

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DIANA NEDOCHETKO STRUGAL

**DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PARA IDENTIFICAÇÃO DE
PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS A PARTIR DE IMAGENS**

PATO BRANCO

2023

DIANA NEDOCHEK STRUGAL

**DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PARA IDENTIFICAÇÃO DE
PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS A PARTIR DE IMAGENS**

**Development of a web application for identifying unconventional food plants
from images**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Agrônoma
do Curso de Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Giovana Faneco Pereira

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DIANA NEDOCHETKO STRUGAL

**DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PARA IDENTIFICAÇÃO DE
PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS A PARTIR DE IMAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Agrônoma
do Curso de Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 12/junho/2023

Giovana Faneco Pereira
Doutorado em ciências ambientais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Edimir Andrade Pereira
Doutorado em engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Michelangelo Muzell Trezzi
Doutorado em Fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Thiago De Oliveira Vargas
Doutorado em Fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2023

Dedico este trabalho a minha mãe, que é e sempre será meu grande amor.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço minha mãe, Rosmari Aparecida Nedochetko, pela vida, por tudo que fez por mim e por estar sempre ao meu lado.

Ao meu irmão Arthur Nedochetko, por ser um excelente ouvinte, parceiro e me motivar a ser uma pessoa melhor a cada dia.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Giovana Faneco Pereira, por toda a colaboração, paciência e sabedoria com que me guiou nesta trajetória, sem seu apoio eu não teria conseguido.

Ao Prof. Dr. Jorge Jamhour, por toda sua paciência, colaboração e disponibilidade em me auxiliar inúmeras vezes no decorrer da construção desse projeto. À minha Psicóloga Dr.^a Giliane Schmitz, pelo carinho, amabilidade e orientação.

Também deixo meu reconhecimento aos meus amigos, Beatriz Tavares, Dielly M. C. Alves, Eliane M. Martelli, Guilherme Barczynsyn, Jananine Rissardi, Leidiane Fantin, Marcelo de Oliveira, Maria R. Faversani, Suélen de Oliveira e Willian Sérgio Marchiori, que me auxiliaram e me acolheram de diversas formas em todo esse processo.

Agradeço à Pró-Reitoria de Relações Empresariais e Comunitárias (PROREC) pela bolsa concedida.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa e da minha trajetória.

"Ao vencido, o ódio ou a compaixão; ao
vencedor, as batatas"
Assis (1994)

RESUMO

Este projeto teve como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação capaz de identificar plantas alimentícias não convencionais (Panc) por meio da captura de imagens e fornecer ao usuário informações básicas e formas de consumo da planta identificada. Para o desenvolvimento da aplicação foram utilizadas ferramentas de desenvolvimento de software, linguagem de programação Python e imagens das espécies capturadas na área do *campus* da UTFPR - Pato Branco. O modelo gerado é capaz de identificar até 40 espécies de Panc, podendo ser alimentado com mais informações a fim de expandir sua capacidade de identificação. O uso dessa tecnologia pode trazer bons resultados no ensino da botânica e no conhecimento geral da população sobre as Panc, bem como pode ser um auxílio para a diminuição da insegurança alimentar e nutricional.

Palavras-chave: hortaliças não convencionais; alimentação; tecnologia botânica; panc.

ABSTRACT

This project aimed to develop an application capable of identifying unconventional edible plants (Panc) through image capture and providing users with basic information and ways of consuming the identified plant. Software development tools, the Python programming language, and images of the species captured in the UTFPR - Pato Branco campus area were used for the application's development. The generated model is capable of identifying up to 40 Panc species and can be supplemented with more information to expand its identification capabilities. The use of this technology can yield positive results in teaching botany and increasing the general population's knowledge of Panc. Additionally, it can serve as a aid in reducing food and nutritional insecurity.

Keywords: unconventional vegetables; food; botanical technology; ufp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de imagens de <i>Pereskia aculeata</i> Mill. (ora-pró-nobis)	22
Figura 2 – Camadas da aplicação	23
Figura 3 – Categorização de uma imagem de <i>Pereskia aculeata</i> (ora-pro-nobis) . .	24
Figura 4 – Imagem de <i>Rubus rosifolius</i> Sm. (moranguinho-silvestre) utilizada para validação manual do modelo	26
Figura 5 – Fluxo de funcionamento da aplicação web	27
Figura 6 – Tela inicial	28
Figura 7 – Menu da aplicação	29
Figura 8 – Tela de busca de receitas	30
Figura 9 – Exemplo de receita	31
Figura 10 – Catálogo de plantas	32
Figura 11 – Exemplo de tela de identificação	33
Figura 12 – Exemplo de tela de informações básicas sobre a Panc identificada . . .	34
Figura 13 – Exemplo de tela de informações expandidas sobre a Panc identificada .	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado do treino do modelo de inteligência artificial (IA)	25
---	-----------

LISTAGEM DE CÓDIGOS FONTE

Listagem 1 – Resultado da validação manual	25
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

ABRAFRUTAS Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados

AppMA Aplicativo Móvel Agrícola

AWS *Amazon Web Services*

CNA Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

FAO Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

Panc Plantas alimentícias não convencionais

UTFPR Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
1.2	Justificativa	13
1.3	Estrutura do trabalho	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Plantas alimentícias não convencionais	15
2.2	A importância do conhecimento botânico	16
2.3	O uso de aplicativos móveis na agricultura	17
2.4	Desafios da informação botânica na internet	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1	Banco de dados	21
3.2	Conjunto de dados de imagens	21
3.3	Modelo de inteligência artificial (IA)	21
3.4	<i>AWS Rekognition</i>	21
4	RESULTADOS	22
4.1	Arquitetura do sistema	22
4.1.1	Categorização	23
4.1.2	Treinamento	23
4.1.3	Teste	24
4.1.4	Modelo de inteligência artificial (IA)	24
4.1.5	Limitações	25
4.2	Desenho e <i>layout</i> inicial do protótipo piloto	26
4.3	Aplicação	32
4.4	Base de dados com receitas	34
5	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a olericultura tornou-se um setor de crescimento progressivo e ótima alternativa para a agricultura familiar, tanto pela possibilidade de diversificação da produção, quanto pelo retorno financeiro. De acordo com o relatório Cenário Hortifruti Brasil (2018), elaborado em conjunto com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS) e o programa Hortifruti Saber & Saúde, a olericultura gera em torno de 7 milhões de empregos distribuídos em aproximadamente 2,6 milhões de hectares, colocando a agricultura familiar no ranque de produções no país (ABRAFRUTAS, 2019).

Algumas hortaliças não convencionais ainda são confundidas com ervas daninhas, ou simplesmente como matos de crescimento espontâneo. Atualmente denominadas Plantas Alimentícias Não Convencionais (Panc), por serem espécies pouco exploradas ou conhecidas somente em alguns locais, que, com a falta da divulgação sobre seu potencial alimentar, acabam sendo pouco utilizadas, ou caindo no esquecimento da população que passa a consumir somente os alimentos que estão em maior disponibilidade nos supermercados, ainda que, sem saber, possuam uma grande disponibilidade de plantas comestíveis em seus quintais (LIRA, 2018).

O uso da tecnologia na entrega de informações científicas sobre as diversas áreas que englobam a agronomia são de grande interesse na atualidade, visto que a união entre tecnologia, informação e agricultura, são uma potencialidade para grandes avanços na produção, manejo e comercialização de alimentos no nosso país. Desse modo, tem aumentado disponibilidade de aplicativos para dispositivos móveis com essa finalidade, porém, muitas vezes acabam deixando de lado a importância do conhecimento sobre as espécies ainda não comercializadas em larga escala, priorizando o aprimoramento de programas informativos somente para espécies que já são muito conhecidas e estudadas e negligenciando as demais.

Com a crescente evolução da internet, mídias sociais e plataformas com diversas funcionalidades que facilitam as atividades do cotidiano, o uso de smartphones, tablets e demais dispositivos móveis, tem proporcionado uma revolução de grande impacto nos últimos tempos (OLIVEIRA; BARROCO, 2023). Desse modo, qualquer informação que não esteja alinhada com o avanço dessas tecnologias acaba sendo considerada uma informação ultrapassada, indisponível ou até mesmo irrelevante.

Sabendo que as tecnologias móveis e a visão computacional tornaram-se muito populares nos últimos anos, é possível aproveitá-las para o desenvolvimento de um produto que contribua para este fim. Assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de aplicativo de identificação e utilização de Panc e, assim, contribuir para o ensino da ciência botânica, desmistificando suas dificuldades e incentivando a diversificação alimentar que poderá ser proporcionada por meio do conhecimento sobre essas espécies vegetais que naturalmente estão disponíveis em diversos locais, mas que nem sempre são percebidas pela população.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Criação de um protótipo de uma aplicação capaz de identificar espécies de plantas alimentícias não convencionais e apresentar receitas com a planta identificada.

1.1.2 Objetivos específicos

- Aumentar o acervo de fotos e informações criteriosas sobre as plantas alimentícias não convencionais (Panc);
- Criação de um banco de dados com imagens e informações sobre as Panc para uso de aplicações computacionais;
- Desenvolver um modelo de IA capaz de identificar as Panc por meio de imagens;
- Desenvolver um sistema integrado ao modelo IA, capaz de fornecer receitas das Panc identificadas;
- Incentivar a identificação e o consumo de Panc melhorando, também, o conhecimento botânico da população.

