

Desenvolvimento de Aplicativo Mobile para Reconhecimento de Espécies Florestais por Meio das Folhas

Eduardo Marcon Gonçalves Fadel*, Isabela Yasmim Osowski*, Pedro Luiz de Paula Filho*,
Letícia Neitzke* Larissa Sabbi*

*UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil
leduardofadel@gmail.com, osowskiisabela@gmail.com, plpf2004@gmail.com,
leneitzkeleticia@gmail.com, larissasabbi@utfpr.edu.br

Abstract—Forest species identification is a fundamental step for biodiversity conservation, yet traditional methods are inaccessible and existing digital tools often lack a focus on regional floras. This paper describes the development of a mobile application designed to recognize native forest species from the Western Paraná region, aiming to fill this gap. The tool was built using the Flutter framework and the Dart language, integrating a YOLO artificial intelligence model to perform identification from leaf images captured or selected by the user. A local database was implemented with SQLite to store the detection history privately and offline. As a result, a functional and simple-interface application was obtained, capable of identifying 26 distinct species in under one second, displaying the results with bounding boxes and confidence percentages. The project validates the architecture as a practical and accessible solution for botanical identification, serving as a foundation for future expansions and promoting citizen engagement with local flora.

Keywords—mobile app; flutter; forest species recognition.

Resumo—A identificação de espécies florestais é um passo fundamental para a conservação da biodiversidade, mas métodos tradicionais são inacessíveis e ferramentas digitais existentes carecem de foco em floras regionais. Este artigo descreve o desenvolvimento de um aplicativo móvel para o reconhecimento de espécies florestais nativas da região Oeste do Paraná, visando preencher essa lacuna. A ferramenta foi construída utilizando o framework Flutter e a linguagem Dart, integrando um modelo de inteligência artificial YOLO para realizar a identificação a partir de imagens de folhas capturadas ou selecionadas pelo usuário. Um banco de dados local foi implementado com SQLite para armazenar o histórico de detecções de forma privada e offline. Como resultado, obteve-se uma aplicação funcional e de interface simples, capaz de identificar 26 espécies distintas em menos de um segundo, exibindo os resultados com caixas delimitadoras e percentuais de confiança. O projeto valida a arquitetura como uma solução prática e acessível para a identificação botânica, servindo como uma base para futuras expansões e promovendo o engajamento cidadão com a flora local.

Palavras-chave—aplicativo móvel; flutter; reconhecimento de espécies florestais.

I. INTRODUÇÃO

A crescente conscientização sobre a crise climática e a perda de biodiversidade consolidou a preservação ambiental como um dos desafios mais urgentes da nossa era. Em escala global, a estabilidade do planeta depende de um delicado equilíbrio ecológico, onde cada bioma desempenha uma função insubstituível. A degradação de ecossistemas em qualquer parte do mundo reverbera por toda a biosfera, afetando os padrões climáticos, e as sociedades que a englobam, visto que o homem é dependente da natureza em torno de si, mesmo que não havendo contato diário, os ecossistemas naturais continuam constituindo seu meio ambiente [1].

Contudo, a proteção eficaz desses biomas complexos exige uma abordagem que vai além da conscientização geral. Para Machado [2], a efetivação do princípio da prevenção em matéria ambiental pressupõe, como etapa fundamental, o inventário e o reconhecimento da biota de um território. A identificação correta permite monitorar a saúde do ecossistema, detectar a presença de espécies invasoras, desenvolver estratégias de reflorestamento adequadas, evitando assim degradação do meio ambiente, mudanças nas condições mundiais sociais, sustentáveis e econômicas [3].

A relação entre as sociedades e as florestas que as rodeiam é fundamental. “A sustentabilidade vai além da manutenção da natureza, deve envolver a comunidade de forma integral” [4]. Reconhecer a flora local não é apenas uma curiosidade, mas uma necessidade para a compreensão e preservação de ecossistemas. No entanto, com a urbanização e a perda de contato com a natureza, o conhecimento tradicional sobre as plantas têm se dissipado, tornando o reconhecimento de espécies uma tarefa desafiadora para o público em geral e a falta desse conhecimento impede que as pessoas identifiquem plantas nativas, compreendam sua função ecológica e participem

ativamente de esforços de conservação e de acordo com Silva [5] a precisão na identificação de espécies é crucial para a conservação.

Nesse contexto, surge a necessidade de ferramentas que contribuam para a obtenção desse conhecimento. O reconhecimento manual de espécies, por meio de guias impressos ou consultas a especialistas, é um processo demorado e, muitas vezes, inacessível. E de acordo com Oliveira [6] existe uma lacuna de tecnologias pra essa finalidade, onde é um ponto fragilizado nos inventários florestais. A complexidade de distinguir entre espécies semelhantes, a necessidade de conhecimento técnico e a falta de recursos em tempo real limitam a capacidade de estudantes, entusiastas e cidadãos comuns de se engajarem com a flora.

