/28991>

Anexo 1 Tutorial do Utilizador



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

em colaboração com a



ASSOCIAÇÃO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

MERGIN MAPS

para quando é necessário levar o QGIS para o terreno...



1. MANUAL PARA UTILIZADORES

SCAN ME





TUTORIAL
preparado por João Castro e
Nuno de Santos Loureiro
DCTMA - FCT - Universidade do Algarve
nlourei@ualg.pt



com QGIS LTR 3.40.7 Bratislava e Mergin Maps 2025.2.0

última revisão: 11 de junho de 2025

Anexo 2 Tutorial do Criador



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA



em colaboração com a
FAIA BRAVA
ASSOCIAÇÃO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

MERGIN MAPS

the professional mobile app for QGIS



2. MANUAL PARA CRIADORES E ADMINISTRADORES DE PROJETOS

SCAN ME





TUTORIAL
preparado por João Castro e
Nuno de Santos Loureiro
DCTMA - FCT - Universidade do Algarve
nlourei@ualg.pt



com QGIS LTR 3.40.7 Bratislava e Mergin Maps 2025.2.0

última revisão: 10 de junho de 2025