1.2 Justificativa

Com uma visão no futuro e frente aos trabalhos de pesquisa já realizados, compreende-se a necessidade de uma forma mais efetiva de disponibilizar o conhecimento sobre as Panc para a população, assim, com o desenvolvimento de um aplicativo que possa auxiliar na identificação de espécies de Panc, espera-se que a população venha a diversificar sua alimentação com novas espécies que podem ser encontradas até mesmo no quintal de suas residências.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado obedecendo a seguinte sequência: Introdução, referencial teórico, materiais e métodos, resultados e conclusão. Na introdução, contém uma abordagem inicial sobre as Panc e a união da tecnologia da informação na agricultura. Ainda nesse item, são apresentados os objetivos deste trabalho e a justificativa de desenvolvê-lo. No referencial teórico, abordam-se alguns conceitos básicos sobre Panc, a importância do conhecimento botânico, além de discutir o uso de aplicativos móveis na agricultura e os desafios da botânica na internet. Já em materiais e métodos apresentam-se as tecnologias, ferramentas e serviços que

foram utilizados para o desenvolvimento da aplicação. Além disso, demonstram-se os métodos utilizados como o desenvolvimento de uma arquitetura de sistema, um modelo de inteligência artificial (IA) e uma representação gráfica da aplicação. Nos resultados, faz-se a validação do Modelo de IA desenvolvido verificando a sua precisão para cada espécie e suas limitações. Por fim, apresentam-se as conclusões do trabalho relacionando os objetivos e os resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas alimentícias não convencionais

Com o passar dos anos, muito tem se falado sobre a megabiodiversidade brasileira, algo que é sempre ressaltado na mídia, nas instituições de pesquisa, nas pautas políticas e até mesmo nas conversas do cotidiano, entretanto, na prática ainda existe muito a ser explorado afim de aproveitar todas as possibilidades dessa biodiversidade de forma efetiva e sustentável (KINUPP; LORENZI, 2014).

Com a grande disponibilidade de produtos alimentares disponíveis nos supermercados, a população distancia-se de uma alimentação realmente diversificada, negligenciando diversas espécies com potencial alimentar e medicinal, passando a se alimentar com produtos ultraprocessados, que em sua maioria são pouco nutritivos. Esse hábito, além de ocasionar problemas de saúde, limita o conhecimento de todos os sabores, cores, aromas que podem ser implementados na alimentação (FISCHER; GARNETT, 2016).

De acordo com Fischer e Garnett (2016),

“o aumento do consumo de produtos processados tem afastado a população de uma alimentação saudável levando a um consumo demasiado aliado ao desperdício. Os sistemas alimentares atuais estão sendo cada vez mais desafiados a fornecer alimentos adequados, seguros, diversificados e com nutrientes necessários a uma alimentação saudável.”

Nos últimos anos criou-se o hábito de popularizar diversas plantas de crescimento espontâneo com o termo “daninhas”, mas que são simplesmente espécies de crescimento espontâneo em meio a outras produções, muitas vezes sendo plantas alimentícias, ainda que estejam em desuso pela maior parte da população, assim se tornando não convencionais. O mesmo acontece com muitas plantas silvestres, que são chamadas de “matos”, mas que possuem grande valor nutricional imediato ou futuro se fossem aplicados estudos para a seleção e manejo adequado para essas espécies (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

Diante desse contexto, o termo Panc (Plantas Alimentícias Não Convencionais) foi criado em 2008 pelo Biólogo e Professor Valdely Ferreira Kinupp, e refere-se a todas as plantas que possam servir como alimento, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas, mas que não estejam incluídas em nosso cardápio cotidiano. Caracterizam-se como Panc as espécies que são consumidas apenas em algumas localizações, não tendo aceitação nas demais regiões do país e que não tenham sido completamente estudadas pela comunidade científica (KINUPP; LORENZI, 2014). São conhecidas pelo menos 3 mil espécies classificadas como plantas alimentícias no território brasileiro, e é estimado que aproximadamente 10% da flora nativa, o que corresponde a um número entre 4 e 5 mil espécies, que podem ser utilizadas na alimentação (KELEN *et al.*, 2015).

Segundo dados fornecidos pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o número de plantas consumidas pelo homem a nível mundial, caiu de 7 mil para 170 nos últimos cem anos. Dados que expressam claramente a categorização alimentar que está sendo difundida na sociedade, com toda a industrialização e diminuição da diversidade alimentar in natura.

As Panc são plantas que podem fazer parte do nosso consumo diário, pois são facilmente encontradas na natureza e podem ser utilizadas na fitoterapia e medicina popular. Essas espécies desempenham o papel de alimentos funcionais, por apresentarem todos os nutrientes necessários para o nosso organismo, como antioxidantes, fibras, vitaminas e minerais (KELEN *et al.*, 2015). A grande maioria das Panc não são cultivadas, crescem espontaneamente sem que ninguém as tenha plantado, entretanto são ótimas opções para cultivo, uma vez que precisam apenas de cuidados básicos, quando comparadas a outras culturas, são espécies muito resistentes que possuem uma grande variedade genética e por esse motivo são independentes (LIBERATO; LIMA; SILVA, 2019).

Algumas hortaliças também fazem parte das Panc, isso quando seu cultivo é comum em uma região, mas pode não ser em outra. Entretanto, o conhecimento que é disseminado entre a população sobre essas espécies é insuficiente, por se tratar de informações equivocadas. Assim se faz necessário impulsionar os estudos nessa área, uma vez que quase não se tem pesquisas de longo prazo, ou voltadas para a área de melhoramento genético, programas governamentais que incentivem o fortalecimento na produção e comercialização destas, ou ao menos a diminuição dos desafios quando o produtor deseja iniciar a produção dessas espécies (LIBERATO; LIMA; SILVA, 2019). A inserção dessas plantas na alimentação significa, para além de variar o cardápio, o conhecimento de novos sabores aliados a uma alimentação abundante em diversos nutrientes necessários para o nosso organismo (KINUPP; LORENZI, 2014).

2.2 A importância do conhecimento botânico

Derivada do grego, a palavra “botânica” teve origem pela união do verbo *boskein*, “alimentar” com *botané* “planta”, e hoje é o ramo das ciências biológicas aplicado ao estudo das plantas (LINNE, 2005). Esse campo da biologia investiga a morfologia, reprodução, metabolismo, anatomia, evolução, fisiologia, ecologia, distribuição, identificação, classificação, doenças e muitos outros aspectos que envolvem as plantas.

A botânica é muitas vezes considerada um tema entediante e ultrapassado, despertando pouco interesse quando comparada a outros assuntos da biologia. A inclinação a esse pensamento pode ser interpretada como uma característica dos seres humanos, que com a grande convivência com tantas espécies, passou a desenvolver o que é denominado como cegueira botânica, que é uma condição em que não somos capazes de distinguir as diversas espécies que encontramos no nosso cotidiano por considerarmos como algo irrelevante, com isso, gerando reflexos negativos no ensino e na pesquisa em biologia. As escolas, de modo geral, fornecem

um conhecimento muito básico ou muitas vezes nenhum na área da botânica, e nas universidades, as disciplinas que permeiam o assunto, pouco contribuem com informações sobre plantas nativas ou plantas alimentares que saiam do consumo cotidiano, sempre limitando o conhecimento botânico apenas sobre determinadas espécies, normalmente somente sobre as que são produzidas em larga escala (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

O conceito de alimentação se transforma conforme o conhecimento da população sobre o que são alimentos saudáveis e quais seus benefícios. A busca por uma vida saudável leva as pessoas a buscarem novas formas de alimentação tendo em vista sua funcionalidade e sustentabilidade. Porém, segundo Passos, Vasconcellos e Santos (2022), atualmente com toda a tecnologia disponível, tornou-se muito fácil o acesso a diversas informações de forma instantânea, entretanto, essa grande quantidade fez com que as pessoas tornem-se menos críticas com relação ao que é apresentado. Assim, muitas informações equivocadas acabam sendo absorvidas, uma vez que, em grande parte da internet existe a livre expressão de ideias sem validação científica e, assim, muitos conteúdos duvidosos ou falsos acabam sendo consumidos (PASSOS; VASCONCELLOS; SANTOS, 2022).

2.3 O uso de aplicativos móveis na agricultura

A tecnologia tem avançado muito nos últimos anos, tendo como um dos principais equipamentos eletrônicos utilizados pela população, o smartphone, que após alguns anos de desenvolvimento, passou a proporcionar múltiplas funções ao usuário, permitindo o acesso à internet, organização pessoal, registro de imagens e geolocalização. Assim oferecem ferramentas com diversas funcionalidades, desde jogos e redes sociais, até aplicativos que são capazes de fazer transferências de dinheiro em tempo real, investimentos e até mesmo substituir equipamentos de alto valor, assim sendo um dos principais fatores que fizeram com que os smartphones tenham se popularizado e se tornado essenciais para a comunicação, diversão e facilitando as atividades do cotidiano (LIMA *et al.*, 2020).

O termo Aplicativo Móvel Agrícola (AppMA) é o termo utilizado para designar qualquer aplicativo móvel que tenha alguma utilidade, ou que seja capaz de suprir as necessidades ou desejos do setor agrícola e pecuário, bem como de suas partes interessadas. As áreas de atuação dos AppMA podem ser diversas, atualmente sendo utilizados na verificação dos preços dos produtos agrícolas, condições climáticas, níveis de estoque, técnicas agrícolas, rastreamento e gerenciamento de gado, monitoramento de parto, gerenciamento de pontos de água, gerenciamento de irrigação, conversação entre maquinários, estimativa e mapeamento de rendimentos, mapeamento de tipos de solo, transações com o governo, entre outras (KARETSOS; COSTOPOULOU; SIDERIDIS, 2014).

