



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
M O N D L A N E

**FACULDADE DE CIÊNCIAS**

**Departamento de Matemática e Informática**

Trabalho de Licenciatura em  
Informática

Desenvolvimento de Aplicativo Móvel de  
Identificação de Plantas

**Autor: Edson José Come**

Maputo, 10 de Julho de 2025



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
Departamento de Matemática e Informática

Trabalho de Licenciatura em  
Informática

Desenvolvimento de Aplicativo Móvel de  
Identificação de Plantas

**Autor:** Edson José Come

**Supervisor:** Licenciada, Rossana Haron Carimo Soares

Maputo, 10 de julho de 2025

## Dedicatória

*Dedico este trabalho a Deus, minha família, minha namorada e amigos, que sempre me apoiaram e me encorajaram durante essa jornada acadêmica.*

*Agradeço especialmente aos meus pais, minha irmã e namorada, que me deram todo suporte emocional e financeiro para que eu pudesse concluir esta etapa. Agradeço também aos meus amigos, que permaneceram ao meu lado, me motivando e compartilhando experiências ao longo dessa jornada. Por fim, agradeço aos meus professores e orientador, que me guiaram e toleraram para o meu crescimento acadêmico a realização deste sonho.*

## Declaração de Honra

Declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é resultado da minha investigação e que o processo foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciado em Informática, na faculdade de Ciências da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, 29 de Janeiro de 2025

---

Edson José Come

## Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço à Deus, pela dádiva da vida, por ter permitido que eu chegasse aqui, por ter-me dado forças sempre que ficava desanimado e por ter sempre estado com a minha família.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho. Sem o apoio e incentivo de vocês, não seria possível chegar a este momento tão importante:

- Agradeço em especial a minha orientadora, Rossana Haron Carimo Soares, pela sua orientação, paciência e conhecimentos compartilhados ao longo de todo o processo. Sua dedicação e comprometimento foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

- Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, José Luís Come e Sumbi Leonor Marrime, por terem me ensinado, de forma exemplar, boa parte do que sei e sou hoje, por terem me dado amor incondicional, todo o apoio emocional e financeiro que me deram durante toda a minha jornada académica, pela presença e paciência dos meus irmãos que sempre me apoiaram, respeitaram e acreditaram em mim, agradeço a minha esposa e meus filhos que sempre estiveram comigo e me inspiraram a continuar em frente. Vocês são minha fonte de inspiração e motivação.

- Aos meus amigos e colegas de classe, agradeço por compartilharem experiências, ideias e momentos de estudo. Suas contribuições foram valiosas e enriqueceram o trabalho.

- Agradeço também aos professores e demais profissionais da instituição de ensino, que proporcionaram um ambiente propício ao aprendizado e ao desenvolvimento de habilidades.

- Por fim, agradeço a todas as fontes de pesquisa utilizadas, instituições e pessoas que disponibilizaram seus conhecimentos e materiais para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos a todos que permaneceram ao meu lado, me apoiando e incentivando ao longo desta jornada. Este trabalho é o resultado de um esforço colectivo e cada um de vocês teve um papel fundamental em sua realização.

## Resumo

A problemática central abordada neste trabalho foi o desenvolvimento de um aplicativo móvel para a identificação de plantas, com o objetivo de superar as barreiras de identificação e diagnóstico de amantes da natureza e usuários de tecnologias de identificação automatizada. O foco estava em investigar as razões que podem dificultar a identificação de plantas no contexto botânico, analisando as preferências, necessidades, percepções e experiências dos usuários em relação a funcionalidades e usabilidade. Para isso, foram explorados os desafios enfrentados pelos usuários ao utilizar tecnologias de reconhecimento de plantas, bem como as funcionalidades que podem melhorar a adesão e aceitação dos mesmos. O aplicativo proposto visa oferecer uma solução acessível e prática para a identificação e diagnóstico de plantas, utilizando técnicas de aprendizado de máquina, e proporciona uma interface amigável e informativa, com o intuito de promover a educação ambiental e facilitar o acesso à biodiversidade.

O objetivo final foi de desenvolver uma ferramenta móvel eficiente, intuitiva e capaz de atender às necessidades dos usuários, incentivando o uso da tecnologia para promover a educação ambiental, a preservação da biodiversidade e a conscientização sobre as plantas.

**Palavra-chave:** aplicativo móvel, identificação de plantas, adesão dos usuários, usabilidade, recomendações.

## **Abstract**

The central issue addressed in this work was the development of a mobile application for plant identification, with the aim of overcoming barriers to adoption and acceptance among users of automated identification technologies. The focus is on investigating the reasons that may hinder the adoption of mobile applications in the botanical context, analyzing users' preferences, needs, perceptions and experiences in relation to functionalities and usability. To this end, the challenges faced by users when using plant recognition technologies were explored, as well as the functionalities that can improve their adherence and acceptance. The proposed application aims to offer an accessible and practical solution for plant identification and diagnosis, using machine learning techniques, and provides a friendly and informative interface, with the aim of promoting environmental education and facilitating access to biodiversity.

The final objective was to develop an efficient, intuitive mobile tool capable of meeting users' needs, encouraging the use of technology to promote environmental education, the preservation of biodiversity and awareness about plants.

**Keywords:** mobile application, plant identification, user adoption, usability, recommendations.

## Abreviaturas

<b>SIGLA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>AI</b>	Artificial Intelligence ( <i>Inteligência Artificial</i> )
<b>API</b>	Application Programming Interface ( <i>Interface de Programação de Aplicações</i> )
<b>APP</b>	Aplicativo Móvel
<b>CNN</b>	Convolutional Neural Network ( <i>Rede Neural Convolutacional</i> )
<b>DB</b>	Database ( <i>Banco de Dados</i> )
<b>DER</b>	Diagrama Entidade-Relacionamento
<b>ER</b>	Entidade-Relacionamento
<b>FIREBASE</b>	Plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis do Google
<b>FIRESTORE</b>	Banco de dados em tempo real do Firebase
<b>GPS</b>	Global Positioning System ( <i>Sistema de Posicionamento Global</i> )
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>IA</b>	Inteligência Artificial
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>ITIS</b>	Instituto de Tecnologias, Inovação e Serviços
<b>ML</b>	Machine Learning ( <i>Aprendizado de Máquina</i> )
<b>OS</b>	Operating System ( <i>Sistema Operativo</i> )
<b>PDF</b>	Portable Document Format ( <i>Formato de Documento Portátil</i> )
<b>SI</b>	Sistema de Informação
<b>TIC</b>	Tecnologias de Informação e Comunicação
<b>UI</b>	User Interface ( <i>Interface do Usuário</i> )
<b>URL</b>	Uniform Resource Locator
<b>UEM</b>	Universidade Eduardo Mondlane
<b>UX</b>	User Experience ( <i>Experiência do Usuário</i> )

## Glossário de termos

Nome	Definição
<b>Aplicativo Móvel (App)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Programa de software desenvolvido para ser executado em dispositivos móveis, como smartphones e tablets. No contexto deste trabalho, refere-se ao aplicativo de identificação de plantas desenvolvido para facilitar a análise e classificação de espécies vegetais a partir de imagens.</li></ul>
<b>Identificação de Plantas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Processo de reconhecimento e classificação de uma planta com base em suas características visuais, como folhas, flores, caules e frutos.</li></ul> <p><b>Aprendizado de Máquina (Machine Learning)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Subcampo da inteligência artificial (IA) que utiliza algoritmos para ensinar o computador a reconhecer padrões em grandes volumes de dados. No contexto deste trabalho, foi utilizado para treinar modelos de reconhecimento de imagens de plantas.</li></ul>
<b>Rede Neural Convolucional (CNN - Convolutional Neural Network)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo de rede neural artificial especialmente eficaz para tarefas de processamento de imagens. No desenvolvimento do aplicativo, as CNNs são usadas para identificar e classificar diferentes espécies de plantas a partir de imagens capturadas pelos usuários.</li></ul>
<b>Visão Computacional</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Área da inteligência artificial que busca ensinar os computadores a "ver" e interpretar o mundo visual, como imagens e vídeos. No contexto do aplicativo, a visão computacional é usada para analisar as imagens de plantas e extrair informações relevantes para a identificação.</li></ul>
<b>Usabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A facilidade com que um usuário consegue interagir com um sistema, aplicativo ou dispositivo. A usabilidade está relacionada à experiência do usuário e inclui aspectos como a intuitividade da interface, a eficiência e a satisfação do usuário.</li></ul>
<b>Interface de Usuário (UI)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A parte do aplicativo com a qual o usuário interage diretamente. Inclui botões, menus, campos de texto, entre outros elementos. No caso deste trabalho, a interface de usuário foi projetada para ser simples e intuitiva, permitindo uma experiência agradável na utilização do aplicativo.</li></ul>

<b>Experiência do Usuário (UX)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refere-se à percepção geral do usuário ao interagir com o aplicativo, envolvendo aspectos como facilidade de uso, eficiência, satisfação e o valor percebido do aplicativo. Uma boa UX é fundamental para garantir a adesão e o engajamento dos usuários.</li> </ul>
<b>Bancos de Dados de Plantas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto estruturado de dados contendo informações sobre diversas espécies de plantas, como nome científico, características físicas, habitat e usos. O banco de dados é essencial para o funcionamento do aplicativo, pois fornece as informações que o usuário consulta após a identificação de uma planta.</li> </ul>
<b>Modelo de Classificação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algoritmo de aprendizado de máquina treinado para categorizar entradas em classes específicas. No caso do aplicativo de identificação de plantas, o modelo de classificação é responsável por determinar a espécie da planta a partir da imagem fornecida.</li> </ul>
<b>Firestore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis do Google que oferece serviços como autenticação de usuários, armazenamento de dados em tempo real e hospedagem de arquivos. Foi utilizado neste projeto para gerenciar dados e fornecer suporte ao backend do aplicativo.</li> </ul>
<b>Base de dados de Imagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto de imagens rotuladas utilizadas para treinar o modelo de aprendizado de máquina. Cada imagem contém informações sobre a planta que ela representa, como o nome científico e a categoria.</li> </ul>
<b>Precisão do Modelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métrica utilizada para avaliar a eficácia de um modelo de aprendizado de máquina, que indica a porcentagem de previsões corretas feitas pelo modelo em relação ao total de previsões realizadas.</li> </ul>
<b>Barreiras de Adoção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatores que dificultam a aceitação e o uso de uma nova tecnologia ou solução, como falta de conhecimento, dificuldades de uso, questões de custo, ou resistência cultural. Neste trabalho, são investigadas as barreiras à adoção de aplicativos de identificação de plantas.</li> </ul>
<b>Taxa de Adoção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percentual de usuários que adotam e utilizam uma nova tecnologia ou aplicativo em relação ao número total de usuários potenciais. No</li> </ul>

	<p>contexto deste trabalho, a taxa de adoção será uma métrica importante para avaliar o sucesso do aplicativo.</p>
<b>Pesquisa Qualitativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de pesquisa que se concentra na compreensão de fenômenos a partir de uma abordagem descritiva e interpretativa, como entrevistas e grupos focais. A pesquisa qualitativa será utilizada para entender as percepções e experiências dos usuários em relação ao aplicativo.</li> </ul>
<b>Pesquisa Quantitativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de pesquisa que coleta dados numéricos e utiliza análises estatísticas para entender padrões e fazer generalizações. Questionários estruturados com perguntas fechadas são um exemplo de pesquisa quantitativa que será aplicada para entender a aceitação do aplicativo.</li> </ul>
<b>Reconhecimento de Imagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologia que permite a identificação e interpretação de objetos ou padrões em uma imagem digital, como identificar plantas em uma foto. Este processo é central para o funcionamento do aplicativo de identificação de plantas.</li> </ul>
<b>Interface Amigável</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Característica de um aplicativo ou sistema que facilita a interação com o usuário, tornando-o simples e intuitivo. A interface amigável do aplicativo é crucial para garantir que usuários sem experiência técnica possam utilizá-lo de forma eficiente.</li> </ul>
<b>Android</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um sistema operacional baseado no núcleo Linux, com uma interface de usuário baseado na manipulação directa. É projectado principalmente para dispositivos móveis com tela sensível ao toque como smartphones e tablets.</li> </ul>
<b>E-mail</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um método ou sistema que permite compor, enviar e receber mensagens através de um sistema de computadores online de comunicação de forma assíncrona.</li> </ul>
<b>Smartphone</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um celular que combina recursos de computadores pessoais com funcionalidades avançadas que podem ser estendidas através de aplicações executadas pelo sistema operacional.</li> </ul>

<b>Software</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sequências de instruções escritas para serem interpretadas por um computador com o objectivo de executar tarefas específicas.</li></ul>
<b>Utilizador</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• É o termo utilizado para referenciar a qualquer um que utiliza determinado serviço ou recurso.</li></ul>
<b>Website</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conjunto de páginas na internet.</li></ul>

# Índice

Dedicatória.....	i
Declaração de Honra.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract .....	v
Abreviaturas.....	vi
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas.....	xiv
Introdução.....	1
1.1.    Contextualização.....	1
1.2.    Definição do problema .....	2
1.3.    Justificativa .....	3
1.4.    Motivação.....	4
1.5.    Objectivos.....	4
1.6.    Metodologia.....	5
1.7.    Estrutura do trabalho .....	9
Revisão de Literatura.....	11
2.1    Plataformas Móveis como Base Tecnológica .....	11
2.2    Importância dos aplicativos móveis de identificação de plantas .....	12
2.3    Desenvolvimento de aplicativos móveis .....	14
2.4    Tecnologias e abordagens aplicadas à identificação digital de plantas .....	15
Caso de estudo .....	18
3.1    Malachi Garden.....	18
3.2    Situação actual do Malachi Garden.....	20
.....	22

Desenvolvimento da solução proposta.....	24
4.1 Solução Proposta .....	24
Malachi Plant Identifier .....	24
4.2 Modelo de protótipo proposto .....	25
4.3 Objetivo do Protótipo.....	26
4.4 Funcionalidades Principais do Protótipo .....	26
4.5 Benefícios do Malachi Plant Identifier .....	27
4.6 Requisitos do aplicativo .....	28
Requisitos funcionais .....	28
4.7 Requisitos não Funcionais.....	29
4.8 Casos de uso .....	31
4.9 Diagrama de Entidade-relacionamento .....	32
4.10 Principais ferramentas de desenvolvimento usadas.....	34
Conclusões e Recomendações .....	41
6.1 Benefícios da Implementação do Malachi Plant Identifier.....	41
6.2 Desafios e Considerações .....	42
6.3 Perspectivas Futuras.....	42
Referências Bibliográficas .....	43
Anexos.....	45
1.1 Anexo 1: Descrição de casos de uso .....	45
1.2 Anexo 2: Interfaces de utilizador – Protótipo desenvolvido.....	48
1.3 Apêndice 3 – Questionário para Avaliação do Protótipo.....	57
Parte 1: Perfil do Participante.....	57
Parte 2: Facilidade de Uso da Aplicação .....	57
Parte 3: Sugestões e Comentários .....	58

## Lista de Figuras

<b>Nº</b>	<b>Título da Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1	Desenvolvimento de aplicativos móveis	16
Figura 2	Etapas para o desenvolvimento de aplicativo móvel de identificação de plantas	16
Figura 3	Fluxograma do processo de identificação de plantas sem o aplicativo	20
Figura 4	Processo de identificação de plantas sem o aplicativo	22
Figura 5	Fluxograma do processo de identificação de plantas com o aplicativo.	24
Figura 6	Diagrama de Casos de Uso do sistema	31
Figura 7	Diagrama entidade-relacionamento (ER)	32
Figura 8	Gráfico dos participantes da entrevista	36
Figura 9	Questionário SUS – Respostas	40
Figura A2.1	Telas principais do aplicativo	47
Figura A2.2	Tela de Início	47
Figura A2.3	Tela de Apresentação	48
Figura A2.4	Tela Inicial (sem cadastro)	48
Figura A2.5	Telas de cadastro e login	49
Figura A2.6	Tela inicial (usuário cadastrado)	49
Figura A2.7	Tela de identificação de planta	50
Figura A2.8	Tela de detalhes e favoritos	50
Figura A2.9	Tela do chat	51
FiguraA2.10	Diagnóstico de doenças comuns	52
FiguraA2.11	Telas do perfil do usuário	53
FiguraA2.12	Tela de Dashbord do administrador	53
FiguraA2.13	Tela de menu de plantas cadastradas	54
FiguraA2.14	Tela de cadastro de plantas	54
FiguraA2.15	Tela de menu de doenças cadastradas	55
FiguraA2.16	Tela de cadastro de doenças	55

## Lista de Tabelas

<b>Nº</b>	<b>Título da Tabela</b>	<b>Página</b>
Tabela 1	Requisitos Funcionais	27
Tabela 2	Requisitos Não Funcionais	29
Tabela A1.1	Caso de Uso: Cadastrar utilizador	Anexo
Tabela A1.2	Caso de Uso: Identificar planta	Anexo
Tabela A1.3	Caso de Uso: Visualizar plantas favoritas	Anexo
Tabela A1.4	Caso de Uso: Realizar diagnóstico de planta	Anexo
Tabela A1.5	Caso de Uso: Acessar chat com IA	Anexo

## Introdução

### 1.1. Contextualização

No cenário atual, a tecnologia tem se mostrado essencial em diversas áreas, transformando a forma como interagimos com o mundo ao nosso redor. Um dos avanços mais significativos tem sido a popularização dos smartphones, que, com seus poderosos recursos de processamento e câmeras, abriram portas para uma infinidade de aplicativos móveis voltados para diferentes setores. A área de botânica e ecologia, por exemplo, tem se beneficiado do uso de aplicativos móveis que utilizam técnicas avançadas de **inteligência artificial** e **visão computacional** para facilitar a identificação de espécies vegetais.