Existem algumas ferramentas e aplicativos para reconhecimento de espécies florestais, como o "Pl@ntNet" [7] e o "LeafSnap" [8]. Essas plataformas utilizam um vasto banco de dados global e empregam algoritmos avançados de visão computacional, como redes neurais convolucionais (CNNs), para identificar plantas através de imagens de suas folhas. Embora sejam extremamente úteis e representem um grande avanço no campo, sua abordagem global muitas vezes não se adapta bem às particularidades de uma flora específica, como a explorada neste trabalho, outro fator diferencial é que essas plataformas funcionam apenas conectadas à internet.

Por isso, este projeto se diferencia ao focar exclusivamente nas espécies da região Oeste do Paraná por meio do desenvolvimento de um aplicativo móvel para o reconhecimento de espécies florestais por meio de fotos de folhas. A ferramenta utilizará um modelo de inteligência artificial treinado com centenas de fotos de distintas espécies para automatizar o processo de identificação, permitindo que qualquer pessoa, independentemente de seu conhecimento prévio, obtenha informações precisas e instantâneas. Ao final, espera-se fornecer uma solução ágil e acessível, que não apenas facilita o acesso a informações botânicas, mas também capacita os usuários a se reconectarem com a natureza ao seu redor.

II. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do aplicativo móvel, o processo foi dividido em 4 distintas etapas presentes no fluxograma da Figura 1

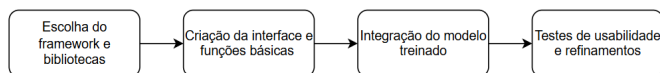


Fig. 1. Fluxograma do desenvolvimento do aplicativo móvel.

Para a construção do aplicativo, a escolha estratégica recaiu sobre o ecossistema do Google, utilizando Flutter como

framework de desenvolvimento e Dart como linguagem de programação. O Flutter foi selecionado por ser um kit de ferramentas de interface de usuário (UI) moderno e de código aberto, que permite a criação de aplicações compiladas nativamente para múltiplas plataformas — incluindo Android, iOS e web — a partir de um único código-fonte [9]. A linguagem Dart, otimizada para a construção de interfaces de usuário, complementa o Flutter com sua sintaxe clara.

Para a funcionalidade de manipulação de mídias, foram empregados pacotes auxiliares essenciais. O *image_picker* foi utilizado para oferecer ao usuário a funcionalidade de selecionar imagens da galeria do dispositivo ou capturar novas fotos com a câmera. Uma vez que uma imagem é selecionada o pacote *path_provider* fornece uma maneira confiável e multiplataforma de acessar diretórios do sistema de arquivos, como o diretório de documentos.

Para a persistência de dados e para oferecer um recurso de histórico das espécies reconhecidas, foi implementada uma solução de banco de dados local com o pacote *sqflite*. Este *plugin* é uma adaptação do SQLite para o Flutter, permitindo a criação de um banco de dados relacional robusto dentro de cada dispositivo. Essa abordagem garante que o histórico de cada usuário seja privado, seguro e acessível a qualquer momento, mesmo sem conexão com a internet ou a necessidade de comunicação com um servidor externo, garantindo assim uma experiência de uso rápida e eficiente.

A. Criação de funções básicas

O aplicativo foi dividido em duas telas principais, a tela inicial composta por dois botões em que um seleciona a imagem da galeria do usuário e outro para abrir a câmera para capturar a foto a ser detectada que foram as primeiras funções a serem implementadas, na mesma tela são exibidas barras de porcentagem com base na confiança do modelo em cada folha encontrada na imagem. Após isso foi implementada a tela de histórico de detecções, junto ao banco de dados local, que podem ser filtradas por tipo de planta e ao selecionar uma delas uma tela semelhante a tela inicial será mostrada.

B. Modelo YOLOv11

O modelo de inteligência artificial desenvolvido pelo Grupo de Inteligência Computacional (GIC) da ¹, é uma implementação da arquitetura YOLOv11, especificamente em sua versão média (YOLOv11m), otimizada para tarefas de segmentação de instâncias. O objetivo principal do modelo é identificar e classificar diferentes espécies de árvores a partir de imagens de suas folhas.

Para o treinamento, foi construído um dataset robusto e específico, contendo 1.415 imagens que abrangem 26 espécies,

¹XXXXX - Retirado para versão blind

mostradas na Tabela I florestais distintas, muitas das quais encontradas no próprio campus da universidade. A metodologia de treinamento seguiu uma divisão dos dados para garantir a generalização e a validação do modelo, onde 70% das imagens foram destinadas para treinamento onde o modelo aprende as características de cada espécie, 20% para validações para que finos ajustes nos hiperparâmetros durante o treinamento sejam feitos e 10% para testes de desempenho.