Dentro do território nacional já existem diversos aplicativos desenvolvidos para implementar o uso da tecnologia na agricultura com a finalidade de melhorar a entrega de informações atualizadas para o produtor. Entre eles podem ser destacados os aplicativos utilizados no

gerenciamento de propriedades com atividade leiteira (COSTA *et al.*, 2015); o desenvolvimento de um sistema de informação visando a demonstração de ocorrências de mosca branca em determinada região (NARCISO; QUINTELA, 2015); um aplicativo que calcula a compatibilidade de pneus de tratores agrícolas e a relação peso/potência, com a finalidade de amenizar o efeito do galope (MACHADO *et al.*, 2015); um aplicativo que oferece recomendação de adubação para a cultura da mandioca, utilizando como base as análises químicas (NASCIMENTO; SALAME; TAVARES, 2015); e, na comunidade acadêmica, pode-se observar o elaboração de outros trabalhos voltados ao desenvolvimento de aplicativos que se propõem a contribuir com a produção agrícola no Brasil (SILVEIRA; ALVES; CORREIA, 2015).

Além de pesquisadores, acadêmicos e profissionais dos diversos segmentos da área agrícola, os principais usuários dos AppMA são os produtores rurais e as cooperativas (BRILHADOR; SERRARENS; LOPES, 2015). Os AppMA proporcionam aos usuários diferentes informações que, muitas vezes, são de difícil acesso ao se realizar uma busca simples na internet e podem evitar o deslocamento do produtor até um profissional. Além disso, podem servir de auxílio para o trabalho da extensão rural, melhorando a cadeia dos diversos suprimentos agrícolas por meio do aumento dos serviços e das informações de mercado, promovendo benefício para a socioeconomia, agregação de valor nos produtos cultivados e aumentando a competitividade na produção e comercialização (QIANG *et al.*, 2012).

2.4 Desafios da informação botânica na internet

Na área da educação os aplicativos móveis têm sido um destaque, sendo utilizados para diversas áreas de ensino. A oportunidade de ter acesso à informação de qualidade na palma da mão faz com que a indústria de apps educacionais tenha uma grande expansão ano após ano. Um exemplo de aplicativo educacional, que também se classifica como um AppMA, é o PlantAI: Aplicativo de classificação e localização de plantas em risco de extinção na Mata Atlântica, funcionando como um auxílio na identificação de espécies, mas que ainda conta com uma equipe de profissionais que está aperfeiçoando seu desenvolvimento (DE SOUZA *et al.*, 2020).

Entretanto, De Souza *et al.* (2020) sugerem que a desinformação científica vem se intensificando com o passar dos anos, com o grande aumento do uso das redes sociais, criação de jornais online, fóruns, páginas e aplicativos de caráter informativo, criados e alimentados por pessoas que não possuem o conhecimento técnico adequado e estão apenas expondo suas ideias e experiências pessoais, e se sentem confortáveis em transmitir tais informações, pelo fato, da internet como um todo não possuir nenhum tipo de fiscalização ou filtro voltado para essas áreas. Além disso, atualmente a geração de renda a partir da monetização de conteúdos virtuais em ambientes que estejam habilitados para exibição de propagandas, tem se tornado algo muito lucrativo, impulsionando a criação dessas plataformas.

Com a desvalorização das pesquisas no estudo botânico torna-se cada dia mais difícil coletar informações adequadas sobre as plantas, principalmente porque existe uma grande barreira na divulgação de materiais científicos, deixando a população livre para consumir conteúdos com informações que nem sempre são as mais coerentes (BARBEDO, 2016). Neste momento, ainda são poucos os aplicativos funcionais na área de identificação de espécies vegetais, tendo em vista os diversos desafios enfrentados pelos próprios especialistas em uma área de grande complexidade, o que muitas vezes pode resultar em um erro de identificação quando duas ou mais espécies, que possuem múltiplas semelhanças entre si, são comparadas (BARBEDO, 2016).

Ainda, de acordo com Barbedo (2016), a identificação automática de plantas, a partir da captura de imagens não profissionais, com a utilização de um software de processamento de imagens digitais, visão computacional e aprendizado de máquina, é uma área de estudo que naturalmente pode ocasionar diversos desafios, que podem ser separados em fatores extrínsecos e intrínsecos. Entre os principais fatores extrínsecos, merece destaque o fundo da imagem, o qual pode conter elementos que possam dificultar a distinção da área de interesse, como o número de estames, pétalas ou sépalas. Por exemplo, ao fundo de uma imagem de uma flor, existem outras plantas em que prevalecem cores, formas e elementos semelhantes que poderão ocasionar dificuldades na determinação da espécie de interesse. Outros fatores extrínsecos, que devem ser considerados, são as condições de qualidade da imagem, como iluminação, nitidez, reflexos e demais interferências. Já, entre os fatores intrínsecos, está a grande quantidade de espécies com características semelhantes, estágio vegetativo, contaminação por doenças, estresses, mutações, condições climáticas e outras causas que geram mudanças na morfologia das plantas.

Porém, a utilização de aplicativos móveis é algo promissor ao se tratar da disseminação de conhecimento, pois é uma oportunidade de incentivar o saber botânico por meio da identificação das espécies e, ao se tratar das plantas alimentícias não convencionas, isso torna-se mais relevante, por possibilitar ao usuário a identificação de espécies que podem ser utilizadas como alimento (LIRA, 2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi conduzido nas dependências do *campus* da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, localizada no município de Pato Branco.

Inicialmente realizou-se a coleta de informações sobre quais espécies de plantas alimentícias não convencionais (Panc) estavam disponíveis na área de abrangência do *campus* e, a partir disso, a seleção de quais seriam utilizadas. Posteriormente, foi efetuada a revisão bibliográfica relacionada às plantas que seriam integradas ao banco de dados, em conjunto com os registros fotográficos de todas as partes morfológicas das espécies escolhidas. Simultaneamente ao processo de coleta de informações e imagens, iniciou-se a elaboração de receitas, que incluem desde a simples implementação de uma Panc na alimentação cotidiana, até receitas com uma ou mais Panc como ingrediente principal do prato.

As informações coletadas foram transferidas das planilhas de registro para uma base de dados (data center em nuvem), o qual mantém contato direto com o *software* utilizado. Assim, após o estabelecimento de uma base de dados que contempla informações de aproximadamente 40 espécies e a finalização de um acervo fotográfico com imagens de todas as partes das plantas listadas, seguiu-se para o desenvolvimento do *software* que deu origem à aplicação. O sistema de banco de dados utilizado foi o *AWS DynamoDB*, desenvolvido pela *Amazon Web Services (AWS)*, por ser simplificado, suportar dados textuais e por possuir uma versão gratuita.

Diante disso, foi estabelecida a arquitetura do projeto, contendo seus principais elementos: modelo de inteligência artificial (IA) para identificação de imagens, o banco de dados textuais e a aplicação. A arquitetura é uma forma organizada de situar os elementos computacionais dentro do ecossistema de *software* do sistema e servirá de norte para o desenvolvimento do projeto.

Para construir o modelo de IA, foram utilizados os recursos do acervo fotográfico a fim de treinar uma rede neural que fosse capaz de aprender padrões de cada espécie. A ferramenta de IA utilizada foi o *AWS Rekognition*, em sua versão gratuita com a licença para estudantes, que consiste em um serviço fornecido pela *AWS* para reconhecimento de imagens. Tal serviço é capaz de identificar diversos elementos como produtos de uma prateleira, faces humanas, animais e plantas, se treinado corretamente. Para o desenvolvimento do sistema, elaborou-se uma representação gráfica, que consiste no design e layout de todas as telas do sistema. A representação gráfica serviu para guiar o desenvolvimento da parte visual da aplicação. Já, a estruturação da aplicação foi desenvolvida com a linguagem de Programação *Python* com o *framework Nice-GUI* para a parte visual. A linguagem *Python* foi escolhida por ser uma linguagem de programação muito próxima à linguagem natural humana, o que torna seu aprendizado dinâmico.

3.1 Banco de dados

O banco de dados da aplicação consiste em dados textuais informativos sobre as Panc. Os dados são fornecidos manualmente e permitem ser editados posteriormente. Para o modelo de identificação, foi utilizado o serviço *AWS DynamoDB*¹, que hospeda tanto o mecanismo quanto os dados brutos do banco de dados.

3.2 Conjunto de dados de imagens

O conjunto de dados de teste consiste em diversas imagens de Panc coletadas para este trabalho na área do *campus*. A Figura 1 ilustra algumas das imagens utilizadas para a construção do conjunto de dados, o qual foi particionado em pastas com os nomes das espécies de Panc. Dessa maneira, é possível dizer ao algoritmo que o nome da pasta é a identificação das imagens de plantas nela contida.

3.3 Modelo de inteligência artificial (IA)

O reconhecimento das imagens foi feito utilizando um modelo de IA capaz de aprender padrões de imagens de plantas. A criação desse modelo consistiu em três etapas básicas: categorização do conjunto de fotos, treinamento e teste. Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi utilizado o serviço *Rekognition* fornecido pela *Amazon Web Services*².

3.4 AWS Rekognition

O *AWS Rekognition* é um serviço capaz de identificar objetos em imagens de acordo com a necessidade do usuário. Com essa ferramenta, é possível identificar produtos em prateleiras de lojas, classificar peças de máquinas em uma indústria ou identificar qualquer item, se for feito um treinamento adequado. O *AWS Rekognition* foi escolhido por sua capacidade de, a partir de um conjunto de imagens, produzir um modelo de análise em algumas horas. O serviço analisa o grupo de imagens e seleciona os melhores algoritmos de *machine learning* (aprendizagem de máquina), a fim de treinar e gerar um modelo de detecção de imagens, que para este trabalho foi o banco de dados das Panc.