A identificação de plantas tem sido tradicionalmente uma tarefa desafiadora, exigindo conhecimento especializado e tempo para observar as características específicas de cada planta. Contudo, com o avanço da tecnologia, surge a oportunidade de desenvolver soluções que permitam a identificação rápida e precisa de plantas, utilizando apenas imagens capturadas pelos usuários. O uso de **aplicativos móveis** para essa finalidade oferece diversas vantagens, como a **agilidade** na identificação, o **acesso fácil** a informações sobre a flora, e a **possibilidade de aprendizado interativo** para o público geral, incluindo estudantes e entusiastas da natureza.

Apesar dos benefícios evidentes, a adoção de aplicativos móveis de identificação de plantas ainda enfrenta desafios, principalmente em termos de **aceitação** e **adesão** por parte dos usuários. Muitos usuários podem hesitar em utilizar essas tecnologias devido a questões como **falta de familiaridade** com ferramentas digitais, **dificuldades de usabilidade**, ou ainda **dúvidas sobre a precisão** das identificações feitas pelos aplicativos existentes. Além disso, a **barreira de confiança** na tecnologia e a percepção de que a identificação precisa ser feita por especialistas também são fatores que limitam a adoção desses aplicativos.

Diante dessa realidade, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um **aplicativo móvel** que seja não apenas eficiente na identificação, diagnóstico de plantas, mas também **acessível** e **intuitivo** para os usuários em geral. A proposta foi de criar uma ferramenta que, por meio do uso de **técnicas de aprendizado de máquina** e **visão computacional**, permita a identificação rápida de espécies vegetais e forneça informações relevantes sobre cada planta identificada. Além disso, o aplicativo

foi projetado para ser simples e fácil de usar, levando em consideração as necessidades e preferências dos usuários, e buscando superar as barreiras que dificultavam a adoção dessas tecnologias.

Para alcançar esse objetivo, realizou-se uma pesquisa detalhada sobre as **barreiras de adoção**, as **preferências** e as **necessidades** dos usuários, bem como sobre as **funcionalidades** e **usabilidade** dos aplicativos de identificação de plantas atualmente disponíveis. Com base nos resultados obtidos, serão propostas soluções e recomendações que visem melhorar a experiência do usuário e incentivar a adesão ao uso do aplicativo, contribuindo assim para a **popularização** da tecnologia e a **educação ambiental** por meio do uso de smartphones.

## 1.2. Definição do problema

Moçambique possui uma biodiversidade vasta e única, mas o conhecimento e a identificação precisa dessa flora permanecem inacessíveis para a maioria do público, incluindo estudantes, turistas e comunidades locais.

O problema central é a **inexistência de uma aplicação móvel focada e otimizada para a flora de Moçambique**. As soluções globais de identificação de plantas, embora populares, demonstram baixa precisão no contexto local, pois os seus bancos de dados não abrangem adequadamente as espécies nativas.

Esta lacuna resulta em três desafios principais:

1. **Baixa Precisão:** As ferramentas genéricas falham em identificar corretamente a flora local, gerando frustração e informação incorreta.
2. **Irrelevância Educacional:** A informação fornecida por apps globais carece de contexto local (nomes vulgares, usos tradicionais, estado de conservação em Moçambique).
3. **Barreira de Acesso:** A falta de uma ferramenta simples e fiável desincentiva o público em geral de explorar e aprender sobre a biodiversidade do seu próprio país.

Este projeto visa, portanto, solucionar a falta de uma ferramenta digital precisa, acessível e educacionalmente relevante, adaptada à biodiversidade moçambicana.

### 1.3. Justificativa

A motivação para este projeto tornou-se uma justificação prática e necessária quando aplicada ao contexto específico do **Malachi Garden**. Atualmente, o potencial educativo e interativo deste espaço não está a ser plenamente explorado.

A justificação para o desenvolvimento da aplicação assentou-se nas seguintes lacunas e oportunidades específicas:

1. **Valorização da Experiência de Visitação:** A Malachi Garden recebe visitantes que, presentemente, carecem de ferramentas interativas para explorar a coleção botânica. Uma aplicação móvel justifica-se por transformar uma visita passiva numa experiência de aprendizagem ativa, permitindo que qualquer visitante com um telemóvel possa identificar espécies e aceder a informações contextuais em tempo real.
2. **Necessidade de um Recurso Educativo Focado:** Em vez de depender de guias genéricos ou da botânica de especialistas, a aplicação justifica-se como uma ferramenta pedagógica direcionada. Serve de apoio direto a programas educativos do próprio Jardim, a visitas de estudo de escolas locais e ao público geral, democratizando o conhecimento específico sobre as espécies que a Malachi Garden alberga.
3. **Oportunidade de "Ciência Cidadã" Local:** A aplicação justifica-se como um canal para a recolha de dados valiosos sobre a flora do Jardim. Os dados de identificação gerados pelos utilizadores (como localizações de espécies e fenologia) podem fornecer à equipa de gestão da Malachi Garden informações vitais para a manutenção, planeamento e monitorização da biodiversidade do espaço.
4. **Lacuna de Ferramentas Otimizadas para a Flora Local:** As aplicações globais de identificação falham frequentemente no contexto da flora moçambicana. Este projeto justifica-se pela necessidade de criar uma ferramenta com um banco de dados curado e otimizado para as espécies presentes na Malachi Garden, garantindo um nível de precisão e relevância que as soluções genéricas não oferecem.

## 1.4. Motivação

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi fundamentalmente de natureza técnica e académica. Surgiu do interesse pessoal na interseção entre a engenharia de software e as ciências biológicas, especificamente no desafio de aplicar a visão computacional e a inteligência artificial a um problema do mundo real.

O desenvolvimento de uma aplicação de identificação de plantas, especificamente para o caso de estudo do **Malachi Garden**, apresentou-se como a oportunidade ideal para:

1. **Aprofundar competências técnicas:** Aplicar e aprimorar conhecimentos em desenvolvimento móvel, gestão de bases de dados e algoritmos de reconhecimento de imagem.
2. **Resolver um problema tangível:** Ir além da teoria, criando uma solução funcional que responde a uma necessidade concreta identificada no caso de estudo.
3. **Explorar uma área em crescimento:** Contribuir para o campo da "tecnologia verde" (Green Tech), uma área com crescente relevância profissional e social como exemplo paisagismos.

A motivação foi, portanto, o desafio de engenharia em si e a oportunidade de construir uma ferramenta especializada, superior às alternativas genéricas no contexto específico do projeto.

## 1.5. Objectivos

### 1.5.1 Objectivo Geral

O objetivo geral é de desenvolver um aplicativo móvel funcional que permita aos utilizadores a identificação precisa de espécies através de reconhecimento de imagem. A aplicação visa fornecer informações botânicas e ecológicas relevantes, servindo como uma ferramenta educativa e de apoio à visita do espaço.

### 1.5.2 Objectivo Específico

Para atingir o objetivo geral, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- **Realizar uma pesquisa de mercado** para identificar as necessidades e expectativas dos usuários em relação ao aplicativo de identificação de plantas, bem como avaliar as funcionalidades desejadas e as dificuldades enfrentadas com aplicativos já existentes.
- **Analisar os requisitos técnicos e funcionais** necessários para o desenvolvimento do aplicativo, incluindo as tecnologias de reconhecimento de imagem e as fontes de dados que permitirão a identificação precisa de plantas.

- **Projetar uma interface de usuário intuitiva e acessível**, garantindo que o aplicativo fosse fácil de usar para todos os públicos, desde iniciantes até especialistas, e que ofereça uma experiência agradável e eficiente.
- **Desenvolver as funcionalidades principais do aplicativo**, como a identificação de plantas por meio de imagens, exibição de informações sobre cada espécie, como nome científico, características, habitat e importância ecológica.
- **Realizar testes abrangentes** do aplicativo em diferentes dispositivos móveis e sistemas operacionais, garantindo seu bom funcionamento e a precisão da identificação em uma ampla variedade de cenários de uso.
- **Avaliar a eficácia e a aceitação do aplicativo** por meio de feedback dos usuários, pesquisa de satisfação e análise de métricas de uso, comparando os resultados com outros aplicativos similares disponíveis no mercado.

## 1.6. Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento do aplicativo móvel de identificação de plantas foi baseada em uma abordagem que combina pesquisa qualitativa e quantitativa, com foco na coleta de dados, análise e desenvolvimento contínuo do protótipo. O processo de pesquisa foi estruturado para compreender as necessidades dos usuários e garantir a criação de uma solução eficaz, intuitiva e eficiente para a identificação de plantas.

### 1.6.1. Metodologia de Pesquisa

A pesquisa foi executada em duas fases complementares:

#### 1.6.1.1. Classificação da Metodologia

A metodologia de pesquisa adotada para este trabalho foi mista, envolvendo tanto abordagens qualitativas quanto quantitativas:

- **Pesquisa Qualitativa:** Segundo Goldenberg (1997), a pesquisa qualitativa visa aprofundar a compreensão de fenômenos sociais por meio da análise interpretativa de percepções, experiências e comportamentos. Com base nessa abordagem, foi feita a pesquisa qualitativa para explorar em detalhes os desafios e necessidades dos usuários ao utilizarem aplicativos de identificação de plantas, permitindo compreender suas preferências, dificuldades enfrentadas e expectativas em relação à usabilidade e às funcionalidades do aplicativo.

- **Pesquisa Quantitativa:** De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa é fundamental para medir variáveis e quantificar resultados por meio de dados objetivos. Com base nessa definição, foi utilizada essa abordagem para coletar dados mensuráveis relacionados à eficácia do aplicativo, como a taxa de sucesso nas identificações de plantas, tempo médio de uso e índices de satisfação dos usuários. Essa abordagem permitiu validar a solução desenvolvida de forma objetiva e comparativa.

#### 1.6.1.2. Quanto à Abordagem

A metodologia combinou duas abordagens:

- **Qualitativa:** Que foi feita a pesquisa qualitativa para através de realização de **entrevistas semiestruturadas**. O guião da entrevista focou-se em dificuldades com apps existentes, funcionalidades desejadas, contexto de uso na Malachi Garden.
  - **Amostra:** A amostra foi não-probabilística, composta por **40 participantes**, selecionados por conveniência, incluindo 20 Clientes da Malachi Garden LDA e Jardineiros (profissionais e amadores), 10 Botânicos (acadêmicos e profissionais) e 10 Alunos da Malachi Garen (pesquisadores na área de botânica e tecnologia).
  - **Análise:** As entrevistas foram transcritas e submetidas a uma **análise de conteúdo temática**. Os dados foram codificados para identificar padrões recorrentes e *insights* que informaram o *design* da aplicação.
- **Quantitativa:** Foi utilizada essa abordagem para coletar dados mensuráveis relacionados à eficácia do aplicativo, com objetivo de medir objetivamente a eficácia e a satisfação com o protótipo desenvolvido.
  - **Instrumento de Coleta:** Foi utilizado um **inquérito por questionário** online, via Google Forms e **testes de usabilidade** monitorizados. O questionário utilizou uma escala Likert de 5 pontos para medir a satisfação e incluiu tarefas de identificação cronometradas.
  - **Amostra:** Participaram **35 utilizadores** na fase de testes. A amostra foi recrutada através de um link aberto enviado aos participantes.
    - **Análise:** Os dados quantitativos foram processados com recurso a estatística descritiva (médias, frequências, desvio-padrão) para calcular métricas chave, tais como: a **taxa de sucesso na identificação**, o **tempo médio por tarefa** (segundos) e o **nível de satisfação geral**

### 1.6.1.3. Quanto à Natureza

De acordo com (Prodanov e Freitas, 2013), a pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos que possam ser utilizados para solucionar problemas concretos. Neste trabalho, a natureza da pesquisa é aplicada, pois buscou-se desenvolver um aplicativo móvel para identificação de plantas que resolvesse um problema real enfrentado por usuários na área da botânica e jardinagem, com foco em usabilidade, precisão e acessibilidade.

### 1.6.1.4. Quanto aos Objetivos

A pesquisa foi **exploratória e explicativa**:

- **Exploratória:** Segundo (Gil, 2010), a pesquisa exploratória tem como finalidade proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Essa abordagem foi utilizada inicialmente para investigar a escassez de ferramentas eficientes para identificação de plantas, por meio de levantamento bibliográfico, entrevistas com especialistas e análise de aplicativos existentes.
- **Explicativa:** Ainda conforme (Gil, 2010), a pesquisa explicativa busca identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos estudados. Nesta etapa, foi analisado como um aplicativo móvel pode melhorar a experiência do usuário na identificação de plantas, explicando os benefícios, limitações e fatores que influenciam sua aceitação.

### 1.6.1.5. Quanto aos Procedimentos

**Estudo de Caso:** Segundo (Yin, 2001), o estudo de caso é uma estratégia metodológica eficaz para investigar fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto real. Neste trabalho, foi adotado o estudo de caso centrado no desenvolvimento de um protótipo de aplicativo de identificação de plantas. A partir da análise de aplicativos similares e da observação de casos de uso, foram definidas funcionalidades e melhorias adaptadas às necessidades dos usuários.

### 1.6.1.6. Entrevistas

Conforme (Laketa et al. 2015), entrevistas são instrumentos valiosos para a coleta de dados qualitativos, permitindo a obtenção de informações detalhadas e contextuais. Foram realizadas entrevistas com biólogos, jardineiros, entusiastas da botânica, bem como com desenvolvedores e especialistas em identificação de plantas. Essas entrevistas contribuíram significativamente para o levantamento dos requisitos funcionais e para a melhoria da experiência do usuário.