Após o processo de treinamento, o modelo alcançou uma precisão geral de 0.84, um resultado que indica sua alta capacidade de identificar corretamente as espécies para as quais foi treinado. Quando um usuário submete uma imagem, o modelo a processa e retorna uma lista de todas as espécies detectadas, juntamente com a probabilidade (confiança) de cada detecção.

TABELA I
TABELA COM NOME DAS ESPÉCIES FLORESTAIS

Nome Científico	Nome Popular
Parapiptadenia rigida	Angico Vermelho
Psidium cattleianum	Araca
Quercus robur	Carvalho
Syzygium cumini	Jambolao
Coffea arabica	Cafeeiro
Campomanesia xanthocarpa	Guabiroba
Inga sp.	Inga
Aspidosperma polyneuron	Peroba Rosa
Grevillea robusta	Grevilha
Tibouchina mutabilis	Manaca
Cojoba arborea	Brinco de Índio
Plinia cauliflora	Pe de Jabuticaba
Guarea kunthiana	Peloteira
Nectandra megapotamica	Canela Preta
Casearia decandra	Guaçatonga
Persea americana	Abacateiro
Prunus serrulata	Cerejeira
Citrus sp.	Laranja Champanhe
Crescentia cujete	Coité
Anacardium occidentale	Cajueiro
Cordia trichotoma	Louro Pardo
Nectandra lanceolata	Canela Amarela
Machaerium vestitum	Caterete
Annona squamosa	Fruta do conde
Paubrasilia echinata	Pau-brasil
Cecropia sp.	Embaúba

C. Integração com o modelo treinado

A implementação do modelo em um aplicativo móvel foi viabilizada pela integração entre as tecnologias Flutter e Dart.

Essa combinação foi fundamental para a utilização do pacote *ultralytics_yolo*, uma biblioteca oficial disponibilizada pela Ultralytics que simplifica drasticamente a incorporação de modelos da família YOLO (*You Only Look Once*) em aplicações Flutter.

A biblioteca permite que as inferências — processo em que o modelo utiliza seu conhecimento para analisar uma nova imagem — sejam executadas em tempo real e diretamente no dispositivo do usuário. Isso elimina a necessidade de um servidor externo para o processamento, resultando em uma análise de imagem mais rápida e eficiente para o reconhecimento das espécies.

De maneira geral, para contextualizar de uma maneira mais clara sobre o funcionamento do aplicativo desde a tela inicial até os resultados, segue o fluxograma na Figura 2.

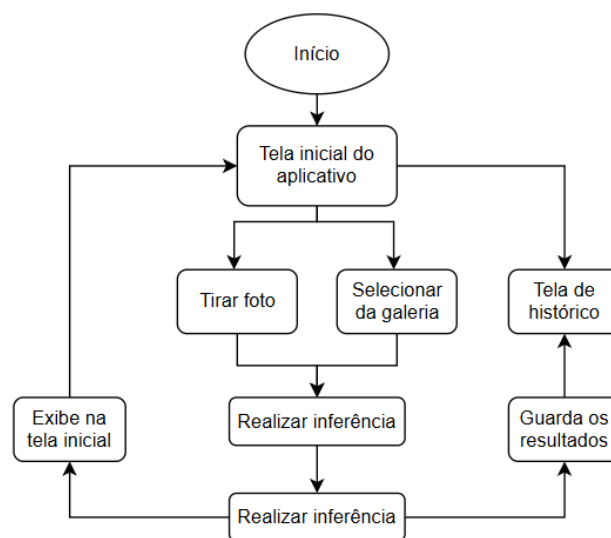


Fig. 2. Fluxograma do aplicativo.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aplicativo foi implementado com sucesso, em que todas as funcionalidades planejadas foram implementadas de maneira funcional. O aplicativo permite o reconhecimento das diferentes espécies florestais por meio das fotos cedidas por usuários em menos de 1 segundo e armazena-as sem a necessidade de conexão com a rede. Na Figura 3a mostra a tela inicial do aplicativo, onde o usuário seleciona uma imagem de duas maneiras distintas, por meio de uma foto do atual momento ou uma foto da galeria. A Figura 3b mostra um pequeno tutorial para o usuário de como utilizar o aplicativo de maneira simples e intuitiva. Após o processo de inferência, os resultados são armazenados automaticamente no dispositivo do usuário.

onde podem ser encontrados na tela de histórico de detecções, como mostrado nas Figuras 3c e 3d, onde respectivamente mostram uma tela caso o usuário não tenha efetuado nenhum reconhecimento e outra caso tenha.