¹ Amazon DynamoDB - Disponível em <https://aws.amazon.com/pt/dynamodb/>. Último acesso em 10/03/2023.

² Amazon Rekognition - Disponível em <https://aws.amazon.com/rekognition/>. Último acesso em 10/03/2023.

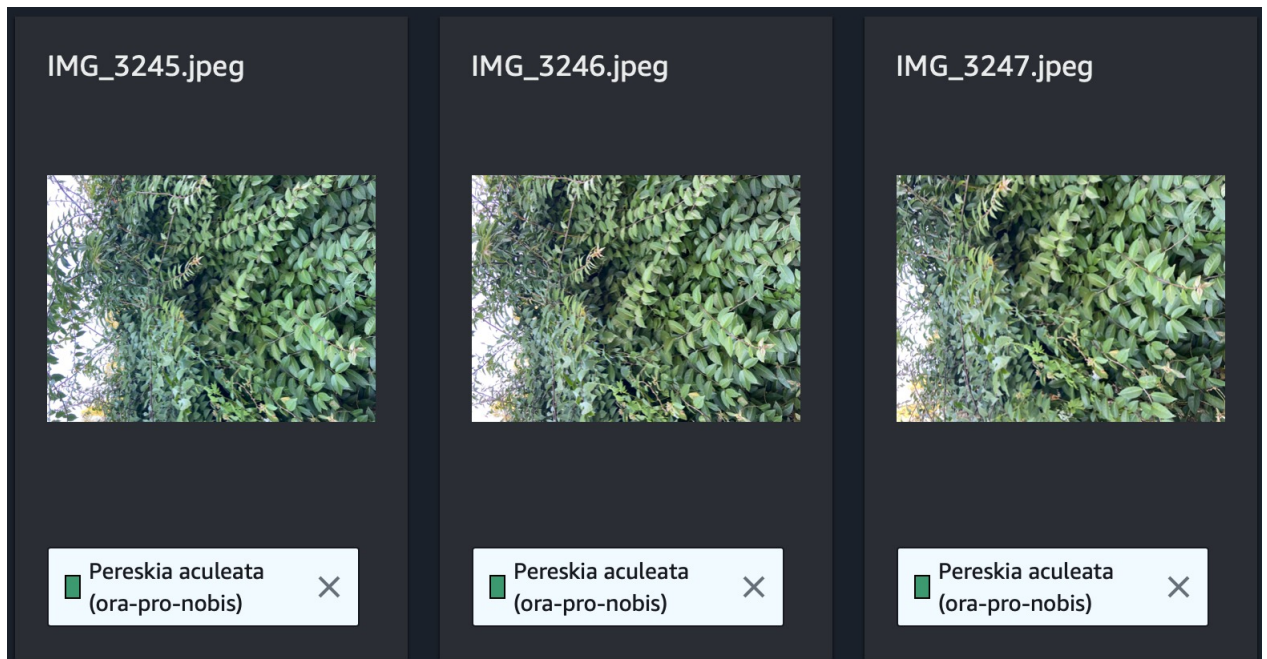
4 RESULTADOS

Com a união de diversos recursos computacionais de *software* viabilizou-se o desenvolvimento da aplicação. Foram necessários elementos como dados textuais e imagens, serviços externos de *software* e ferramentas para *design* de interação. Para organizar o funcionamento de todos esses recursos que fazem parte do sistema foi necessário desenvolver uma arquitetura de sistema.

4.1 Arquitetura do sistema

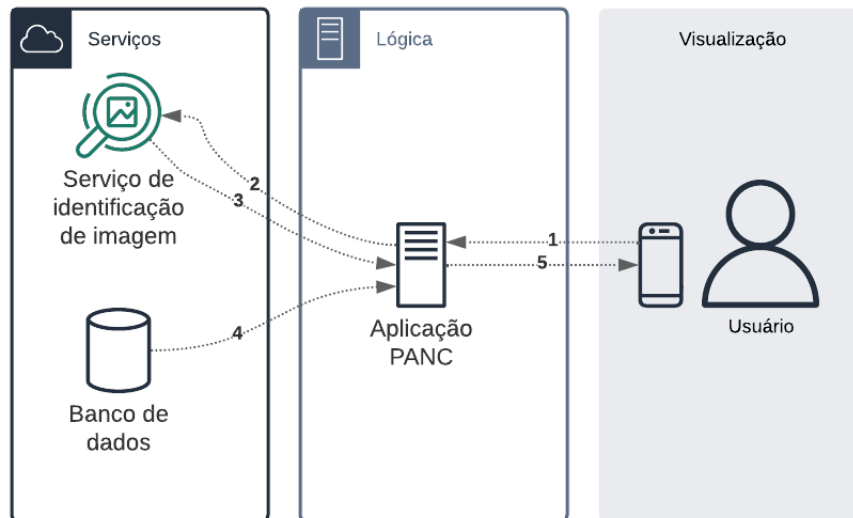
A aplicação foi dividida em três principais camadas básicas: visualização, lógica e serviços. A camada de visualização é a interface responsável por apresentar ao usuário os campos necessários para que ele forneça uma imagem de entrada para detecção. Essa interface entrega a entrada fornecida pelo usuário para a camada lógica conforme é ilustrado na Figura 2(1). Além disso, a interface é responsável por renderizar a resposta da aplicação para o usuário conforme mostra a Figura 2(5). A camada lógica é responsável por coordenar o processamento principal da consulta. Nessa etapa, a aplicação invoca serviços externos, sendo eles o serviço de reconhecimento de imagem e um banco de dados (Figura 2 itens 2, 3 e 4). Após obter uma resposta desses componentes externos, a aplicação monta uma resposta adequada e devolve a requisição para a interface.

Figura 1 – Exemplo de imagens de *Pereskia aculeata* Mill. (ora-pró-nobis)



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 2 – Camadas da aplicação



Fonte: Autoria própria (2023).

A camada de serviços é onde se situará todo processamento da detecção da imagem e armazenamento de dados das plantas. É no processamento que a imagem de entrada será submetida à rede neural para classificação do tipo de planta e à leitura de suas informações textuais no banco de dados. Para isso, foi utilizado um serviço externo de reconhecimento de imagem conforme mostra a Figura 2. Além disso, armazenam-se diversas informações textuais sobre cada uma das Panc em um banco de dados também fornecido como serviço nessa camada.

4.1.1 Categorização

A categorização das imagens do conjunto foi feita à medida em que esse foi construído. Cada imagem foi adicionada na pasta correspondente da espécie de planta que representa. Essa etapa é importante, pois prepara as imagens para as etapas de treino e teste, sendo essencial que cada imagem utilizada corresponda a uma categoria para que o modelo aprenda. A Figura 3 exemplifica uma imagem de *Pereskia aculeata* Mill. (ora-pró-nobis) categorizada.

4.1.2 Treinamento

A segunda etapa da criação do modelo consistiu no treinamento. Nessa etapa, os algoritmos de treino converteram as imagens para um formato a fim de facilitar sua manipulação pelo *software*. Em seguida, utilizando algoritmos de visão computacional, foram extraídos padrões de cada imagem do conjunto e o modelo compreendeu que determinados padrões pertencem

Figura 3 – Categorização de uma imagem de *Pereskia aculeata* (ora-pro-nobis)

IMG_3251.jpeg



■ **Pereskia aculeata (ora-pro-nobis)** ✕

Fonte: Autoria própria (2023).

a uma planta a partir da associação desses padrões a uma categoria. Por padrão, 80% das imagens do conjunto de dados são utilizadas aleatoriamente durante essa etapa.

4.1.3 Teste

A terceira e última etapa da criação do modelo consistiu no teste e avaliação da precisão. Nessa fase, 20% das imagens de dados não utilizadas durante a etapa de treino para validar o modelo. O algoritmo de teste seleciona cada imagem e verifica se o modelo gerou o resultado esperado com base na sua categorização.

4.1.4 Modelo de inteligência artificial (IA)

O modelo de IA gerado é capaz de identificar até 40 espécies de Panc, podendo ser alimentado com mais informações e realizando novos treinos a fim de expandir sua capacidade de identificação.

Para o conjunto de imagens utilizado, o treino realizado foi bastante efetivo, apresentando uma taxa de precisão de 100% para a maioria das espécies. A Tabela 1 informa, para cada espécie, o número de imagens testadas. O teste consistiu em utilizar uma imagem já identificada do *dataset*, utilizando-a como entrada e validando o resultado coincidente com sua identificação. Nota-se que apenas *Tropaeolum majus* L. (capuchinha) apresenta uma precisão

menor do que 100%, devido à variabilidade de cores apresentadas pelas flores, que vão desde um amarelo-claro, passando pelo alaranjado até o vermelho-escuro, incluindo a mesclagem dessas cores.

Tabela 1 – Resultado do treino do modelo de inteligência artificial (IA)

Planta	Imagens de teste	Precisão
<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav. (tagetes)	11	100,0%
<i>Tradescantia zebrina</i> Bosse (lambari-roxo)	11	100,0%
<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill. (cactus-palma)	9	100,0%
<i>Hibiscus acetosella</i> Welw. ex Hiern (vinagreira)	24	100,0%
<i>Pereskia aculeata</i> Mill. (ora-pró-nobis)	13	100,0%
<i>Tropaeolum majus</i> L. (capuchinha)	16	94,1%
<i>Rubus rosifolius</i> Sm. (moranguinho-silvestre)	12	100,0%
<i>Rumex acetosa</i> L. (azedinha)	18	100,0%
<i>Begonia semperflorens</i> Link e Otto (begônia)	10	100,0%
<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav. (malvavisco)	12	100,0%

Fonte: A autoria própria (2023).