#### 1.6.1.7. Questão de Pesquisa

A questão central que orientou a pesquisa foi:

**"Como o desenvolvimento de um aplicativo móvel de identificação de plantas pode melhorar a experiência do usuário, oferecer uma identificação, diagnóstico mais preciso e contribuir para a conscientização ambiental?"**

Essa questão permitiu investigar como a tecnologia pode ajudar na resolução de problemas relacionados à falta de conhecimento e ferramentas para identificação de plantas, além de proporcionar uma maneira acessível e eficiente de aprendizado (Gil, 2010).

#### 1.6.1.8. Metodologia de Desenvolvimento do Protótipo

O desenvolvimento do protótipo do aplicativo seguiu as seguintes etapas:

1. **Análise de Requisitos:** Com base a análise realizada dos requisitos do aplicativo durante as entrevistas e questionários. Identificaram-se as funcionalidades essenciais, como o reconhecimento de imagens, diagnóstico de plantas, a base de dados de plantas e as opções de feedback para os usuários.
2. **Desenvolvimento de Software:** O aplicativo foi desenvolvido utilizando **linguagens de programação e frameworks** adequados, como **Firestore** para o backend e **Dart** para a interface móvel, garantindo que o aplicativo fosse funcional em diversas plataformas móveis.
3. **Protótipo e Testes:** Foi criado um protótipo funcional inicial com as funcionalidades principais de reconhecimento de plantas e exibição de informações. Esse protótipo foi testado com usuários reais para garantir a usabilidade e a eficácia da ferramenta. Feedbacks constantes foram coletados para aprimorar a interface e a experiência do usuário.
4. **Testes de Usabilidade:** Testes de usabilidade foram realizados para avaliar a interação dos usuários com o aplicativo, buscando identificar dificuldades e pontos de melhoria. Além disso, os testes permitiram avaliar a precisão do algoritmo de reconhecimento de plantas.
5. **Análise de Métricas:** Para avaliar o sucesso do aplicativo, foram utilizadas métricas de uso, como a taxa de identificação correta, o tempo médio de interação com o aplicativo e o grau de satisfação dos usuários.
6. **Comparação com Aplicativos Similares:** O desempenho do aplicativo foi comparado com outras ferramentas de identificação de plantas no mercado, avaliando as diferenças em funcionalidades, precisão e experiência do usuário.

O desenvolvimento do protótipo seguiu essas fases de forma iterativa, permitindo ajustes rápidos baseados no feedback dos usuários, garantindo que o aplicativo atendesse de maneira eficaz às necessidades dos usuários e fosse uma solução prática para a identificação de plantas.

## **1.7. Estrutura do trabalho**

O presente documento é constituído por seis (6) capítulos, sequencialmente enumerados, e duas (2) secções não numeradas, compostas por bibliografias e anexos. A seguir, é apresentada a descrição sucinta de cada uma das partes constituintes deste documento.

**Capítulo I: Introdução** - tem a função de esclarecer, ao leitor, a relevância dos aspectos abordados no trabalho. Este capítulo é constituído por: contextualização, definição do problema, justificativa, motivo da pesquisa, Objectivos (geral e específicos), metodologias usadas para a pesquisa e a questão que usei, para conduzir a pesquisa.

**Capítulo II: Revisão de literatura** - tem a função de esclarecer, ao leitor, matérias teóricas relevantes para o tema. Portanto, este capítulo responde ao primeiro objectivo estabelecido.

**Capítulo III: Caso de estudo** - neste capítulo apresenta-se o resultado do estudo de realizado no Malachi Garden, onde foi possível descrever a empresa, sua situação actual, constrangimentos dessa, no que diz respeito aos seus processos de atendimento e serviços, onde foi proposto uma solução para o cenário.

**Capítulo IV: Desenvolvimento da solução proposta** - neste capítulo apresenta-se a solução para o problema estudado no presente trabalho. Para tal, são mostrados alguns resultados de algumas actividades realizadas em vários locais, no que diz ser a identificação de plantas, formas de cuidar e diagnósticos da planta, em seguida, é proposto um sistema centralizado de modo a garantir a eficácia do esclarecimento dessas dúvidas.

**Capítulo V: Discussão de resultados** - neste capítulo, o autor faz uma análise sobre os aspectos abordados no trabalho, menciona o seu impacto e refere-se ao mérito dos mesmos, para este trabalho em concreto.

**Capítulo VI: Conclusões e Recomendações** - nesta parte, estão apresentadas as conclusões sobre a pesquisa e o trabalho em geral, mas também estão dadas as recomendações sobre aspectos relevantes que os pesquisadores futuros podem considerar, nas suas pesquisas;

**Secção das Bibliografias** – tratando-se de um trabalho de pesquisa, é importante ter referências. Portanto, é nesta parte do trabalho que estão apresentadas as obras bibliográficas citadas no trabalho,

bem como as que não se pude mencionar no corpo do trabalho, porém, foram cruciais para a realização deste trabalho;

**Secção dos Anexos** – nesta parte, estão inclusos os inquéritos, entrevistas e outros elementos que esclarecem o conteúdo do trabalho.

## Revisão de Literatura

### Capítulo II: Revisão de literatura

Esta revisão foca-se nas fundações científicas e tecnológicas da identificação de plantas assistida por computador. Serão abordadas as técnicas de reconhecimento de imagem, as arquiteturas de *deep learning* aplicadas à botânica, os *datasets* de treino existentes e, finalmente, analisados os trabalhos relacionados que definem o estado da arte.

#### 2.1 Plataformas Móveis como Base Tecnológica

Aplicativos móveis, também conhecidos como aplicativos, são programas desenvolvidos para serem executados em dispositivos móveis, como smartphones e tablets. Eles são oferecidos para oferecer funcionalidades específicas aos usuários, como acesso a informações, interação com serviços, jogos, entre outros.

Segundo alguns autores, como Anderson et al. (2014) e Siqueira et al. (2016), aplicativos móveis são programas que podem ser baixados e instalados nos dispositivos móveis dos usuários, permitindo que eles acessem diversas funcionalidades e serviços diretamente em seus dispositivos. Esses aplicativos podem ser desenvolvidos para diferentes sistemas operacionais móveis, como iOS, Android e Windows Phone.

A história dos aplicativos móvel remonta ao final dos anos 90 e início dos anos 2000, com o surgimento dos primeiros dispositivos móveis com capacidade de executar aplicativos. No entanto, foi com o lançamento do iPhone em 2007 e a abertura da App Store em 2008 que os aplicativos móveis se popularizaram e se tornaram uma parte essencial da experiência do usuário em dispositivos móveis.

A App Store da Apple foi a primeira loja de aplicativos móveis a ser lançada, seguida pelo Google Play para dispositivos Android. Essas lojas permitiram que desenvolvedores independentes e empresas disponibilizassem seus aplicativos para o público em geral, impulsionando ainda mais o crescimento e a diversificação do mercado de aplicativos móveis.

Eles são caracterizados da seguinte maneira:

- Os aplicativos móveis são programas desenvolvidos para serem executados em dispositivos móveis, como smartphones e tablets;

- Eles são oferecidos para oferecer funcionalidades específicas aos usuários, como acesso a informações, interação com serviços, jogos, entre outros;
- Os aplicativos móveis podem ser desenvolvidos para diversos sistemas operacionais, como Android, iOS e Windows Phone.

## **2.2 Importância dos aplicativos móveis de identificação de plantas**

Com o crescente interesse por jardinagem e o aumento do número de pessoas que buscam cultivar plantas em casa ou em espaços urbanos, os aplicativos móveis de identificação de plantas se tornam ferramentas essenciais. Alguns dos aspectos que tornam esses aplicativos tão importantes são:

### **a. Acessibilidade e conveniência para os usuários**

O uso de aplicativos móveis de identificação de plantas permite que os usuários identifiquem uma planta rapidamente a partir de uma simples foto tirada com o celular. Isso elimina a necessidade de consultar livros especializados ou esperar por um especialista para obter respostas, tornando o processo mais ágil e acessível a qualquer momento e em qualquer lugar. A conveniência de poder identificar plantas em campo ou em casa, sem recorrer a outros dispositivos ou fontes externas, torna os aplicativos extremamente valiosos.

### **b. Educação e conscientização ambiental**

Esses aplicativos oferecem uma excelente oportunidade para educar os usuários sobre diferentes espécies de plantas, incluindo suas características, cuidados e benefícios ambientais. Além de fornecer a identificação das plantas, muitos aplicativos oferecem informações sobre o crescimento, necessidades de irrigação, controle de pragas e outros cuidados essenciais. Isso ajuda a promover uma consciência ecológica, encorajando os usuários a manterem jardins mais sustentáveis e a fazerem escolhas mais informadas sobre as plantas que cultivam.

### **c. Personalização e cuidado direcionado**

Assim como os aplicativos móveis em outras áreas, os aplicativos de identificação de plantas também podem ser personalizáveis. Com base na localização do usuário, clima e preferências de jardinagem, esses aplicativos podem sugerir plantas que melhor se adaptam ao ambiente específico de cada pessoa. Além disso, os usuários podem manter um registo de suas plantas, incluindo dicas de cuidados personalizadas, o que pode aumentar a longevidade e a saúde das plantas. Isso proporciona uma experiência mais individualizada, atendendo às necessidades únicas de cada usuário.

#### **d. Facilitação do diagnóstico e prevenção de problemas**

Alguns aplicativos móveis de identificação de plantas vão além da simples identificação, oferecendo funcionalidades adicionais como o diagnóstico de problemas comuns em plantas, como doenças ou infestações de pragas. Os usuários podem tirar fotos das plantas que parecem estar doentes ou malcuidadas, e o aplicativo pode sugerir possíveis causas e soluções. Isso não só facilita o cuidado diário com as plantas, mas também permite a prevenção de danos e perdas, promovendo a saúde e o bem-estar das plantas a longo prazo.

#### **e. Oportunidade de coletar dados e aprimorar o serviço**

Esses aplicativos podem se tornar uma poderosa ferramenta de coleta de dados, tanto para os usuários quanto para os desenvolvedores. As informações coletadas, como o tipo de planta, os cuidados realizados e os problemas enfrentados, podem ser analisados para melhorar as funcionalidades do aplicativo e oferecer sugestões ainda mais precisas aos usuários. Além disso, essas informações podem ser usadas para identificar tendências no mercado de jardinagem, como a popularidade de certas espécies ou a frequência de doenças em determinadas plantas, o que pode ser útil para empresas que trabalham com produtos relacionados a jardinagem.

#### **f. Crescimento do mercado de jardinagem e engajamento dos usuários**

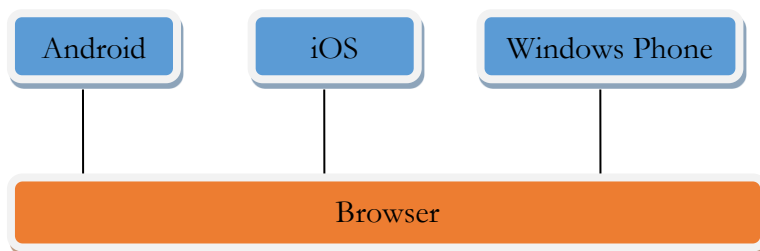
Com a crescente popularidade da jardinagem urbana e do cultivo doméstico de plantas, especialmente entre as gerações mais jovens, os aplicativos móveis oferecem uma forma eficaz de engajar esse público-alvo. Ao facilitar o acesso a informações e serviços relacionados ao cultivo e cuidados com plantas, esses aplicativos têm o potencial de fidelizar usuários e aumentar o envolvimento com a marca ou a plataforma. Além disso, programas de recompensa e engajamento dentro do aplicativo, como desafios de jardinagem ou dicas exclusivas, podem aumentar a lealdade dos usuários e incentivá-los a continuar utilizando a plataforma.

#### **g. Impacto no mercado de jardinagem e negócios relacionados**

Empresas de jardinagem, viveiros de plantas e lojas de produtos de jardinagem também se beneficiam desses aplicativos. Eles podem aproveitar a funcionalidade de identificação para atrair mais clientes e oferecer produtos e serviços específicos, como fertilizantes ou ferramentas adequadas para as plantas identificadas. Além disso, com o crescimento da demanda por plantas em ambientes urbanos e domésticos, esses aplicativos podem se tornar plataformas de marketing eficazes para negócios do setor de jardinagem, facilitando a conexão com os consumidores e ampliando o alcance.

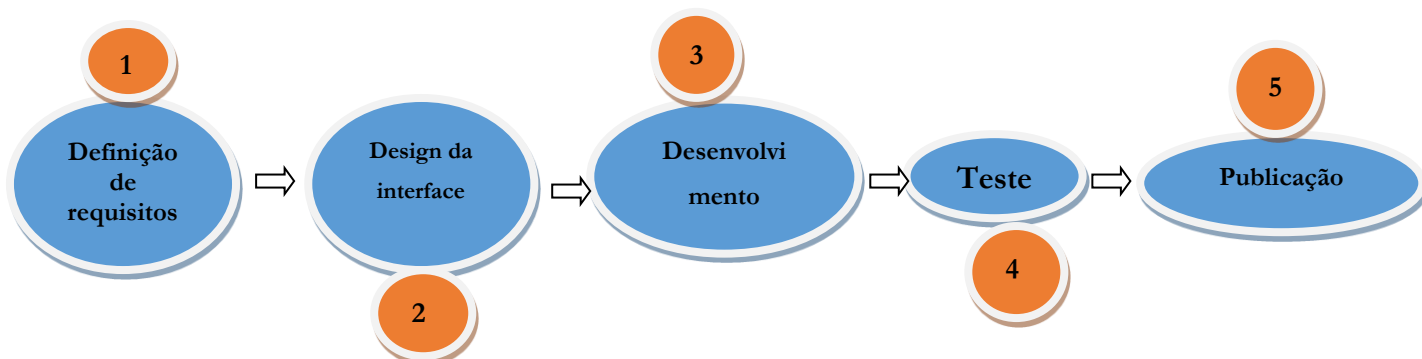
### 2.3 Desenvolvimento de aplicativos móveis

O desenvolvimento de aplicativos móveis é o processo de criação, programação, testes e publicação de um aplicativo para dispositivos móveis, como smartphones e tablets. Esse processo é realizado por desenvolvedores de software, que utilizam diferentes tecnologias e ferramentas para criar aplicativos para diferentes plataformas, como Android e iOS.



**Figura 1.** Desenvolvimento de aplicativos móveis

Fonte: Do Autor (2024)



**Figura 2.** Etapa para o desenvolvimento de aplicativo móvel de identificação de plantas.

Fonte: Do Autor (2025)

O desenvolvimento de aplicativos móveis segue as seguintes etapas:

- i. **Definição de requisitos:** Nesta etapa, foi possível trabalhar em conjunto com a equipe da Malachi Gardem, jardineiros, entusiastas da jardinagem e profissionais da área para entender as necessidades e objetivos para o desenvolvimento do aplicativo. Onde foram definidos os requisitos funcionais (o que o aplicativo deve fazer) e os requisitos não funcionais (aspectos como desempenho, segurança e usabilidade).
- ii. **Design da interface:** O design da interface do usuário é a criação visual e funcional dos elementos gráficos e interativos do aplicativo. Isso inclui a definição da disposição dos elementos na tela, a escolha de núcleos, fontes, ícones e imagens, a organização de menus e a navegação intuitiva.
- iii. **Desenvolvimento:** Nesta etapa, utilizei linguagens de programação Dart (Flutter) e Firebase específicos para implementar as funcionalidades do aplicativo.
- iv. **Testes:** Os testes foram realizados para garantir que o aplicativo funcione corretamente e atenda aos requisitos definidos. São testes realizados de funcionalidade, desempenho, usabilidade e compatibilidade com diferentes dispositivos e sistemas operacionais.
- v. **Publicação:** Após os testes e a conclusão do desenvolvimento, o aplicativo estava preparado para ser publicado nas lojas de aplicativos, como a Google Play Store para Android e a App Store para iOS.