As Figuras 4 a-d demonstram as telas de resultados de uma inferência, por questões de usabilidade foi decidido que a porcentagem de confiança é exibida como uma média das confianças de cada folhas da espécie encontrada na imagem junto de quantidade da espécie encontrada entre parênteses. Algo que é perceptível que o modelo se comporta muito bem em diferentes ambientes, como em um fundo de grama, nos ramos da própria árvore ou na mão do usuário.

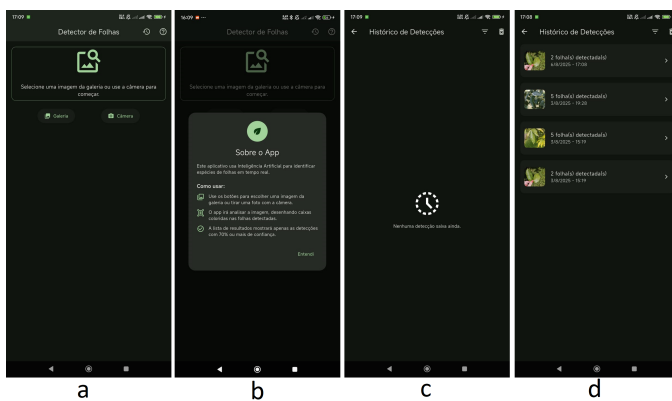


Fig. 3. Telas iniciais.

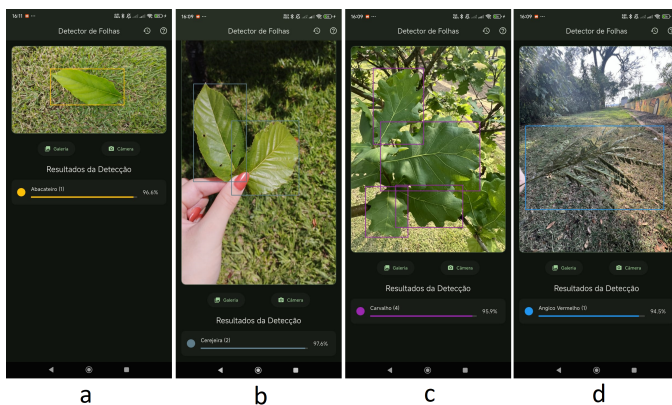


Fig. 4. Tela de resultado de inferência.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto concluiu com sucesso o desenvolvimento de uma aplicação móvel funcional que integra a interface do Flutter com um modelo de visão computacional YOLO. Embora existam alguns objetivos traçados para refinar o aplicativo, como o

desenvolvimento de um modo de câmera em tempo real para reconhecimento, e uma maneira do usuário acessar informações sobre a planta detectada a partir de uma *wiki* ou site relacionado (caso tenha conexão com a rede). Ainda assim é possível provar que ferramenta resultante é capaz de identificar espécies de folhas a partir de imagens, apresentando os resultados de forma clara com caixas delimitadoras e percentuais de confiança em menos de 1 segundo. A implementação de funcionalidades como o filtro de resultados e o histórico de detecções valida a arquitetura como uma solução simples e prática, que não só atinge seus objetivos, mas também serve como uma base sólida e inspiradora para futuras expansões na área de inteligência artificial aplicada.

REFERÊNCIAS

- [1] B. P. de Albuquerque, "As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental," *Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)*, 2007.
- [2] P. A. L. MACHADO and M. A. d. S. ARAGÃO, *Princípios de Direito Ambiental*. Editora Jus Podivm, 2022.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations, "Global forest resources assessment 2020," 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- [4] A. C. P. Mazzei, T. M. F. Floripes, and M. T. M. Feitosa, "A importância da educação ambiental no período operatório concreto para a sustentabilidade existencial," in *PSICOLOGIA: UM OLHAR DO MUNDO REAL-VOLUME 1*, vol. 1. Editora Científica Digital, 2020, pp. 18–25.
- [5] R. C. V. Martins-da Silva, M. G. Hopkins, and I. S. Thompson, "Identificação botânica na amazônia: situação atual e perspectivas." *Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental*, 2003.
- [6] B. L. OLIVEIRA, G. C. FERREIRA *et al.*, "Arquitetura foliar como ferramenta para determinação de espécies em áreas sob manejo florestal." 2024.
- [7] A. Joly, H. Goëau, P. Bonnet, J.-F. Molino, F. Boukthir, and I. Yahiaoui, "Plantnet: Plant identification," 2020, mobile app available on App Store and Google Play.
- [8] N. Kumar, P. N. Belhumeur, S. K. Feiner, and D. W. Jacobs, "Leafsnap: A computer vision system for automatic plant species identification," in *European conference on computer vision*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 195–212.
- [9] A. Miola, *Flutter Complete Reference: Create Beautiful, Fast and Native Apps for Any Device*. Independently Published, 2020. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=y372zQEACAAJ>