Além da validação realizada pelo próprio modelo, foi realizada, ainda, uma validação manual utilizando imagens de fora do *dataset*. A Figura 4 ilustra a imagem de *Rubus rosifolius* Sm. (moranguinho-silvestre), a qual não está contida no *dataset* original, simulando uma interação de usuário via aplicação. Verificou-se na Listagem 1 que o modelo retornou a espécie esperada, moranguinho-silvestre, com uma confiança de 99,91%, mesmo que, ao fundo, exista a presença de folhas de outras espécies. Nesse caso, o nível de confiança elevado deve-se, possivelmente, ao formato e texturas distintas das estruturas morfológicas das espécies que compõem a imagem.

Listagem 1 – Resultado da validação manual

```

1 {
2   "CustomLabels": [
3     {
4       "Name": "Rubus rosifolius (moranguinho-silvestre)",
5       "Confidence": 99.91300201416016
6     }
7   ]
8 }
```

Fonte: A autoria própria (2023).

4.1.5 Limitações

O *AWS Rekognition* possui um custo para ser utilizado. Esse custo varia conforme o tamanho do conjunto de dados treinado e o tempo em que modelo fica *online* em treinamento, entretanto, o mesmo possui uma versão educacional que pode ser utilizada sem custos.

Figura 4 – Imagem de *Rubus rosifolius* Sm. (moranguinho-silvestre) utilizada para validação manual do modelo



Fonte: Aatoria própria (2023).

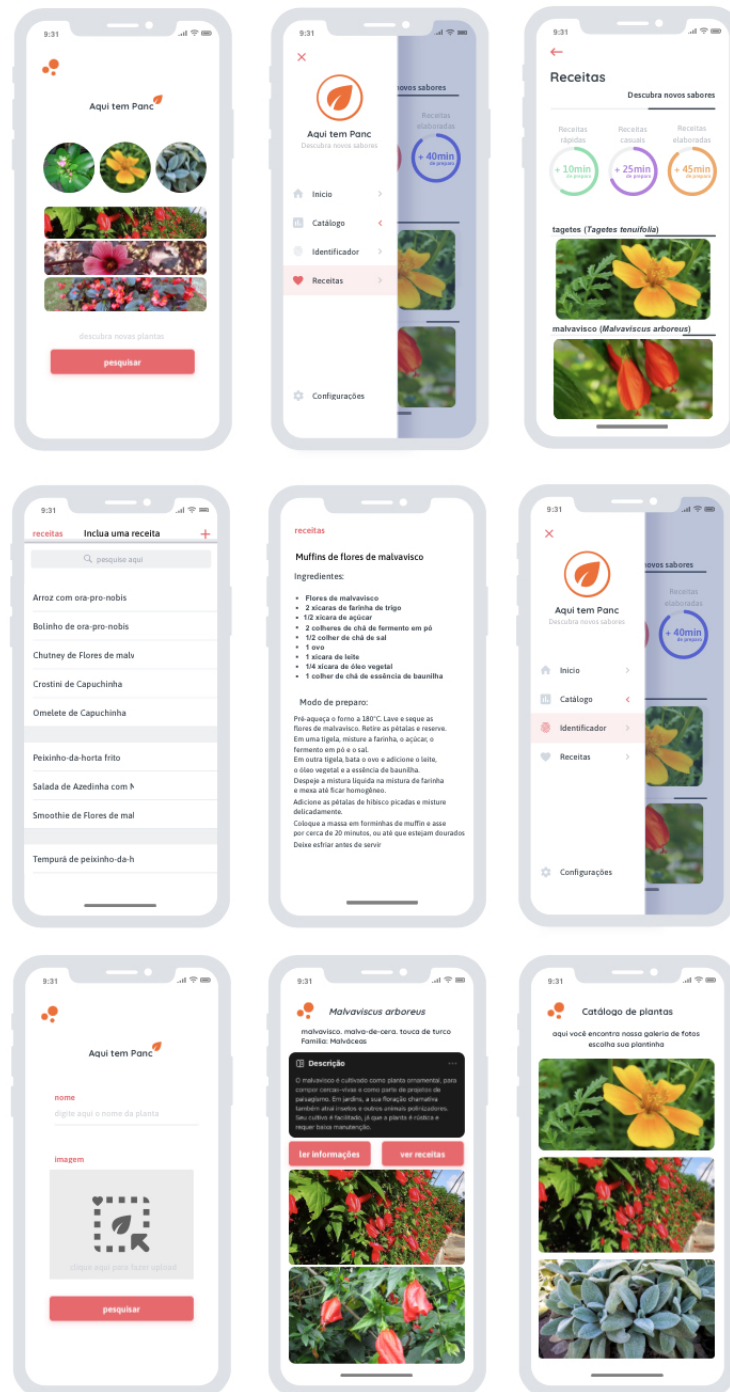
4.2 Desenho e *layout* inicial do protótipo piloto

O *layout* da aplicação foi desenvolvido para apresentar uma interface dinâmica e intuitiva que apresentasse informações básicas e relevantes para o usuário. Contando com informações que não sobrecarregam a percepção de imagem com a utilização de cores pouco vibrantes e suas abas foram desenvolvidas para garantir o conforto e a acessibilidade no manuseio, assim como apresentado na Figura 5. Essa mesma figura ainda ilustra o fluxo de funcionamento, bem como as telas projetadas para cada função que a aplicação oferece.

A Figura 6 ilustra a tela inicial da aplicação. Nessa tela, nota-se, no canto superior esquerdo, o ícone de acesso ao menu. No centro encontram-se minaturas de plantas em destaque, que ao serem acionados, direcionarão o usuário à página de informações da espécie escolhida. Na tela inicial verifica-se, também, o ícone de pesquisa, que ao ser selecionado, dará acesso à página de busca por nome ou imagem.

A Figura 7 ilustra o menu, que fornece ao usuário o acesso a todas as funcionalidades da aplicação. No canto superior esquerdo, encontra-se o ícone de fechamento da aba. Logo abaixo, na área central superior, encontra-se o logotipo da aplicação e seu nome ("Aqui tem Panc"). Abaixo estão dispostos os ícones de início, que direcionam o usuário para a página inicial, o ícone de catálogo que permite o acesso ao catálogo de plantas alimentícias não convencionais registradas no banco de dados, o ícone de identificação, que permite o acesso à página de

Figura 5 – Fluxo de funcionamento da aplicação web

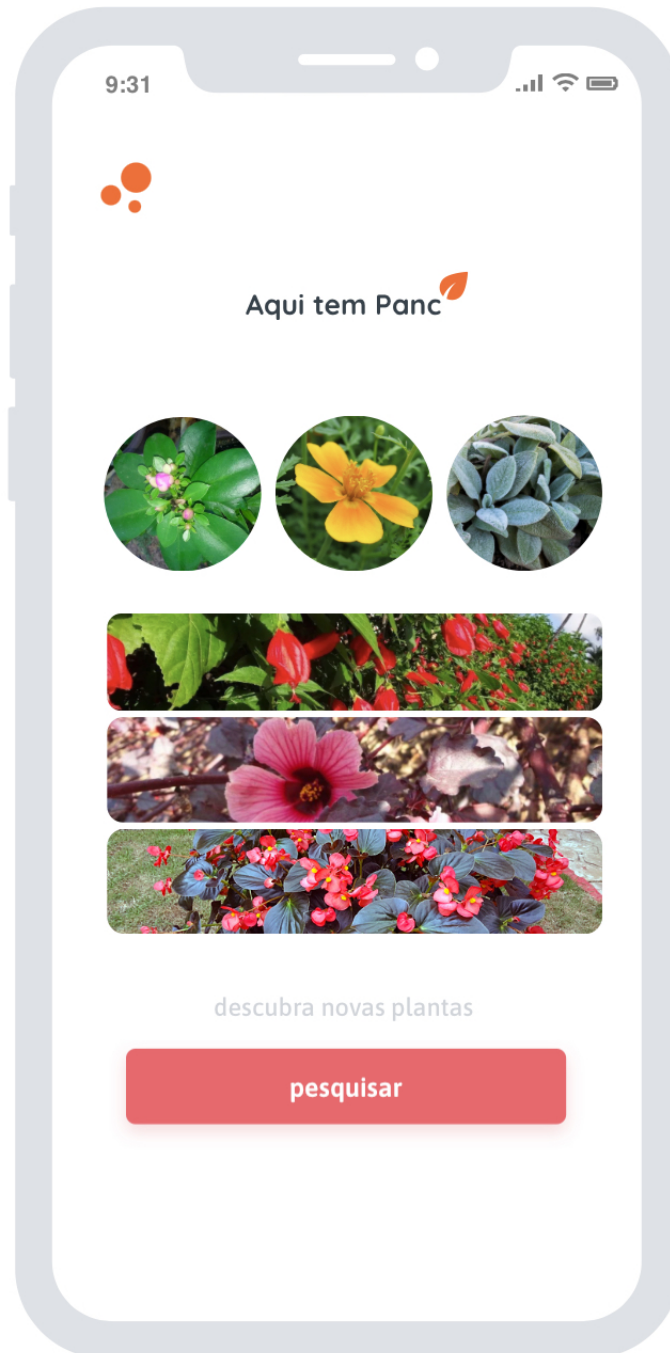


Fonte: Autoria própria (2023).

busca e identificação de plantas alimentícias não convencionais registradas no sistema, o ícone de receitas, que permite o acesso ao acervo de receitas culinárias com Panc e, por fim, o ícone de configurações, que permite o acesso às configurações e informações de registro da aplicação.