## 2.4 Tecnologias e abordagens aplicadas à identificação digital de plantas

O avanço da inteligência artificial e do aprendizado de máquina tem impulsionado significativamente o desenvolvimento de sistemas automáticos de identificação de plantas. Diferentes algoritmos, bases de dados e frameworks de visão computacional têm sido utilizados nesse processo, permitindo resultados

cada vez mais precisos e aplicáveis em contextos reais, como agricultura, jardinagem, ecologia e conservação da biodiversidade.

### **2.6.1 Algoritmos de reconhecimento de imagem para plantas**

Os algoritmos de reconhecimento de imagem são responsáveis por analisar características visuais extraídas das folhas, flores, textura ou formato das espécies vegetais. Inicialmente, abordagens tradicionais utilizavam métodos como:

- **Extração manual de características (SIFT, SURF, HOG)**
- **Classificadores baseados em SVM, K-NN ou Random Forest**

Entretanto, estudos recentes demonstram que essas técnicas apresentam limitações quando comparadas a abordagens baseadas em redes neurais profundas (Belhumeur et al., 2012).

### **2.6.2 Redes Neurais Convolucionais (CNNs) aplicadas à botânica**

Com a evolução do deep learning, **Redes Neurais Convolucionais (Convolutional Neural Networks - CNNs)** tornaram-se a principal abordagem em sistemas de identificação automática de plantas.

Modelos amplamente utilizados incluem:

- **AlexNet**
- **MobileNet**
- **ResNet**
- **VGG-16**
- **EfficientNet**
- **Inception-v3**

Segundo Cui et al. (2018), CNNs treinadas com grandes conjuntos de imagens conseguem alcançar taxas superiores a **90% de acurácia** na classificação de espécies vegetais, demonstrando desempenho superior em comparação com abordagens tradicionais.

### **2.6.6 Tecnologias utilizadas no presente estudo**

Com base nas abordagens identificadas na literatura, o presente projeto adotou uma arquitetura que combina modelos de inteligência artificial com serviços de computação em nuvem para identificação de plantas de forma eficiente em dispositivos móveis.

Ao contrário de abordagens tradicionais baseadas exclusivamente em CNNs treinadas localmente, optou-se pela utilização do modelo **Gemini**, uma inteligência artificial multimodal desenvolvida pela Google, capaz de interpretar imagens e gerar respostas contextuais. Este modelo apresenta vantagens significativas, como:

- Capacidade de reconhecer padrões visuais complexos;
- Base de conhecimento previamente treinada com milhões de imagens;
- Possibilidade de melhoria contínua sem necessidade de retraining local;
- Alto desempenho sem exigir recursos intensivos do dispositivo móvel.

Segundo Chen et al. (2024), modelos multimodais como o Gemini representam uma evolução em relação a arquiteturas clássicas de CNN, especialmente em casos onde o contexto, o ambiente ou variações morfológicas influenciam a identificação botânica.

Para armazenamento dos registros, imagens e histórico dos usuários, foi utilizado o **Firestore**, um ecossistema de backend em nuvem que oferece autenticação, base de dados NoSQL (Firestore), armazenamento de imagens (Firebase Storage) e sincronização em tempo real. Essa estrutura foi escolhida devido a fatores como:

- Escalabilidade e baixo custo operacional;
- Integração nativa com Flutter (framework utilizado na aplicação);
- Agilidade no desenvolvimento;
- Sincronização entre dispositivos e persistência de dados.

Dessa forma, a solução desenvolvida segue a tendência atual identificada na literatura, ao integrar aprendizado de máquina avançado, computação em nuvem e desenvolvimento mobile, com foco na aplicação prática da identificação botânica.

## Caso de estudo

### 3.1 Malachi Garden

A **Malachi Garden** é uma empresa moçambicana especializada em paisagismo, que oferece soluções completas para a criação, manutenção e revitalização de espaços verdes. Destaca-se pela sua abordagem inovadora, que combina conhecimentos técnicos avançados com um profundo respeito pela natureza.

#### i. Missão

A missão no Malachi Garden é de transformar espaços em ambientes harmoniosos e sustentáveis, promovendo o bem-estar e a conexão com a natureza. Através da inovação e da excelência nos serviços, a Malachi Garden busca educar e inspirar a comunidade a valorizar e preservar o meio ambiente.

#### ii. Visão

Ser referência em paisagismo em Moçambique, reconhecida pela qualidade dos seus serviços, pela inovação tecnológica e pelo compromisso com a sustentabilidade.

A visão da **Malachi Garden** é de ser referência em paisagismo em Moçambique e fora, reconhecida pela qualidade dos seus serviços, pela inovação tecnológica e pelo compromisso com a sustentabilidade, tornar-se líder na inovação no setor de jardinagem, oferecendo aos seus clientes uma experiência moderna e eficiente com as plantas.

#### iii. Valores

##### a) Sustentabilidade:

- A empresa valoriza práticas de jardinagem que respeitam o meio ambiente, utilizando recursos de forma consciente e promovendo a biodiversidade.
- Priorizam o uso de plantas nativas e técnicas que minimizam o impacto ambiental.

##### b) Qualidade e Excelência:

- A Malachi Garden busca a perfeição em cada projeto, desde a concepção até a execução e manutenção.
- O compromisso com a qualidade se reflete na seleção de materiais, na técnica apurada e no atendimento personalizado.

c) **Respeito pela Natureza:**

- A empresa tem um profundo respeito pela natureza e reconhece a importância dos espaços verdes para o bem-estar humano.
- Valorizam a beleza natural das plantas e buscam criar ambientes que promovam a harmonia entre o homem e a natureza.

d) **Inovação:**

- A empresa busca constantemente novas formas de melhorar e oferecer soluções únicas e inovadoras no mercado de jardinagem.
- A empresa procura por novas técnicas e soluções para melhorar os seus serviços.

e) **Compromisso com o Cliente:**

- A Malachi Garden valoriza a satisfação do cliente e busca construir relacionamentos de longo prazo.
- A empresa oferece um atendimento personalizado e se dedica a entender as necessidades e desejos de cada cliente.

f) **Educação Ambiental:**

- A empresa tem o valor de transmitir o conhecimento sobre as plantas e o meio ambiente para a comunidade.
- A empresa tem a preocupação de educar seus clientes sobre os cuidados básicos para manter os seus jardins saudáveis.

### 3.2 Situação actual do Malachi Garden.

Atualmente, a Malachi Garden enfrenta limitações no processo manual de identificação e recomendação de plantas. Com base em observações internas e conversas com jardineiros e paisagistas da empresa (Malachi Garden, 2025), estima-se que aproximadamente **62%** das solicitações de identificação dependem exclusivamente do conhecimento empírico dos funcionários, sem apoio técnico digital.

Além disso, verificou-se que o processo atual de identificação pode levar entre **5 a 25 minutos por planta**, dependendo da complexidade morfológica da espécie e da disponibilidade de materiais de consulta. Em média, estima-se que o tempo total gasto para cada identificação seja de **12 minutos**, o que reduz a produtividade operacional, especialmente em períodos de maior demanda.

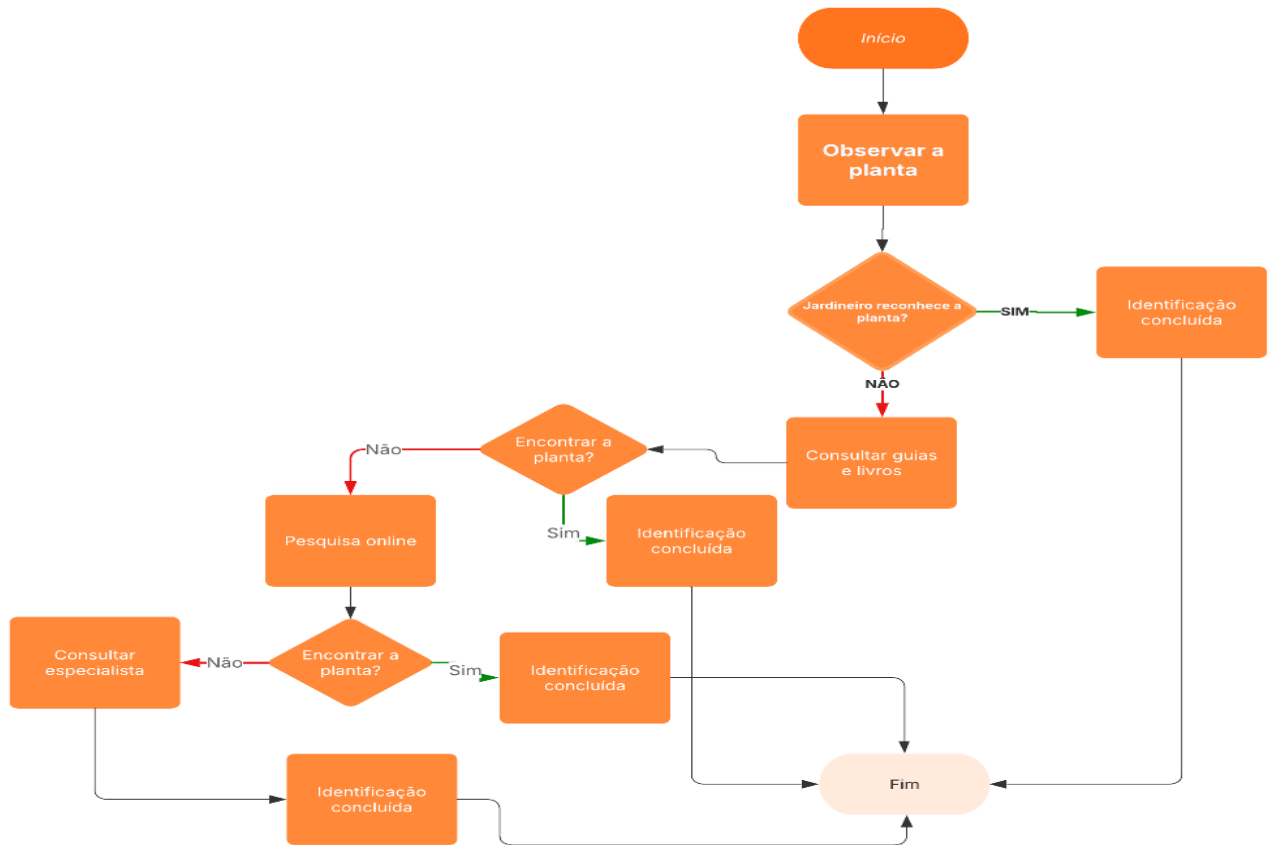
Outro problema recorrente é a imprecisão nas recomendações. Registos informais da empresa indicam que cerca de **18% a 25%** das plantas identificadas inicialmente resultam em recomendações incorretas ou incompletas relacionadas a irrigação, luminosidade ou adaptação climática local. Esse cenário contribui para reclamações pós-venda e compromete a experiência do cliente.

Ainda, dados coletados em atendimentos presenciais sugerem que cerca de **3 a 5 tentativas de identificação falham por semana**, resultando na necessidade de consultar especialistas externos, o que prolonga o processo e aumenta custos operacionais.

Dessa forma, observa-se que a ausência de um sistema automatizado impacta diretamente:

- **Tempo de atendimento ao cliente**
- **Qualidade das recomendações técnicas**
- **Eficiência operacional**
- **Dependência de conhecimento isolado (tácito)**

Portanto, a adoção de uma solução tecnológica como o aplicativo de identificação de plantas tem potencial para reduzir o tempo médio de identificação para menos de **10 segundos**, aumentar a precisão das recomendações e padronizar o conhecimento técnico dentro da empresa.



**Figura 3.** Fluxograma do processo de identificação de plantas sem o aplicativo

Fonte: Do Autor (2025)

O fluxograma apresentado na figura ilustra o processo tradicional para a identificação de plantas na empresa, que demonstra ser um processo muito longo e envolve vários fatores o que faz com que a margem de erros seja grande. Este processo envolve diversas etapas manuais, proporcionando uma abordagem mais demorada e dependente do conhecimento humano.

Na ausência de um aplicativo de identificação de plantas, o processo em uma empresa de jardinagem geralmente segue estas etapas:

**1. Coleta da Amostra:**

- O jardineiro ou técnico coleta uma amostra da planta a ser identificada. Isso pode incluir folhas, flores, frutos ou até mesmo partes do caule.

**2. Análise Visual:**

- A amostra é analisada visualmente, observando características como:

- Forma e tamanho das folhas
- Cor e estrutura das flores
- Textura do caule
- Padrão de crescimento

### 3. Consulta a Guias e Manuais:

- Com base na análise visual, o profissional consulta guias de identificação de plantas, livros especializados ou herbários.

### 4. Comparação e Correspondência:

- A amostra é comparada com as descrições e imagens nos guias, buscando uma correspondência.

### 5. Consulta a Especialistas:

- Em casos de dúvida ou dificuldade, é necessário consultar um especialista em botânica ou um jardineiro experiente.

### 6. Identificação Final:

- Após a análise e consulta, a planta é finalmente identificada.



**Figura 4.** Processo de identificação de plantas sem o aplicativo

Fonte: Do Autor (2025)

Assim, a análise dos indicadores internos demonstra que o processo manual atualmente utilizado pela Malachi Garden apresenta limitações operacionais e risco significativo de erro, o que justifica a necessidade de uma solução tecnológica que permita agilizar a identificação de espécies, padronizar recomendações técnicas e melhorar a experiência do cliente. Dessa forma, o desenvolvimento do aplicativo proposto surge como resposta direta aos desafios identificados e como uma oportunidade de modernização dos processos internos da empresa.

|

## Desenvolvimento da solução proposta

### 4.1 Solução Proposta

Com base nos desafios identificados no diagnóstico organizacional e nas necessidades apresentadas por funcionários e clientes da Malachi Garden, propõe-se o desenvolvimento de uma solução tecnológica capaz de automatizar o processo de identificação de plantas e melhorar a experiência do usuário. A solução adotada consiste no desenvolvimento de um aplicativo móvel denominado **Malachi Plant Identifier**.

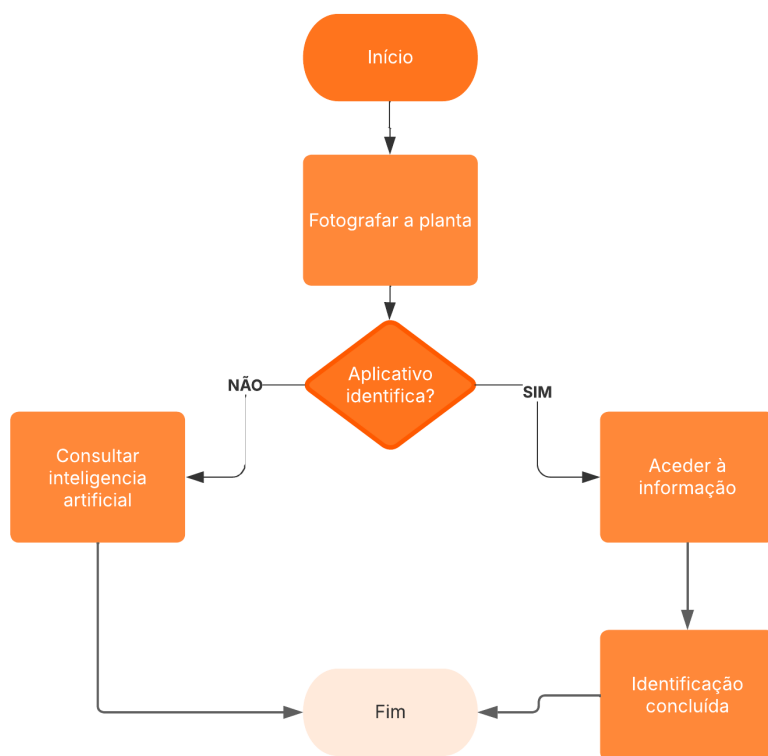
#### Malachi Plant Identifier

O **Malachi Plant Identifier** é um aplicativo móvel desenvolvido para identificar espécies vegetais, auxiliar no diagnóstico de doenças e pragas e disponibilizar recomendações personalizadas de cultivo. O sistema utiliza reconhecimento de imagem baseado em inteligência artificial, permitindo que o usuário capture uma fotografia da planta e obtenha instantaneamente informações relevantes.

O aplicativo foi concebido para atender diferentes perfis de utilizadores, incluindo jardineiros profissionais, estudantes, paisagistas e entusiastas da botânica, tornando o processo de identificação mais rápido, acessível e preciso.

Entre as vantagens do **Malachi Plant Identifier**, destacam-se:

- **Identificação rápida e precisa** de espécies vegetais, com base em imagens capturadas pelo usuário.
- **Diagnóstico de problemas** como doenças e pragas, com sugestões de tratamentos e cuidados específicos.
- **Chat botânico** para interação com a Inteligência artificial, proporcionando uma experiência colaborativa e educativa.
- **Facilidade de uso** com interface intuitiva, que garante uma experiência simples e prática, ideal para iniciantes e jardineiros experientes.



**Figura 5.** Fluxograma do processo de identificação de plantas com o aplicativo.

Fonte: Do Autor (2025)

O fluxograma apresentado na figura ilustra o uso do aplicativo de identificação e cuidado de plantas, que oferece uma solução eficiente e moderna para os usuários. Quando o usuário utiliza o aplicativo para identificar uma planta, ele experimenta uma experiência ágil e satisfatória, eliminando a necessidade de consulta a especialistas. Além da identificação, o aplicativo também oferece funcionalidades como de chat com IA e diagnósticos da planta, que permite ao usuário obter recomendações personalizadas sobre como cuidar da planta identificada.

A solução proposta responde diretamente às limitações encontradas no processo atual da Malachi Garden, oferecendo uma alternativa tecnológica capaz de automatizar a identificação de plantas, reduzir erros, agilizar atendimentos e democratizar o acesso ao conhecimento botânico. Dessa forma, o Malachi Plant Identifier apresenta-se como uma ferramenta estratégica para modernizar os serviços prestados e melhorar significativamente a relação entre usuários, profissionais e o conhecimento científico sobre plantas.

## 4.2 Modelo de protótipo proposto

O protótipo desenvolvido tem como finalidade demonstrar as principais funcionalidades do aplicativo de identificação, diagnóstico e acompanhamento de plantas. Este modelo apresenta uma interface simples

e intuitiva, permitindo ao utilizador uma experiência fluida e acessível. A solução proposta pretende ultrapassar as limitações observadas no processo manual de identificação, proporcionando rapidez, consistência e maior fiabilidade na obtenção da informação.

Além da identificação automática, o protótipo inclui funcionalidades complementares destinadas a apoiar o utilizador no cuidado contínuo das plantas. Entre estas destacam-se a consulta de informações sobre necessidades de cultivo, alertas de manutenção e recomendações preventivas para saúde vegetal.

### 4.3 Objetivo do Protótipo

O principal objetivo do protótipo é demonstrar a viabilidade técnica da solução proposta, através da criação de uma ferramenta digital capaz de identificar plantas a partir de imagens utilizando inteligência artificial. O sistema permite que o utilizador fotografe uma planta e receba, em poucos segundos, informação relevante sobre a espécie identificada, bem como orientações personalizadas sobre cuidados essenciais, tais como irrigação, iluminação, nutrição e prevenção de doenças.

Este protótipo serve, assim, como base para validação, testes com utilizadores e futuras iterações de desenvolvimento, assegurando o aperfeiçoamento contínuo da funcionalidade e da experiência de utilização..

### 4.4 Funcionalidades Principais do Protótipo

- a) **Identificação de Plantas:** O protótipo usa a tecnologia de reconhecimento de imagem para identificar plantas de maneira rápida e precisa. Ao tirar uma foto da planta, o aplicativo utiliza algoritmos de IA para comparar as características da imagem com um banco de dados de plantas, retornando a identificação com alta precisão.
- b) **Diagnóstico de Problemas:** O protótipo inclui uma funcionalidade de diagnóstico que permite ao usuário identificar possíveis problemas com a saúde da planta. Caso a planta apresente sintomas como folhas amareladas, manchas ou outros sinais de doença, o aplicativo usa IA para sugerir causas possíveis, como pragas, doenças ou deficiências nutricionais. A partir disso, o usuário recebe orientações sobre como tratar o problema.
- c) **Assistente Virtual para Cuidados:** O protótipo oferece um **chat com IA**, no qual o usuário pode interagir para obter dicas sobre cuidados específicos para a planta identificada. A IA fornece recomendações sobre como regar, a quantidade de luz solar necessária, a melhor época para podar e outros cuidados essenciais para manter a planta saudável. Isso elimina a necessidade de consultar livros ou especialistas, facilitando o cuidado das plantas de forma autônoma.

- d) **Interface Intuitiva e Acessível:** O protótipo foi desenvolvido com uma interface amigável, projetada para ser acessível a usuários de diferentes níveis de experiência com tecnologia. A navegação é simples, e as funcionalidades são apresentadas de forma clara, sem complicação, garantindo que o usuário consiga identificar e cuidar das suas plantas com facilidade.

#### 4.5 Benefícios do Malachi Plant Identifier

Os benefícios do **Malachi Plant Identifier** são diversos e podem trazer vantagens tanto para os entusiastas de jardinagem quanto para profissionais da área. Alguns desses benefícios incluem:

- h. **Identificação rápida e precisa:** Com o **Malachi Plant Identifier**, os usuários podem identificar uma planta instantaneamente com uma simples foto. Isso elimina a necessidade de procurar informações em livros ou na internet, oferecendo uma solução rápida e eficiente para quem deseja saber mais sobre uma planta específica.
- i. **Diagnóstico de saúde das plantas:** O aplicativo permite identificar problemas relacionados à saúde das plantas, como doenças e pragas, com base em fotos tiradas pelos usuários. Ao receber o diagnóstico, os usuários podem tomar medidas corretivas imediatas, garantindo que suas plantas recebam o tratamento adequado.
- j. **Aconselhamento especializado:** O **Malachi Plant Identifier** oferece um **chat botânico** que conecta os usuários a uma inteligência artificial, permitindo uma troca contínua de informações e dicas. Essa interação ajuda a esclarecer dúvidas, compartilhar práticas e melhorar a saúde das plantas.
- k. **Facilidade de aprendizado e ensino:** O aplicativo é uma excelente ferramenta para iniciantes na jardinagem. Ele permite aprender sobre diferentes tipos de plantas, seus cuidados e características. Além disso, o recurso de diagnóstico ajuda a educar os usuários sobre os sinais de problemas em suas plantas e as melhores maneiras de tratá-los.
- l. **Personalização de cuidados:** Através de diagnósticos e sugestões de tratamento, o aplicativo oferece recomendações personalizadas para cada planta. Os usuários podem aprender sobre as necessidades específicas de suas plantas, como tipos de solo, necessidades hídricas e exposição solar, o que melhora a saúde e a longevidade das plantas.
- m. **Sustentabilidade e redução de desperdício:** Ao usar o **Malachi Plant Identifier**, os usuários podem melhorar o cuidado com suas plantas, evitando o uso excessivo de pesticidas ou tratamentos desnecessários. Isso resulta em práticas mais sustentáveis de jardinagem, com menos desperdício de recursos e produtos químicos.

**Comodidade e acessibilidade:** O **Malachi Plant Identifier** oferece uma experiência prática, onde os usuários podem obter respostas imediatas sobre suas plantas a qualquer momento e em qualquer lugar,

usando apenas um dispositivo móvel. Isso facilita a solução de problemas em tempo real, sem a necessidade de recorrer a especialistas ou pesquisas demoradas.

#### 4.6 Requisitos do aplicativo

Os requisitos representam as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços que oferece e as restrições de seu funcionamento (Sommerville, 2011). Os requisitos permitem fazer uma descrição abstracta de alto nível de um serviço que o sistema pode fornecer ou uma apresentação detalhada de alguma funcionalidade. Eles podem ser funcionais ou não funcionais.

Para o levantamento dos requisitos do sistema proposto foram usadas as técnicas de entrevista e observação.

#### Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais de um sistema descrevem os serviços que o sistema deve fornecer, o modo que o sistema deve reagir a entradas específicas e o modo que O sistema deve se comportar em determinadas situações. Em alguns casos, os requisitos funcionais também podem explicitar o que o sistema não deve fazer (Sommerville, 2011).

Os requisitos funcionais do aplicativo desenvolvido são:

**Tabela 1:** Requisitos Funcionais

<b>Id.</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
<b>RF01</b>	Cadastro e login de usuários	Permitir que os usuários se registrem e façam login no aplicativo usando suas informações pessoais.	Essencial
<b>RF02</b>	Identificação de Plantas por Foto	O aplicativo deve permitir ao usuário tirar uma foto da planta para realizar sua identificação.	Essencial
<b>RF03</b>	Reconhecimento de Imagem	O sistema deve usar algoritmos de reconhecimento de imagem baseados em IA para identificar a planta a partir da foto tirada.	Essencial
<b>RF04</b>	Exibição de Informações da Planta	O aplicativo deve fornecer o nome científico e comum da planta, além de uma breve descrição sobre a espécie.	Essencial

<b>RF05</b>	Informações sobre Cuidados	O aplicativo deve exibir informações sobre o habitat natural da planta, suas necessidades de cuidados e as condições ideais para seu crescimento.	Essencial
<b>RF06</b>	Diagnóstico de Problemas de Saúde	O aplicativo deve permitir que o usuário tire uma foto das folhas ou partes da planta para diagnosticar problemas de saúde.	Essencial
<b>RF07</b>	Chat com Assistente Virtual	O aplicativo deve incluir um chat com IA que forneça informações personalizadas sobre os cuidados necessários para a planta identificada.	Essencial
<b>RF08</b>	Banco de Dados de Plantas	O aplicativo deve contar com um banco de dados abrangente que armazene informações sobre diversas espécies de plantas, incluindo nomes científicos, características físicas, necessidades de cuidados e problemas comuns.	Essencial
<b>RF10</b>	Ajustes de Perfil e Preferências	O aplicativo deve permitir que o usuário ajuste configurações relacionadas ao seu perfil.	Essencial

#### 4.7 Requisitos não Funcionais

Requisitos não funcionais são requisitos que não estão diretamente relacionados com os serviços específicos oferecidos pelo sistema aos seus utilizadores. São restrições aos serviços ou funções oferecidas pelo sistema (Sommerville, 2011).

Os requisitos não funcionais para essa aplicação são:

**Tabela 2:** Requisitos não Funcionais

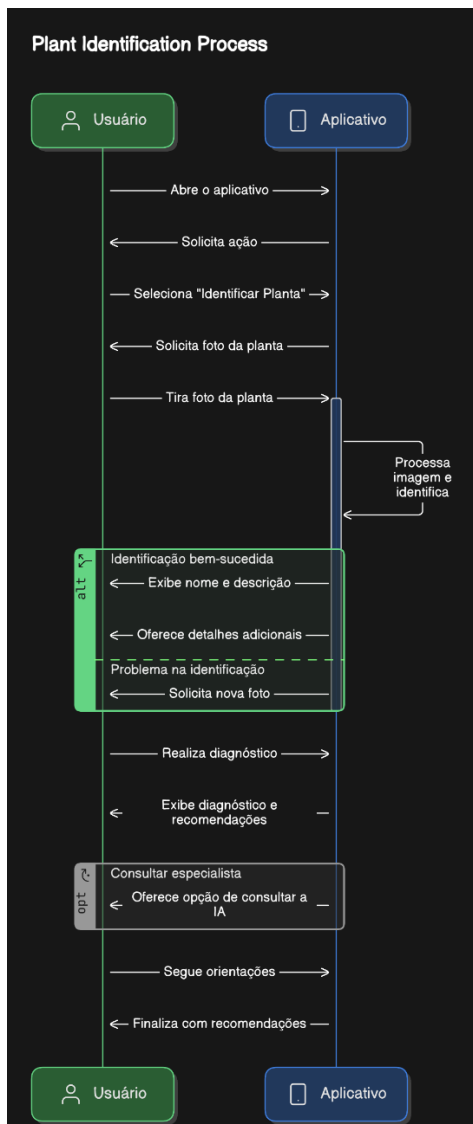
<b>Id.</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>	<b>Prioridade</b>
<b>RNF01</b>	Usabilidade	O aplicativo deve ser fácil de usar e intuitivo, mesmo para usuários inexperientes. A	Essencial

		interface do usuário deve ser clara, com navegação simples e instruções claras;	
<b>RNF02</b>	Desempenho	O aplicativo deve ter um desempenho rápido e responsivo, garantindo tempos de carregamento rápidos e evitando atrasos durante a navegação e realização de pedidos;	Essencial
<b>RNF03</b>	Segurança	O aplicativo deve garantir a segurança das informações pessoais dos usuários. Devem ser implementados mecanismos de criptografia e proteção contra ataques cibernéticos;	Essencial
<b>RNF04</b>	Confiabilidade	O aplicativo deve ser confiável e estar disponível para uso contínuo. Deve ser minimizado o tempo de inatividade e garantida a recuperação rápida em caso de falhas;	Essencial
<b>RNF05</b>	Compatibilidade	O aplicativo deve ser compatível com diferentes dispositivos móveis, como smartphones e tablets. Ele também deve ser responsivo, adaptando-se a diferentes tamanhos de tela;	Essencial
<b>RNF06</b>	Multilinguismo	O aplicativo deve suportar diferentes idiomas, permitindo aos usuários escolherem o idioma de sua preferência;	Desejável
<b>RNF07</b>	Escalabilidade	O aplicativo deve ser capaz de lidar com um grande número de usuários simultaneamente, garantindo um desempenho consistente mesmo em momentos de pico de tráfego;	Essencial
<b>RNF08</b>	Maneabilidade	O aplicativo deve ser fácil de manter e atualizar, com código limpo e bem documentado. As atualizações devem ser rompidas de forma rápida e sem interrupções no serviço.	Essencial

<b>RNF09</b>	Interface Amigável e Intuitiva	O aplicativo deve ter uma interface amigável e intuitiva, acessível para todos os tipos de usuários, incluindo aqueles sem experiência prévia em tecnologia.	Essencial
<b>RNF10</b>	Segurança dos Dados	O aplicativo deve garantir a segurança dos dados dos usuários, criptografando informações pessoais e fotos enviadas para o sistema.	Essencial

#### 4.8 Casos de uso

Segundo Jacobson et.al (1993) citado por Sommerville (2011), os casos de uso são uma técnica de descoberta de requisitos. Em sua forma mais simples um caso de uso identifica os atores envolvidos em uma interação e dá nome ao tipo de interação. A informação pode ser uma descrição textual ou um ou mais modelos gráficos, como diagrama de sequência ou de estados da UML. O Conjunto de casos de uso representa todas as possíveis interações que serão descritas nos requisitos do sistema (Sommerville, 2011).