A Figura 8 ilustra a página de receitas, que oferece ao usuário uma lista de receitas dispostas em ordem alfabética de A a Z, que levam em sua composição o uso de Panc.

Figura 6 – Tela inicial



Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 9, ilustra a página de uma das receitas do acervo, mostrando ao usuário o nome da receita escolhida na página anterior, a lista de ingredientes e o modo de preparo para a execução do prato.

A Figura 10 ilustra o catálogo de plantas que o sistema compreende. Na parte superior estão dispostos ícones com os níveis de dificuldade de execução das receitas, que são classificados pela média de tempo gasto em seu preparo. O usuário pode selecionar uma das plantas

Figura 7 – Menu da aplicação



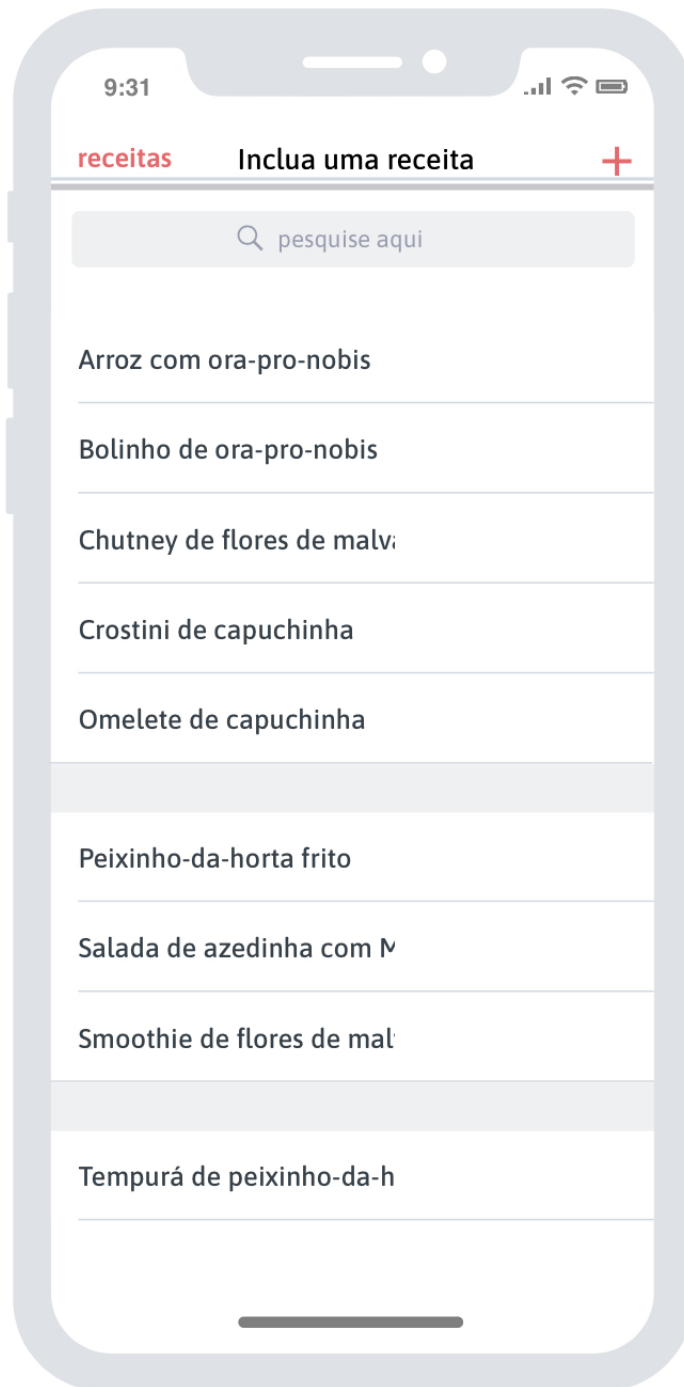
Fonte: Autoria própria (2023).

dispostas no catálogo e verificar suas informações, além de receitas que utilizam a planta escolhida como ingrediente.

A Figura 11 ilustra a página de identificação das espécies de Panc registradas no sistema. Na parte superior esquerda está situado o ícone de menu, na parte central foi adicionada uma caixa de texto na qual o usuário pode escrever o nome popular ou o nome científico da planta. Logo abaixo, está situado o buscador por imagem, no qual, ao clicar, o usuário poderá escolher a opção de fazer o *upload* de uma imagem da galeria do seu dispositivo ou fazer a captura da imagem. Ao final da página encontra-se o botão de busca, que ao ser acionado irá identificar a espécie e levar o usuário para a página de informações relacionadas à planta.

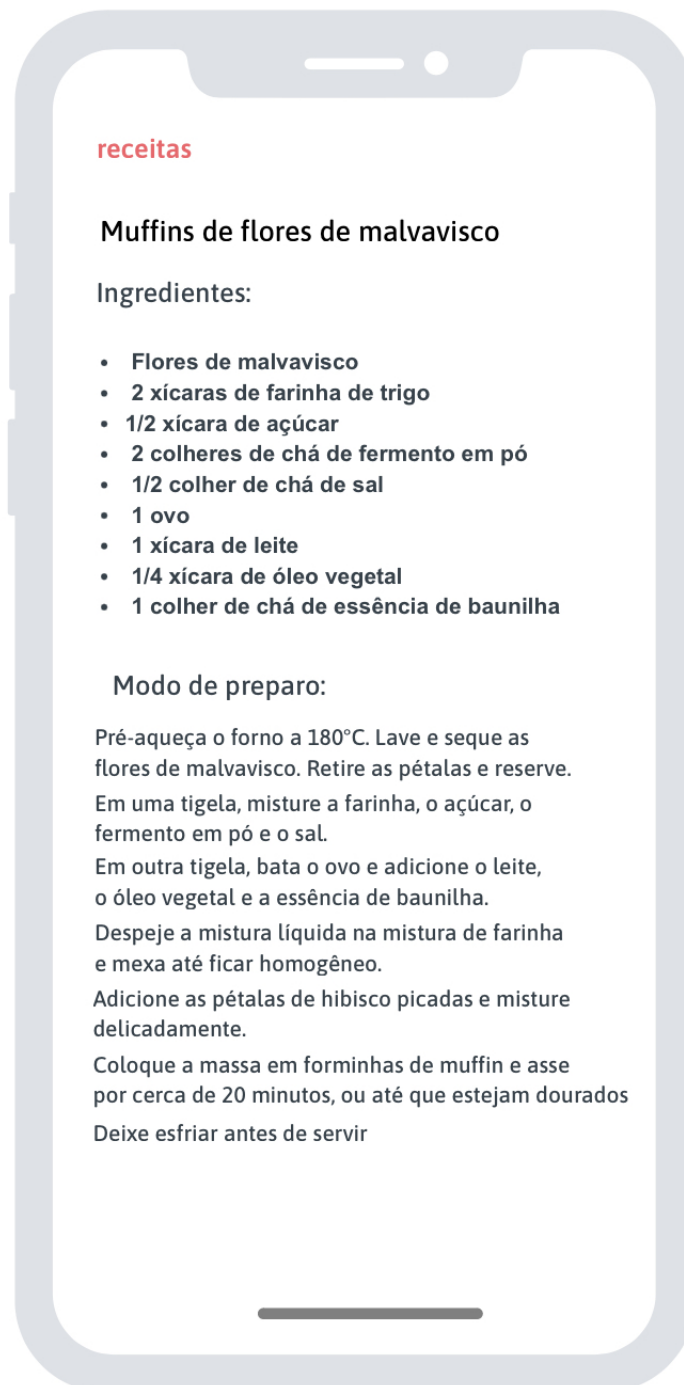
A Figura 12 ilustra a página informativa da espécie previamente identificada ou selecionada pelo usuário. Na parte superior situa-se o ícone de menu e o nome científico da planta. Logo abaixo, estão os nomes populares pelos quais as espécies são conhecidas e sua família botânica. No centro da página é apresentado um breve resumo com informações da planta e

Figura 8 – Tela de busca de receitas



Fonte: Autoria própria (2023).