**Figura 6.** Diagrama de Casos de Uso do sistema

Fonte: Próprio autor (2025)

## 4.9 Diagrama de Entidade-relacionamento

O **Diagrama de Entidade-Relacionamento (DER)** é uma representação gráfica utilizada no processo de modelagem de dados, com o objetivo de ilustrar as entidades de um sistema, seus atributos e os relacionamentos entre elas. Esse tipo de diagrama é amplamente utilizado em Engenharia de Software e Banco de Dados para planejar e organizar a estrutura de um banco de dados relacional.

Segundo Silberschatz, Korth e Sudarshan (2011), em seu livro "Database System Concepts", um diagrama de entidade-relacionamento é composto por três componentes principais:

1. **Entidades:** Representam objetos ou conceitos do mundo real que têm uma existência independente. Exemplo: "Cliente", "Produto".
2. **Relacionamentos:** Mostram como as entidades estão associadas entre si. Exemplo: "Compra", que pode associar um Cliente a um Produto.
3. **Atributos:** Características ou propriedades das entidades ou relacionamentos. Exemplo: "Nome", "Idade".

Neste tópico é apresentado o diagrama entidade-relacionamento (ER) do projecto. A figura mostra a forma de entidade com seus atributos e com seus devidos relacionamentos.



**Figura 7.** Diagrama entidade-relacionamento (ER)

Fonte: Próprio autor (2025)

#### **4.10 Principais ferramentas de desenvolvimento usadas**

O aplicativo desenvolvido neste trabalho tem como objetivo oferecer aos usuários uma solução ágil e intuitiva para a identificação, diagnóstico e cuidado de plantas. Para garantir uma experiência fluída e de alto desempenho, foram escolhidas tecnologias modernas e eficazes, que também asseguram escalabilidade e manutenção fácil ao longo do tempo.

A escolha principal para o desenvolvimento foi a utilização do Flutter, um framework de código aberto criado pelo Google, que permite a criação de aplicativos móveis nativos de alto desempenho para Android e iOS. O Flutter é baseado na linguagem de programação Dart, que se destacou por sua capacidade de criar interfaces ricas e interativas com excelente desempenho em ambas as plataformas, a partir de uma única base de código. Isso reduziu significativamente o tempo de desenvolvimento, mantendo a consistência na experiência do usuário.

Para o gerenciamento do back-end, foi adotado o Firebase, uma plataforma do Google que oferece uma série de ferramentas úteis para desenvolvimento de aplicativos móveis. O Firebase Firestore foi utilizado como banco de dados em tempo real, permitindo o armazenamento de dados das plantas, diagnósticos e informações dos usuários de maneira eficiente. O Firebase Authentication foi implementado para garantir a autenticação segura dos usuários, enquanto o Firebase Storage foi utilizado para armazenar imagens e outros dados do aplicativo.

Além disso, para integrar a inteligência artificial necessária à identificação e diagnóstico das plantas, foi implementada a Gemini AI, uma solução de IA que permite o processamento das imagens das plantas tiradas pelos usuários e fornece diagnósticos precisos sobre doenças ou problemas identificados. A Gemini AI também oferece funcionalidades de chat, onde os usuários podem interagir para receber orientações sobre o cuidado das plantas.

Essas tecnologias foram escolhidas com o objetivo de criar um aplicativo eficiente, escalável e fácil de manter, garantindo uma experiência de usuário altamente satisfatória. O uso do Flutter com Dart permitiu a criação de um aplicativo nativo de alto desempenho, enquanto o Firebase garantiu a robustez e a confiabilidade no back-end. A integração da Gemini AI adicionou inteligência ao sistema, tornando o processo de diagnóstico e interação com o usuário mais dinâmico e útil.

## **Discussão de resultados**

A presente secção analisa os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do projeto, relacionando-os com os objetivos definidos e com os trabalhos existentes apresentados na revisão da literatura. A análise centra-se na validação do problema identificado, na pertinência da solução proposta e no contributo da aplicação para o contexto específico da Malachi Garden.

### **5.1. Definição do problema**

Os dados recolhidos através de entrevistas realizadas com colaboradores da Malachi Garden permitiram confirmar que o processo atual de identificação de plantas é moroso, dependente do conhecimento empírico e sujeito a erros. Os entrevistados destacaram dificuldades recorrentes na identificação de espécies locais, limitação mencionada também na literatura, que aponta desafios semelhantes noutras regiões (Goëau et al., 2021; Cui et al., 2018).

Além disso, verificou-se que muitos clientes apresentam dúvidas frequentes sobre manutenção, irrigação e exposição solar, o que reforça a necessidade de uma solução que forneça orientações claras e adaptadas ao contexto local. Estes resultados confirmam a relevância do problema inicialmente levantado e demonstram que a falta de padronização no processo de atendimento pode afetar a experiência do cliente e a eficiência operacional da empresa.

### **5.2. Relação entre os Resultados e a Literatura**

Tal como identificado na revisão teórica, soluções tecnológicas baseadas em inteligência artificial têm alcançado elevadas taxas de precisão na identificação de plantas, especialmente quando apoiadas em modelos modernos de deep learning. Os resultados do protótipo desenvolvido confirmam esta tendência, uma vez que a utilização do modelo multimodal Gemini permitiu obter identificação automática com reduzido tempo de resposta e elevada fiabilidade.

Este achado está alinhado com autores como Chen et al. (2024), que destacam o potencial de modelos multimodais na interpretação visual contextualizada, superando abordagens tradicionais baseadas exclusivamente em CNNs. Assim, os resultados sugerem que a utilização de IA generativa aplicada ao contexto botânico representa um avanço face às soluções existentes analisadas na literatura, como PlantNet, PictureThis e LeafSnap..

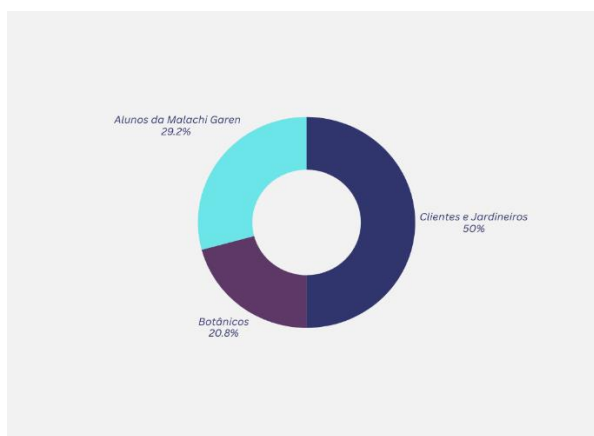
### 5.3. Caso de estudo

O caso de estudo foi realizado na empresa Malachi Garden, uma entidade especializada em jardinagem, venda de plantas e consultoria para cultivo e paisagismo. O objetivo principal consistiu em compreender as dificuldades enfrentadas na identificação de plantas e na prestação de orientações técnicas aos clientes, de forma a validar a necessidade de uma solução tecnológica.

A amostra incluída no estudo foi composta por **40 participantes**, distribuídos da seguinte forma:

- **20 Clientes e Jardineiros (profissionais e amadores)**
- **10 Botânicos (acadêmicos e profissionais)**
- **10 Estudantes da Malachi Garden (com foco em botânica e tecnologia)**

Os resultados obtidos revelam um padrão consistente de dificuldades relacionadas à identificação de plantas e ao acesso a informação fiável, o que reforça a pertinência da solução proposta.



**Figura 8.** Gráfico dos participantes da entrevista (Sem o método de identificação eficiente)

Fonte: Próprio autor (2025)

## Resultados:

### 1. Dificuldades na Identificação de Plantas:

- **Clientes e Jardineiros:**
  - 80% relataram dificuldades em identificar plantas desconhecidas, especialmente espécies nativas de Moçambique.
  - 70% mencionaram a falta de guias de identificação acessíveis e completos.
  - 60% expressaram frustração com a demora e imprecisão da identificação manual.
- **Botânicos:**
  - 90% reconheceram a necessidade de ferramentas digitais para facilitar a identificação de plantas, especialmente em áreas remotas.
  - 80% apontaram a falta de um banco de dados abrangente sobre a flora de Moçambique.
- **Alunos da Malachi:**
  - 100% concordaram que a tecnologia de reconhecimento de imagem podia ser uma solução eficaz para a identificação de plantas.

Através dessas entrevistas, foram identificados vários desafios que impactam a experiência dos clientes e a eficiência operacional da empresa. Os principais constrangimentos encontrados são:

- **Ineficiência no processo de identificação e cuidado das plantas:** Muitos clientes enfrentam dificuldades em identificar corretamente as plantas ou obter informações precisas sobre seus cuidados. Isso dificulta o desenvolvimento saudável das plantas e gera insatisfação.
- **Falta de personalização nos serviços oferecidos:** A empresa não oferece serviços ou recomendações personalizadas para os clientes, como sugestões específicas para o tipo de jardim, ambiente ou clima. A personalização poderia melhorar a experiência do cliente e o cuidado das plantas.
- **Ausência de informações detalhadas sobre as plantas e cuidados:** Os clientes não têm acesso fácil a informações aprofundadas sobre as plantas que compram, como cuidados específicos, doenças comuns ou práticas ideais para o cultivo. Isso dificulta o sucesso do cultivo e a manutenção adequada das plantas.
- **Falta de acompanhamento do estado das plantas:** Não há um sistema de monitoramento para verificar o crescimento e saúde das plantas adquiridas pelos clientes. Isso impede que os clientes recebam suporte contínuo e notificações sobre o que fazer em cada fase do desenvolvimento das plantas.

Esses problemas identificados apontam para a necessidade de melhorias nos processos de atendimento e no fornecimento de informações mais completas e personalizadas aos clientes. A Malachi Garden LDA busca superar esses desafios, com o intuito de otimizar os serviços prestados e proporcionar uma experiência mais satisfatória aos seus clientes.

#### **5.4. Desenvolvimento da proposta de solução**

A partir da análise dos resultados e da revisão da literatura, foi desenvolvido o protótipo do aplicativo Malachi Plant Identifier, concebido para responder às necessidades identificadas pela amostra. A solução integra tecnologias de reconhecimento de imagem alimentadas por inteligência artificial, base de dados estruturada e um assistente virtual que fornece orientações personalizadas.

As entrevistas demonstraram elevada aceitação da solução proposta:

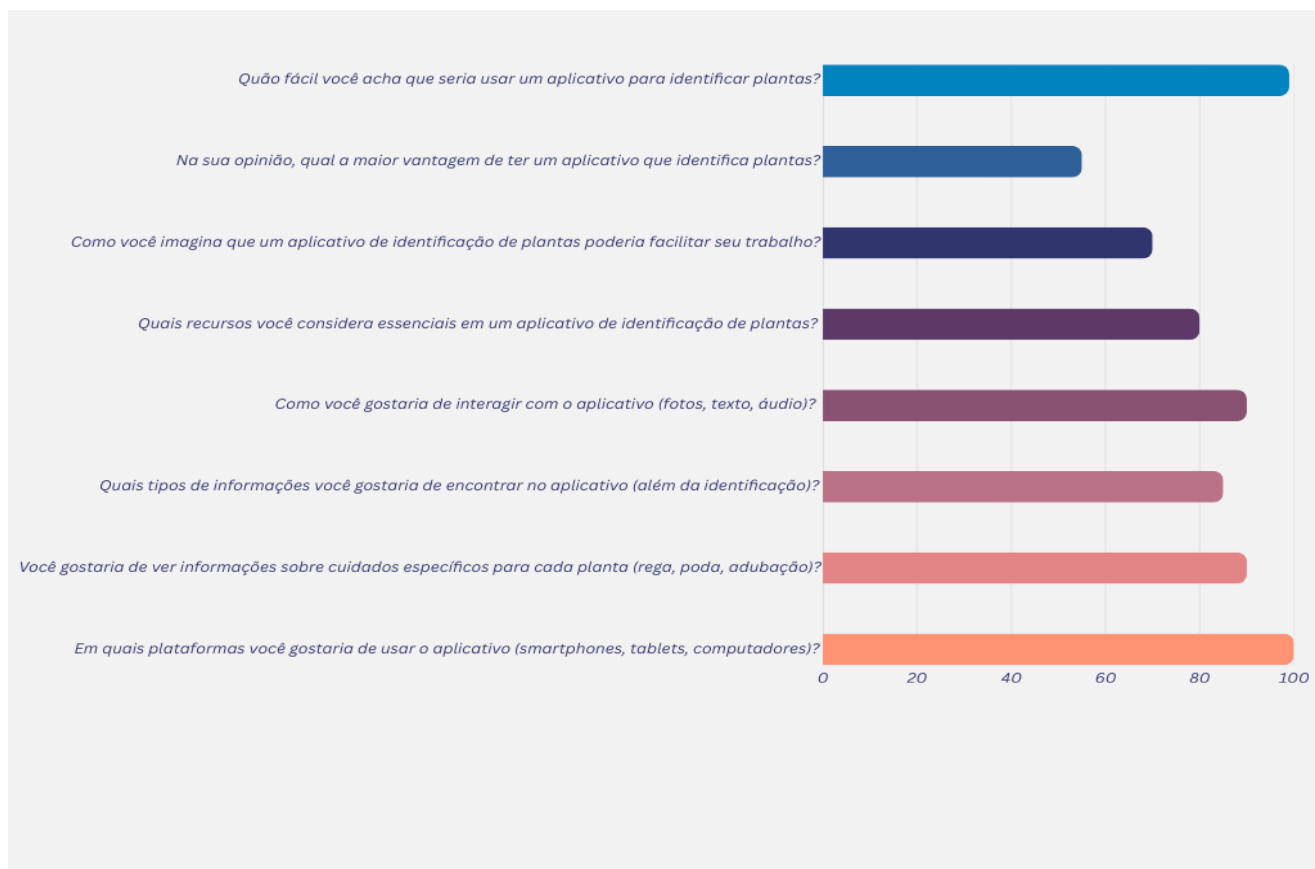
- **Clientes e Jardineiros:**
  - Expressaram frustração com a dificuldade em identificar plantas e acessar informações confiáveis sobre cuidados.
  - Demonstraram entusiasmo com a ideia de um aplicativo que facilitasse a identificação e fornecesse dicas personalizadas.
  - Destacaram a importância de um aplicativo com informações específicas sobre a flora local.
- **Botânicos:**
  - Reconheceram a necessidade de ferramentas digitais para auxiliar na identificação de plantas, especialmente em áreas remotas.
  - Apoiaram a proposta de um aplicativo como uma forma de democratizar o acesso ao conhecimento botânico.
  - Enfatizaram a importância de um banco de dados abrangente e preciso sobre a flora de Moçambique.
- **Alunos da Malachi:**
  - Validaram a viabilidade técnica do aplicativo, destacando o potencial da tecnologia de reconhecimento de imagem.
  - Apoiaram a ideia de integrar funcionalidades de diagnóstico de doenças e uma comunidade online.
  - Destacaram o potencial do aplicativo para a pesquisa científica e a conservação da biodiversidade.

A proposta de solução apresentada foi a Malachi Plant Identifier que foi fundamentada nas informações coletadas tanto na revisão de literatura quanto nas entrevistas e interações realizadas com os participantes, como jardineiros, botânicos, estudantes e clientes da Malachi Garden LDA. Ao identificar os desafios enfrentados por esses usuários, foram destacadas as dificuldades comuns de identificar plantas, diagnosticar problemas de saúde das plantas, e a carência de informações educacionais detalhadas sobre o cuidado das plantas.