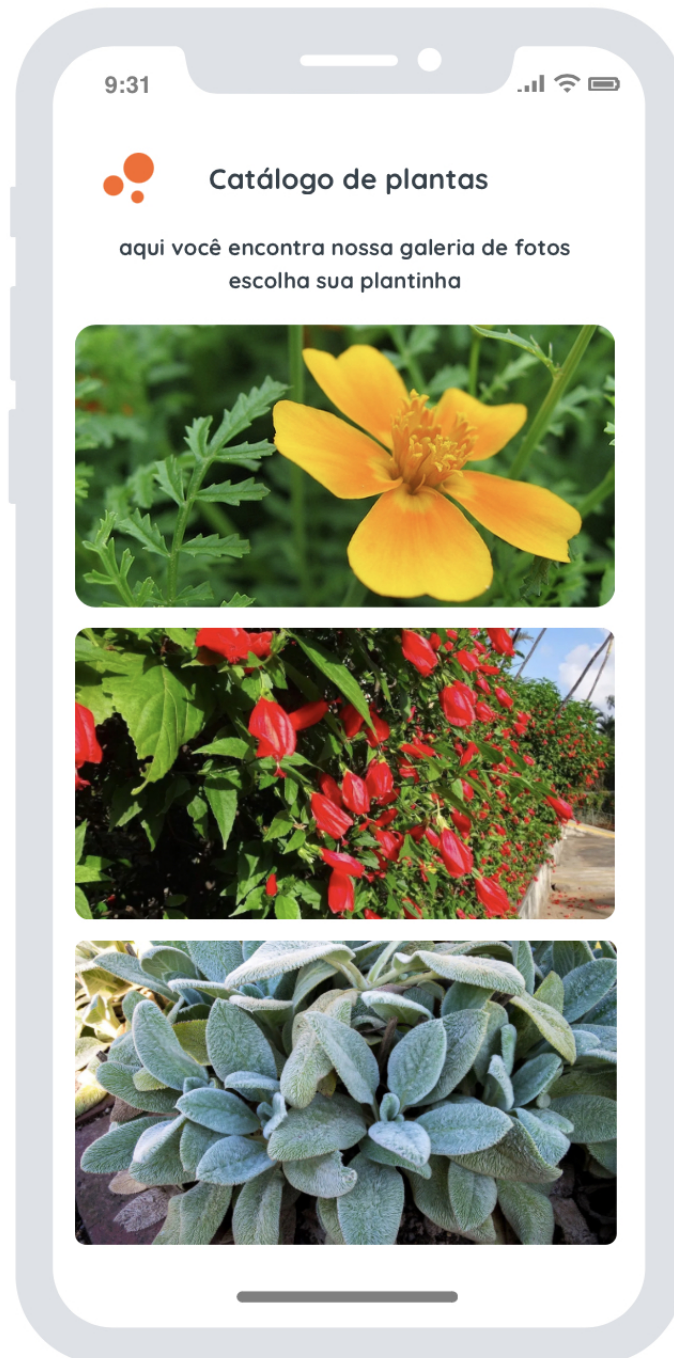
dois botões à esquerda que irão direcionar o usuário para uma página que contém mais informações da espécie e à direita um botão que dará acesso à lista de receitas que contém a planta como um de seus ingredientes. Mais abaixo, da referida página, ficam dispostas mais imagens da planta.

Figura 9 – Exemplo de receita

Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 13 ilustra a página informativa expandida da espécie previamente identificada ou selecionada pelo usuário. Nessa página ficam dispostas informações botânicas, características, cultivo, cuidados e usos da planta, em formato texto.

Figura 10 – Catálogo de plantas

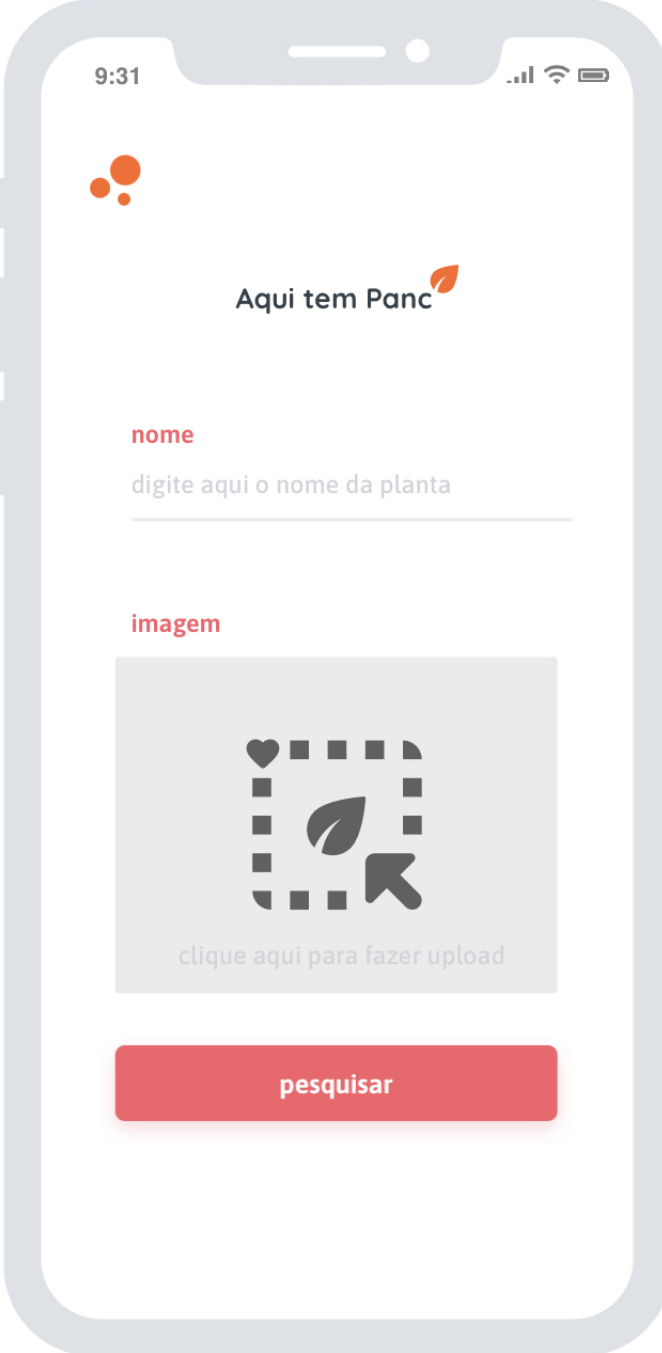


Fonte: Autoria própria (2023).

4.3 Aplicação

Foi desenvolvida uma aplicação que consiste em um sistema web que pode ser acessado pela maioria dos navegadores existentes no mercado. Além disso, o software desenvolvido tem a flexibilidade de fornecer APIs para aplicações móveis e integração com outros sistemas. O sistema fornece as funcionalidades básicas para identificação de uma Panc que consistem

Figura 11 – Exemplo de tela de identificação

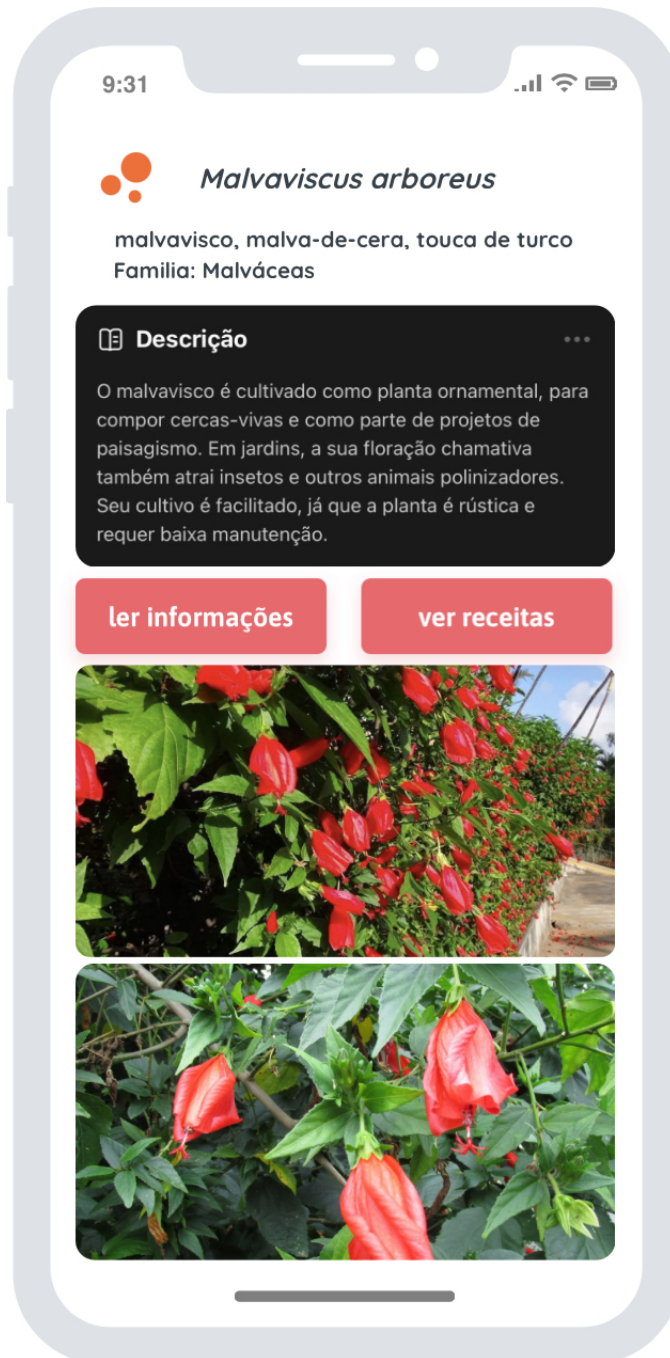


A imagem mostra uma tela de identificação de plantas em um aplicativo móvel. No topo, há um status bar com o horário 9:31, ícones de sinal, Wi-Fi e bateria. Abaixo, um ícone de três pontos laranja. O título da tela é "Aqui tem Panc" com uma folha laranja. Há um campo de texto rotulado "nome" com o placeholder "digite aqui o nome da planta". Abaixo, um campo rotulado "imagem" com um ícone de upload (uma seta apontando para cima dentro de um quadrado tracejado com uma folha) e o texto "clique aqui para fazer upload". No rodapé, um botão vermelho com o texto "pesquisar".

Fonte: Autoria própria (2023).

no *upload* da imagem, visualização do resultado e consulta de informações textuais com dados técnicos sobre a planta encontrada.

Figura 12 – Exemplo de tela de informações básicas sobre a Panc identificada

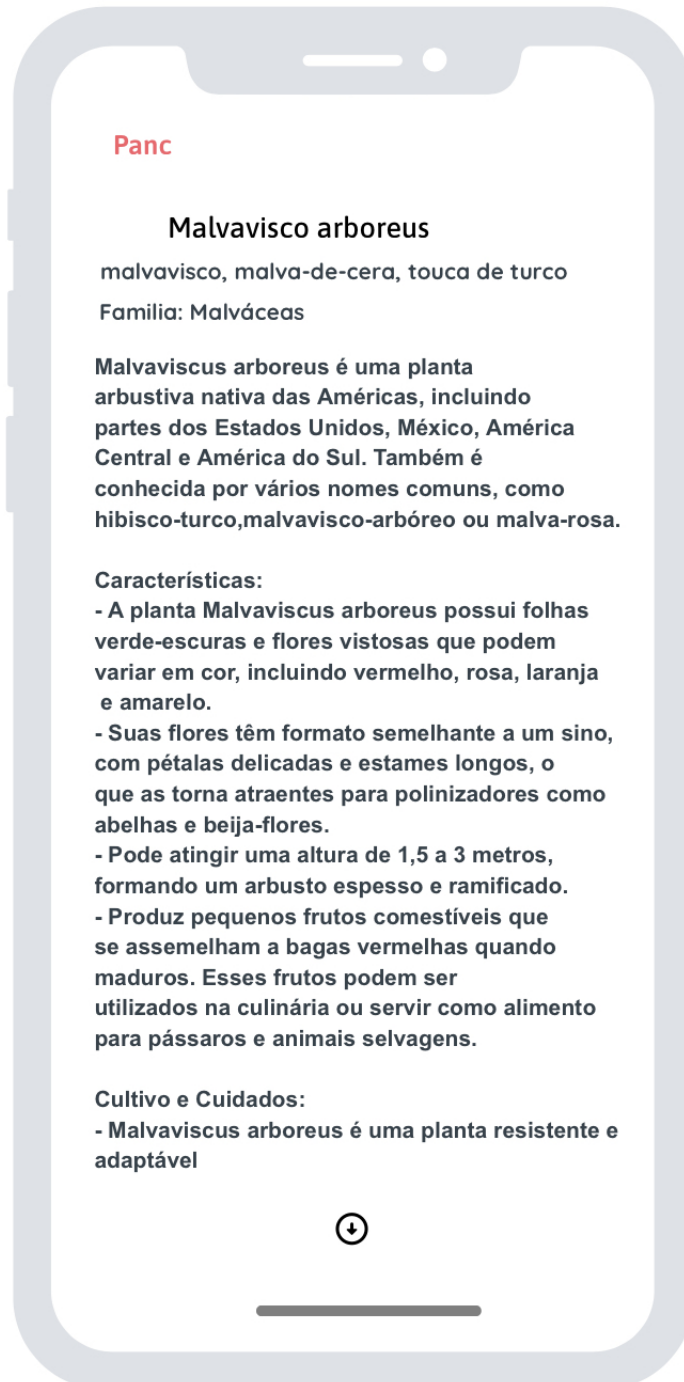


Fonte: Autoria própria (2023).

4.4 Base de dados com receitas

Com o resultado efetivo, a aplicação entrega ao usuário uma lista de possíveis receitas culinárias, que encontram-se dispostas na base de dados principal. Esse resultado gera a possibilidade da introdução alimentar das Panc para o usuário.

Figura 13 – Exemplo de tela de informações expandidas sobre a Panc identificada



Fonte: Autoria própria (2023).

5 CONCLUSÃO

Visando estimular o consumo das plantas alimentícias não convencionais entre a população, este trabalho buscou unir a área da botânica e a tecnologia da informação para desenvolver uma aplicação que auxilia na identificação e usos dessas espécies.

Criou-se um método de identificação de imagens customizado, incluindo uma arquitetura de sistema própria, um modelo de inteligência artificial adaptado para plantas, uma base de dados com informações sobre cada uma das espécies contempladas e um conjunto de imagens de Panc reunido em um acervo específico.

No desenvolvimento do trabalho, foi necessário encontrar materiais que dessem suporte ao desenvolvimento do projeto. Buscou-se ferramentas como linguagens de programação, *frameworks* para desenvolvimento e serviços de identificação de imagens por IA. Além disso, reuniu-se um vasto conjunto de dados de Panc contando com um grande acervo de fotos, informações botânicas, tratos culturais e receitas.

A partir do que foi desenvolvido, espera-se incentivar o consumo das Panc pela população e o desenvolvimento de novas tecnologias dentro dessa área, fornecendo, além de materiais, um método para a criação de ferramentas que auxiliem a difusão e uso dessa categoria de plantas pela população.

A aplicação apresentou bons resultados, entretanto o projeto deve ser continuado a fim de trazer melhorias e a inserção de novas espécies.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. **Cenário Hortifruti Brasil**. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://abrafrutas.org/wp-content/uploads/2019/09/relatorio-hortifruti.pdf>. Acesso em: 11 maio 2022.
- ASSIS, M. d. **Quincas Borba**. [S.l.]: Nova Aguilar, 1994.
- BARBEDO, J. G. A. A review on the main challenges in automatic plant disease identification based on visible range images. **Biosystems Engineering**, v. 144, p. 52–60, 2016.
- BRILHADOR, A.; SERRARENS, D. A.; LOPES, F. M. Counterplant: aplicativo para mensuração da variação no arranjo espacial na linha de plantio de milho. *In: X Congresso Brasileiro de Agroinformática*. [S.l.: s.n.], 2015.
- COSTA, C. F. *et al.* Desenvolvimento de sistema para o projeto de gerenciamento rural (proger) – módulo gado de leite. *In: Congresso Brasileiro de Agroinformática*. [S.l.: s.n.], 2015.
- DE SOUZA, F. *et al.* Plantai: Aplicativo de classificação e localização de plantas em risco de extinção na mata atlântica. *In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA)*. 2020. p. 1–10. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/wcama.2020.11014>. Acesso em: 23 maio 2022.
- FISCHER, C. G.; GARNETT, T. **Developments in national healthy and sustainable dietary guidelines: a state of play assessment**. [S.l.], 2016. Disponível em: <https://www.fao.org/3/I5640E/i5640e.pdf>. Acesso em: 11 maio 2022.
- KARETSOS, S.; COSTOPOULOU, C.; SIDERIDIS, A. Developing a smartphone app for mgovernment in agriculture. **Journal of Agricultural Informatics**, v. 5, n. 1, p. 1–8, 2014.
- KELEN, M. E. B. *et al.* **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) hortaliças espontâneas e nativas**. 1. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. 45 p. (Grupo Viveiros Comunitários (GVC)). Disponível em: <https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wp-content/uploads/2015/11/Cartilha-15.11-online.pdf>. Acesso em: 11 maio 2022.
- KINUPP, V. F.; LORENZI, H. J. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 2. ed. [S.l.]: Plantarum, 2014. 768 p.
- LIBERATO, P. d. S.; LIMA, D. V. T. d.; SILVA, G. M. B. d. Pangs - plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. **Environmental Smoke**, v. 2, n. 2, 2019. Disponível em: <https://environmentalsmoke.com.br/index.php/EnvSmoke/article/view/64>. Acesso em: 11 maio 2022.
- LIMA, A. Z. D. S. *et al.* Tecnologia e meio ambiente: levantamento de aplicativos móveis voltados a temas ambientais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68090–68105, 2020.
- LINNE, C. V. **Philosophia Botanica**. Inglaterra: Oxford University, 2005. 428 p.
- LIRA, A. **Mais do que matos, elas são plantas alimentícias não convencionais (PANCs)**. Mato Grosso do Sul, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/33580014/mais-do-que-matos-elas-sao-as-plantas-alimenticias-nao-convencionais-pangs>. Acesso em: 11 maio 2022.

- MACHADO, T. M. *et al.* Desenvolvimento de um aplicativo para equilíbrio dinâmico de tratores agrícolas. **Centro Científico Conhecer, Enciclopédia Biosfera**, 2015.
- NARCISO, M. G.; QUINTELA, E. D. Sistema de alerta para verificação da localização da mosca-branca e vírus associados no Brasil. *In: Congresso Brasileiro de Agroinformática*. [S.l.: s.n.], 2015.
- NASCIMENTO, R. S.; SALAME, M. F. A.; TAVARES, F. A. Aplicativo móvel para recomendação de adubação e calagem para produção de mandioca no Amazonas. *In: Congresso Brasileiro de Agroinformática*. [S.l.: s.n.], 2015.
- OLIVEIRA, F. A. F. d.; BARROCO, S. M. S. Revolução tecnológica e smartphone: considerações sobre a constituição do sujeito contemporâneo. **Psicologia em Estudo**, v. 28, p. e51648, 2023.
- PASSOS, J. A.; VASCONCELLOS, P. R. d. S.; SANTOS, L. A. d. S. Consumo de informações sobre alimentação saudável e dietas em páginas do Facebook: uma abordagem qualitativa no ambiente virtual. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 32, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312022320117>. Acesso em: 31 maio 2022.
- QIANG, C. Z. *et al.* **Mobile Applications for Agriculture and Rural Development**. [S.l.], 2012. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/21892>. Acesso em: 31 maio 2022.
- SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. "mas de que te serve saber botânica?". **Estudos Avançados**, v. 30, n. 87, p. 177–196, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/119122>. Acesso em: 23 maio 2022.
- SILVEIRA, C. R.; ALVES, A. R.; CORREIA, L. H. O uso do celular no monitoramento do ambiente de piscicultura. *In: X Congresso Brasileiro de Agroinformática*. [S.l.: s.n.], 2015.