#### a) Nível de usabilidade – System Usability Scale (SUS)

A última parte da avaliação consistia na realização do questionário SUS, de forma que ao final do experimento pudesse ser gerada uma pontuação para a usabilidade do aplicativo.

Abaixo, é apresentada uma figura com os resultados da avaliação.



**Figura 9.** Questionário SUS – Respostas

Fonte: Próprio autor (2025)

Com a análise dos feedbacks dos participantes e as discussões sobre os desafios que enfrentam ao lidar com plantas no dia a dia, como a falta de conhecimento sobre cuidados adequados e a dificuldade em obter diagnósticos precisos de problemas, serviram como base para a definição das funcionalidades e características principais do Malachi Plant Identifier. Assim, foi possível alinhar as necessidades dos usuários com as possibilidades tecnológicas disponíveis.

Além disso, o desenvolvimento do protótipo foi cuidadosamente planejado, levando em consideração a arquitetura tecnológica ideal para garantir que todas as funcionalidades – como identificação de plantas, diagnóstico de problemas e assistente virtual interativo – fossem atendidas com eficiência. O uso de tecnologias avançadas, como o reconhecimento de imagem e a inteligência artificial, garantiu que o aplicativo fosse capaz de fornecer respostas rápidas e precisas às necessidades dos usuários.

## Conclusões e Recomendações

No presente trabalho, foi abordada a implementação de um aplicativo móvel para **identificação de plantas**, com o objetivo de atender às necessidades de clientes, jardineiros e amantes de plantas, melhorando a experiência do cuidado com a natureza. O protótipo desenvolvido, **Malachi Plant Identifier**, foi fundamentado nas dificuldades e desafios identificados durante a pesquisa, como a falta de informações sobre as plantas e o diagnóstico de problemas relacionados à saúde das mesmas.

### 6.1 Benefícios da Implementação do Malachi Plant Identifier

A implementação do Malachi Plant Identifier trouxe uma série de benefícios que atendem às demandas dos usuários. Entre os principais, destacam-se:

- **Facilidade na Identificação de Plantas:** O aplicativo permite que os usuários identifiquem plantas de forma rápida e precisa, utilizando a câmera do smartphone. Isso elimina a necessidade de consultar especialistas e proporciona uma experiência autônoma, eficiente e acessível para os usuários.
- **Diagnóstico e Cuidados Personalizados:** Com a função de diagnóstico, o aplicativo consegue identificar problemas como doenças e pragas nas plantas, além de sugerir tratamentos e cuidados personalizados. Isso oferece uma assistência contínua e prática no cuidado das plantas.
- **Educação e Conhecimento:** O aplicativo disponibiliza informações educacionais sobre jardinagem, permitindo que os usuários aprendam e melhorem seus conhecimentos sobre diferentes espécies de plantas e suas necessidades. Esse recurso educacional contribui para um melhor entendimento e cuidado das plantas.
- **Experiência do Usuário:** A interface intuitiva e a facilidade de navegação garantem que usuários com diferentes níveis de experiência com tecnologia possam usar o aplicativo sem dificuldades, tornando a experiência mais agradável.

## 6.2 Desafios e Considerações

Apesar dos benefícios, também foram identificados desafios durante o desenvolvimento e implementação do aplicativo:

- **Adoção da Tecnologia pelos Usuários:** Alguns usuários podem encontrar dificuldades no início para utilizar o aplicativo, principalmente aqueles que não são tão familiarizados com tecnologia. Para mitigar isso, foi considerado essencial fornecer orientações claras e suporte contínuo aos usuários.
- **Custo de Desenvolvimento:** A implementação do sistema exigiu um investimento significativo em termos de desenvolvimento e manutenção das tecnologias, como inteligência artificial e reconhecimento de imagem. No entanto, acredita-se que os benefícios a longo prazo superam os custos iniciais, dado o impacto positivo na experiência do usuário.
- **Manutenção e Atualização do Banco de Dados:** O sucesso do aplicativo depende da constante atualização do banco de dados, garantindo que novas espécies de plantas e novos problemas possam ser diagnosticados corretamente. A manutenção contínua da base de dados e do sistema é fundamental para a longevidade do aplicativo.

## 6.3 Perspectivas Futuras

O uso de tecnologia móvel para identificação e cuidado de plantas é uma tendência crescente que pode se expandir ainda mais com o avanço da inteligência artificial e do reconhecimento de imagem. À medida que as tecnologias evoluem, espera-se que o aplicativo se torne ainda mais preciso, abrangente e fácil de usar.

Além disso, a adaptação do aplicativo a novos dispositivos e sistemas operacionais, bem como o suporte a múltiplos idiomas, permitirá alcançar um público ainda maior, tornando-o uma ferramenta indispensável para jardinagem e cuidado com plantas ao redor do mundo.

## Referências Bibliográficas

- ANDERSON, C. A. et al. **Mobile Application Development, Usability, and Security**. Hershey: IGI Global, 2014.
- BELHUMEUR, P. N. et al. The Leafsnap Dataset. In: **IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)**. Providence, RI: IEEE, 2012.
- CAMPBELL, G. et al. **Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training**. London: Routledge, 2014.
- CHEN, J. et al. Gemini: A Family of Highly Capable Multimodal Models. **arXiv preprint arXiv:2312.11805**, 2024.
- CORAIS, A. **Desenvolvimento de protótipos de software para soluções móveis**. São Paulo: Editora Acadêmica, 2016.
- CUI, Yuwei et al. Large Scale Earth Mover's Distance on Plant Recognition. In: **Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)**. 2018.
- FONSECA, E. **Metodologia de pesquisa aplicada**. Rio de Janeiro: Editora Universitária, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GOËAU, Hervé et al. PlantCLEF 2021: Insights into the biodiversity of the plant kingdom. In: **CLEF 2021 Working Notes**. 2021.
- GOLDENBERG, M. **Pesquisa qualitativa: Conceitos e métodos**. Porto Alegre: Artmed, 1997.
- JACOBSON, Ivar et al. **Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach**. Boston: Addison-Wesley, 1993.
- LAKETA, D. et al. **Métodos de coleta de dados na pesquisa social**. São Paulo: Edições do Conhecimento, 2015.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- PRENSKY, M. **Teaching Digital Natives: Partnering for Real Learning**. Thousand Oaks: Corwin Press, 2010.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Database System Concepts**. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.
- SILVA, M. A. et al. Cardápio Digital: Uma Análise de Usabilidade e Experiência do Usuário. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)**. 2018.

- SIQUEIRA, E. S. et al. A inclusão de dispositivos móveis no processo de aprendizagem. **Revista de Tecnologias Digitais**, v. 8, n. 2, 2016.
- SOMMERVILLE, Ian. **Software Engineering**. 9. ed. Boston: Addison-Wesley, 2011.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## Anexos

### 1.1 Anexo 1: Descrição de casos de uso

Abaixo são apresentadas as descrições de alguns casos de uso, foram selecionados os casos de uso considerados essenciais para resolução do problema, tendo sido selecionados os seguintes:

- Nome do caso de uso
- Atores envolvidos
- Descrição
- Fluxo principal
- Pré-condições
- Pós-condições

#### Apêndice 1.1 – Descrição do caso de uso: Cadastrar utilizador

Elemento	Descrição
Nome	Cadastrar utilizador
Atores	Utilizador
Descrição	Permite ao utilizador criar uma conta na aplicação
Fluxo principal	1. O utilizador preenche nome, e-mail, e senha 2. Clica em "Cadastrar" 3. O sistema valida os dados e cria a conta
Fluxo alternativo	1. Dados inválidos → sistema apresenta mensagem de erro
Pré-condições	O utilizador não estar autenticado
Pós-condições	O utilizador fica com uma conta criada e autenticado automaticamente

*Tabela A1. 1: Descrição do caso de uso - Cadastrar utilizador*

#### Apêndice 1.2 – Descrição do caso de uso: Identificar planta

Elemento	Descrição
Nome	Identificar planta
Atores	Utilizador
Descrição	Permite ao utilizador tirar uma foto ou fazer upload de uma imagem para identificar a planta automaticamente

Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador abre a câmara ou galeria</li> <li>2. Seleciona uma imagem</li> <li>3. O sistema processa a imagem e exibe os resultados</li> </ol>
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erro ao carregar a imagem → sistema mostra aviso</li> <li>2. Planta não identificada → sistema sugere nova tentativa</li> </ol>
Pré-condições	O utilizador deve estar autenticado e com permissão de câmara
Pós-condições	O utilizador recebe uma resposta com o nome da planta e suas características

**Tabela A1. 2:** Descrição do caso de uso: Identificar planta

### Apêndice 1.3 – Descrição do caso de uso: Visualizar plantas favoritas

Elemento	Descrição
Nome	Visualizar plantas favoritas
Atores	Utilizador
Descrição	Permite ao utilizador visualizar a lista de plantas que foram marcadas como favoritas.
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador acede ao menu “Favoritos”</li> <li>2. O sistema carrega as plantas favoritas</li> <li>3. As plantas são exibidas com nome, imagem e descrição resumida</li> </ol>
Fluxo alternativo	1. Se o utilizador não tiver plantas favoritas, o sistema mostra a mensagem: “Ainda não há plantas favoritas”
Pré-condições	O utilizador deve estar autenticado e ter ao menos uma planta marcada como favorita
Pós-condições	O utilizador deve estar autenticado e ter ao menos uma planta marcada como favorita

**Tabela A1. 3:** Descrição do caso de uso: Visualizar plantas favoritas

### Apêndice 1.4 – Descrição do caso de uso: Realizar diagnóstico de planta

Elemento	Descrição
Nome	Realizar diagnóstico de planta
Atores	Utilizador

Descrição	Permite ao utilizador obter informações sobre a saúde de uma planta a partir de uma imagem enviada.
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador acede à opção “Diagnóstico”</li> <li>2. Tira ou seleciona uma imagem da planta</li> <li>3. O sistema processa a imagem usando um modelo de IA</li> <li>4. É apresentado o resultado: saudável ou com sinais de doença, com possíveis causas e recomendações</li> </ol>
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Imagem fora do padrão → sistema solicita nova imagem</li> <li>2. Sem conexão → mostra mensagem de erro</li> </ol>
Pré-condições	O utilizador deve estar autenticado e ter conexão à internet
Pós-condições	O utilizador obtém um relatório simplificado com o estado da planta

**Tabela A1. 4:** Descrição do caso de uso: Realizar diagnóstico de planta

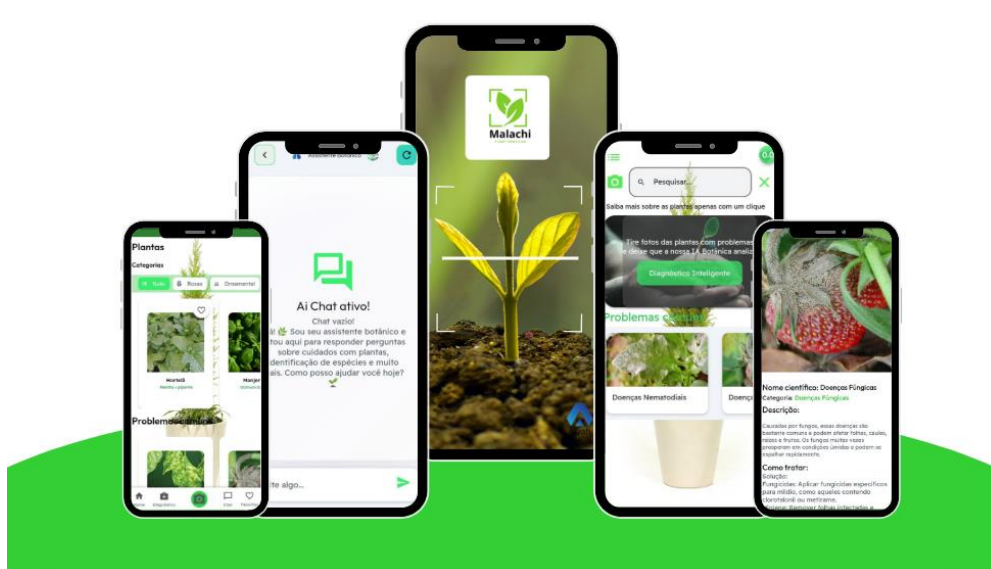
#### Apêndice 1.5 – Descrição do caso de uso: Acessar chat com IA

Elemento	Descrição
Nome	Acessar chat com IA
Atores	Utilizador
Descrição	Permite que o utilizador interaja com uma Inteligência Artificial (IA), enviando perguntas relacionadas a plantas e recebendo respostas automáticas baseadas em conhecimento treinado.
Fluxo principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador acede ao menu “Chat com IA”</li> <li>2. Escreve uma pergunta (ex: “Como cuidar de uma orquídea?”)</li> <li>3. A IA processa a pergunta e envia uma resposta instantânea</li> <li>4. O utilizador pode continuar a conversa com novas perguntas</li> </ol>
Fluxo alternativo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sem internet → o sistema informa que o chat está indisponível</li> <li>2. Pergunta fora do escopo → a IA informa que não consegue responder</li> </ol>
Pré-condições	O utilizador deve estar autenticado e ter conexão à internet
Pós-condições	A IA responde à pergunta e a conversa pode continuar

**Tabela A1. 5:** Descrição do caso de uso: Acessar chat com IA

## 1.2 Anexo 2: Interfaces de utilizador – Protótipo desenvolvido

Abaixo são apresentadas algumas interfaces de utilizador (essenciais) que fazem parte do protótipo desenvolvido.



**Figura A2. 1:** Telas de principais do aplicativo.

Fonte: Próprio autor (2025)

### Início de sessão



**Figura A2. 2:** Tela de Início.

Fonte: Próprio autor (2025)

## Apresentação do aplicativo



Figura A2. 3: Tela de apresentação do aplicativo.

Fonte: Próprio autor (2025)

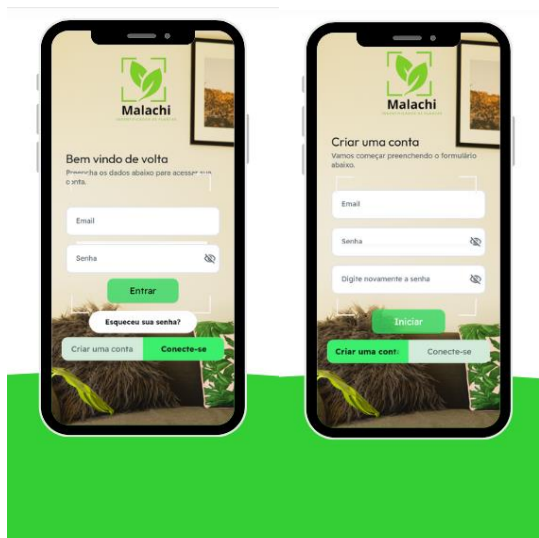
## Tela home (Sem estar cadastrado)



Figura A2. 4: Tela inicial para o usuário sem cadastro.

Fonte: Próprio autor (2025)

## Cadastro de usuário



**Figura A2. 5:** Telas de cadastro e de login de usuário.

Fonte: Próprio autor (2025)

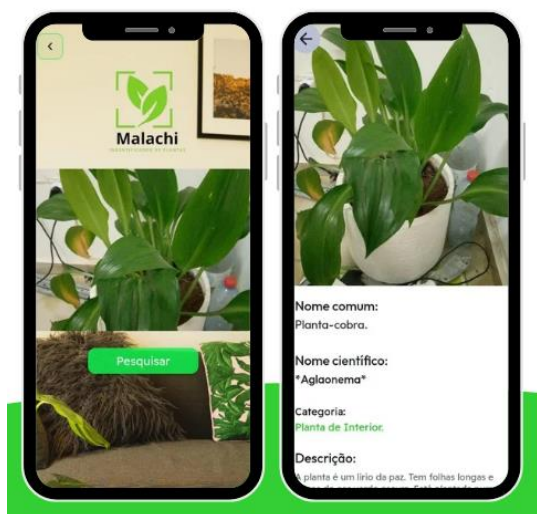
## Tela home (Usuário cadastrado)



**Figura A2. 6:** Tela inicial do usuário cadastrado.

Fonte: Próprio autor (2025)

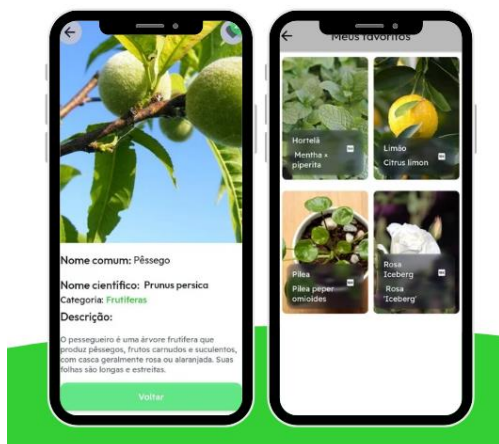
## Tela de identificação de Planta.



**Figura A2. 7:** Tela de identificação de planta e informações da planta.

Fonte: Próprio autor (2025)

## Tela de detalhes da planta e lista de favoritos



**Figura A2. 8:** Tela de detalhes da planta e lista de favoritos.

Fonte: Próprio autor (2025)

## Tela de diagnostico de planta e de chat botânico.



Figura A2. 9: Tela para o diagnóstico da planta e do chat para questionar ou esclarecer dúvidas.

Fonte: Próprio autor (2025)

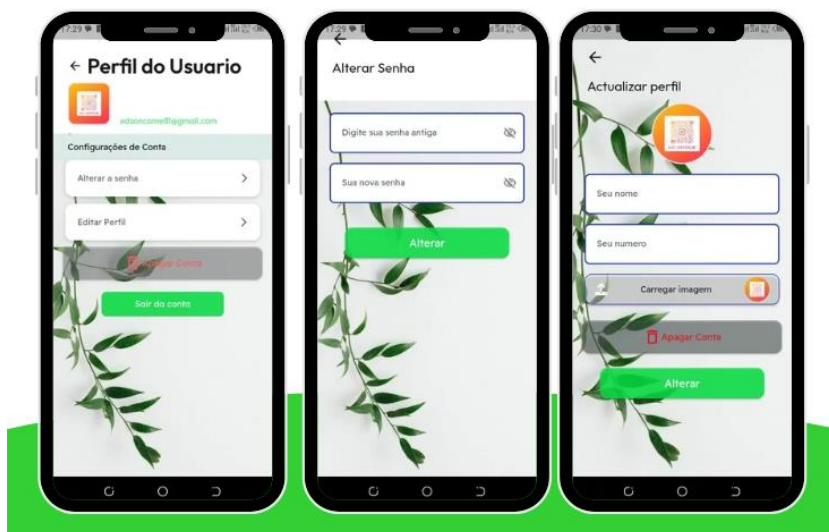
## Tela de diagnostico.



Figura A2. 10: Tela das doenças comuns e diagnóstico de uma doença.

Fonte: Próprio autor (2025)

## Tela de menu do usuário( Perfil).



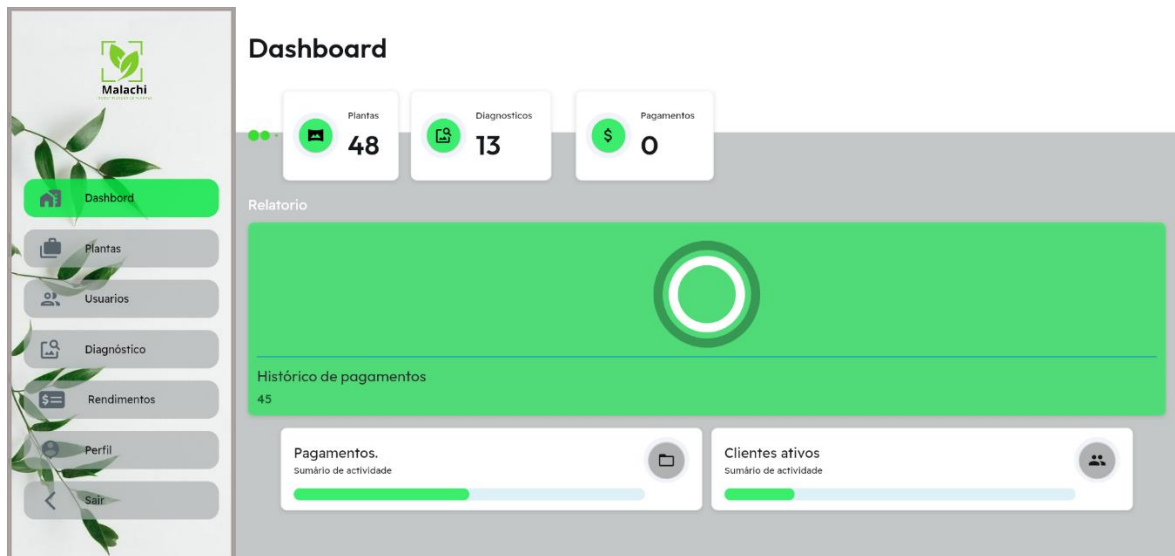
**Figura A2. 11:** Telas do perfil do usuário, tela para alterar senha e tela para atualizar o perfil.

Próprio autor (2025)

- **Sector administrativo.**

O aplicativo contém também a parte administrativa onde o administrador cadastra as plantas e diagnósticos, pode também visualizar a lista de todos os cadastros efetuados no aplicativo

### **Tela de Dashbord do Administrador.**



**Figura A2. 12:** Tela inicial do administrador.

Próprio autor (2025)

## Tela de menu de plantas cadastradas.

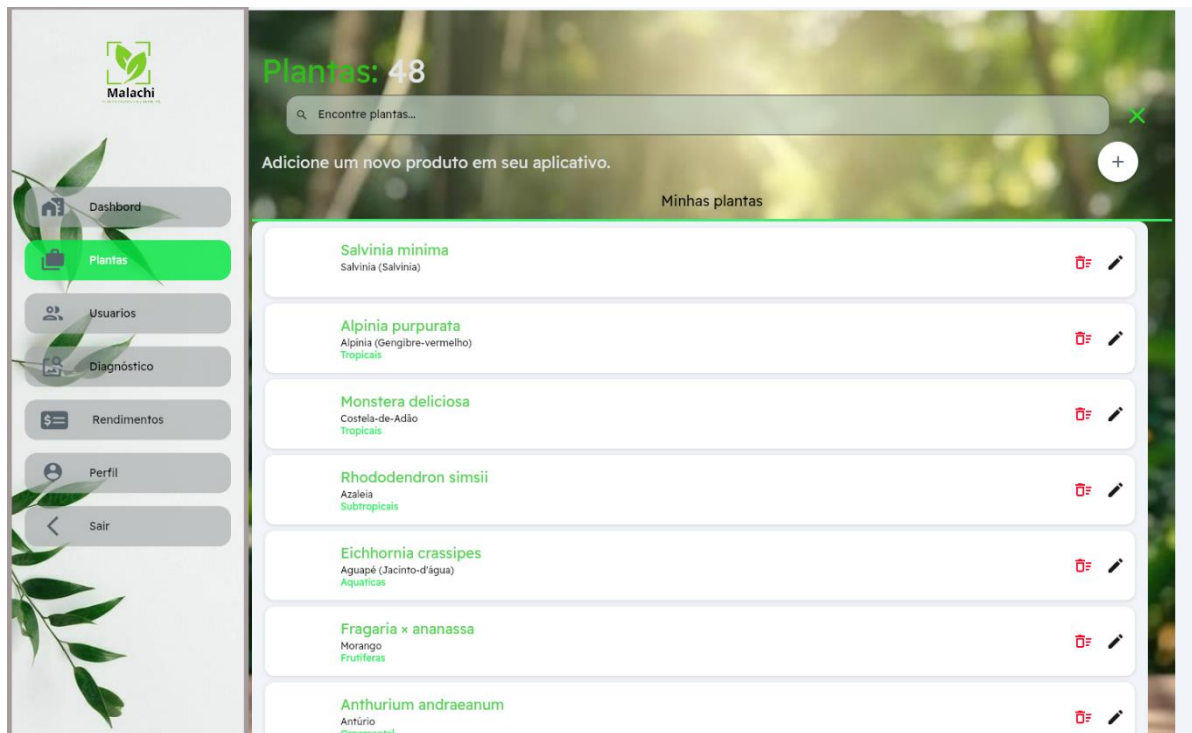


Figura A2. 13: Tela de menu de plantas cadastradas.

Próprio autor (2025)

## Tela de cadastro de plantas.

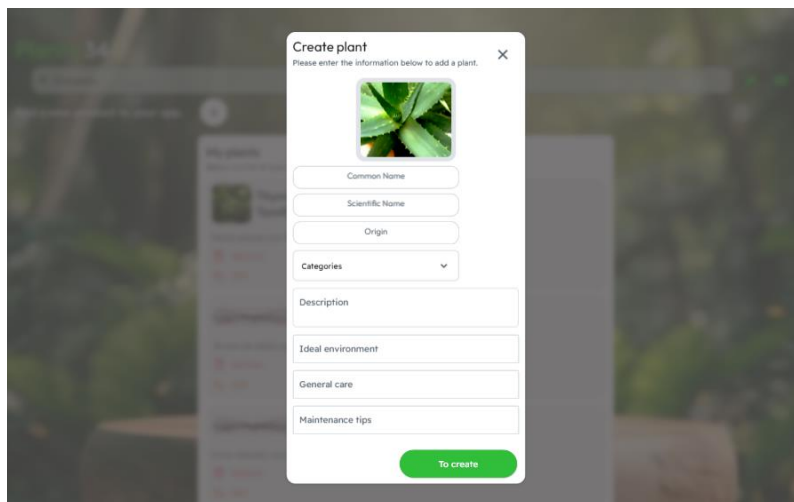


Figura A2. 14: Tela de cadastro de planta no banco de dados.

Próprio autor (2025)

## Tela de menu de doenças cadastradas.

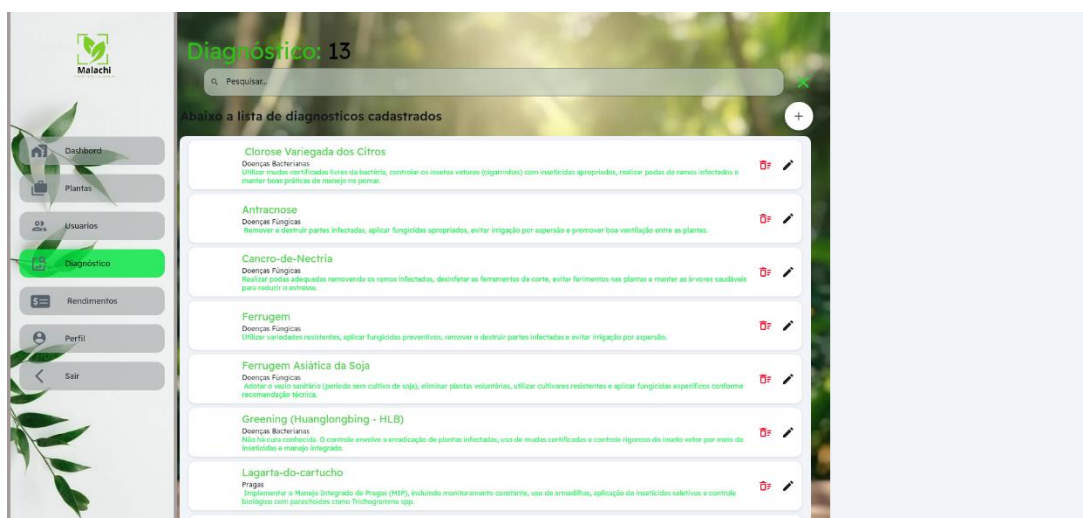


Figura A2. 15: Tela de menu de doenças cadastradas.

Próprio autor (2025)

## Tela de cadastro de doenças.

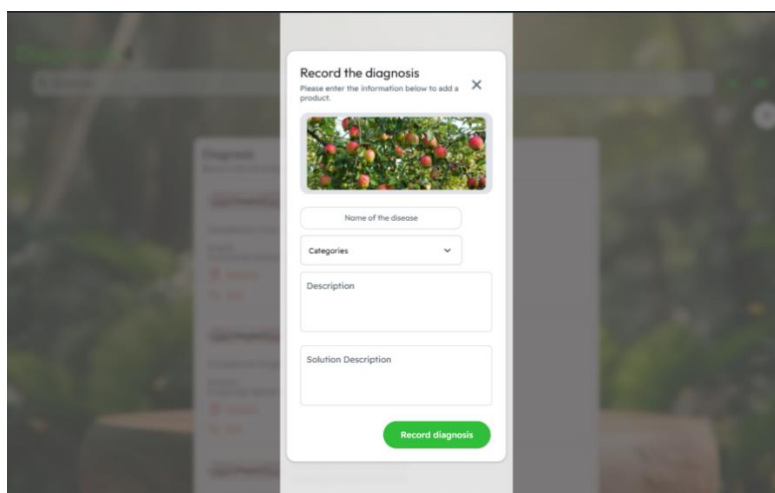


Figura A2. 16: Tela de cadastro de doenças no banco de dados.

Próprio autor (2025)

### 1.3 Apêndice 3 – Questionário para Avaliação do Protótipo

Este questionário tem como objetivo recolher a opinião de jardineiros, amantes de plantas e especialistas em botânica sobre o protótipo desenvolvido da aplicação móvel de identificação de plantas. As informações fornecidas serão utilizadas apenas para fins académicos, garantindo total anonimato dos respondentes.

Por favor, responda com sinceridade.

#### Parte 1: Perfil do Participante

- 1. Idade: \_\_\_\_\_
- 2. Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino ( ) Outro
- 3. Grau de escolaridade: ( ) Ensino Secundário ( ) Ensino Superior ( ) Pós-graduação
- 4. Qual o seu nível de conhecimento em botânica? ( ) Iniciante ( ) Intermédio ( ) Avançado
- 5. Usa frequentemente aplicações relacionadas à jardinagem ou plantas? ( ) Sim ( ) Não

#### Parte 2: Facilidade de Uso da Aplicação

Indique o seu nível de concordância com as afirmações abaixo:

Nº	Afirmativa	1 (Discordo totalmente)	2 (Discordo)	3 (Neutro)	4 (Concordo)	5 (Concordo totalmente)
1	O design da aplicação é agradável visualmente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	As funcionalidades são fáceis de localizar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	A aplicação é intuitiva de usar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Os resultados das identificações são compreensíveis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Marcar uma planta como favorita foi simples.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	O diagnóstico fornecido pela aplicação foi claro e útil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7	O chat com IA respondeu bem às minhas dúvidas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Eu usaria esta aplicação no meu dia a dia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Parte 3: Sugestões e Comentários

9. O que mais gostou na aplicação?

10. O que menos gostou ou melhoraria?

11. Que funcionalidades adicionais gostaria de ver na aplicação?