


## APLICATIVO MULTIPLATAFORMA PARA ARBORIZAÇÃO URBANA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n2-162>

**Data de submissão:** 12/01/2025

**Data de publicação:** 12/02/2025

**Leonardo Neves Barbosa Thaly**

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

**Henriqueta da Conceição Brito Nunes**

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

**Madson Barbosa Martins**

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

**Maria Isabele Tavares da Silva Araújo**

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

**Mateus Guilherme Cruz Serrão**

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

**Maycon Jhonanta Souza Sodré**

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

**Pedro Paulo Lobato Vilhena Filho**

Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

---

### RESUMO

A floresta urbana inclui as árvores plantadas em calçadas, parques, praças, jardins, quintais, estacionamentos, cemitérios e bosques urbanos, a qual está diretamente ligada à qualidade de vida da população, por apresentar inúmeras vantagens como: diminuição da poluição do ar, sombreamento, papel anti-estressante, sequestro e armazenamento de carbono etc. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um aplicativo multiplataforma, que possa auxiliar os gestores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Castanhal, responsáveis diretamente pelo planejamento, acompanhamento e monitoramento da arborização urbana. O aplicativo denominado UrbanTree, foi desenvolvido na plataforma no-code FlutterFlow, que permite criar aplicações para sistemas operacionais Android, IOS, e navegador web. O Aplicativo foi testado em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) do município de Castanhal/PA, onde foi realizada uma amostragem das árvores que compõem o espaço da Praça do Estrela e a Avenida Barão do Rio Branco. Durante o teste, foram coletados dados dendrométricos, tais como altura total, altura da primeira bifurcação, CAP, etc; bem como dados fitossanitários como inclinação do tronco, qualidade da copa, presença de hemiparasitas entre outros, que são essenciais para uma boa análise das árvores urbanas,

tais informações coletadas estão categorizadas em: localização, morfologia e imagens fotográficas das espécies. Durante a usabilidade do aplicativo, foram avaliados o desempenho do aplicativo em termos de tempo de cadastro, eficiência na coleta de dados e facilidade de uso frente aos modelos tradicionais de coleta. Ao todo foram inventariadas 131 árvores, destes 73 indivíduos foram avaliados como excelentes, 49 apresentaram condição boa e apenas 8 indivíduos atestadas como péssimas. O inventário de todas as árvores com o UrbanTree levou 4 horas e 9 minutos, enquanto com a ficha de campo foram necessárias 9 horas e 46 minutos, uma economia de 53% no tempo total de trabalho. A parceria com a SEMMA - Castanhal e a aplicação prática do UrbanTree tende a representar um avanço significativo na modernização dos processos de gestão da arborização urbana, proporcionando uma ferramenta eficaz que atende às necessidades práticas das entidades públicas, reduzindo significativamente o tempo necessário para transcrever os dados coletados, pois esses dados podem ser direcionados automaticamente para a planilha do Google Sheets, o que reduz o tempo para a análise dos dados.

**Palavras-chave:** Android. Florestas urbanas. Inventário florestal urbano. Iphone Operating System (IOS). Mobile.

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que grande parte da população mundial vive nas cidades, caracterizada por edificação contínua e pela existência de equipamentos sociais destinados às funções urbanas básicas, como habitação, trabalho, recreação e circulação (CEMIG, 2015). Entretanto, esse espaço quando construído desordenadamente, pode acarretar consequências ao meio ambiente e a população, visto que as demandas das cidades têm provocado alterações na cobertura do solo e a supressão ou modificação na vegetação em virtude da substituição por esgotos, ruas, estacionamentos, edificações e moradias (Ribeiro, Pesqueiro, Coelho, 2015).

A partir deste contexto, percebe-se que a arborização urbana, vem sendo bastante discutida, uma vez que, está ligada diretamente a qualidade de vida da população e tal compromisso com o meio socioambiental, traz inúmeras vantagens para a malha urbana, tais como: papel antiestresse, diminuição das temperaturas nas cidades, sequestro e armazenamento de carbono, entre outros benefícios. No entanto, é importante destacar que arborizar, não é apenas fazer o plantio de árvores em vias públicas, praças etc.; mas sim, entender que esta é uma ação desafiadora e que precisa ser acompanhada e planejada corretamente, para ter sucesso.

Diante disso, surge a importância de se refletir sobre a interação entre as tecnologias da informação e comunicação (TIC's) e a arborização, temática ainda pouco explorada e que possui grande potencial para o planejamento e acompanhamento das árvores urbanas. Um interessante uso desse tipo de tecnologia voltado ao meio ambiente são os aplicativos que mapeiam e informam árvores plantadas em zonas urbanas. Trata-se de aplicações voltadas à junção entre tecnologia e sustentabilidade, junção essa que está por trás do conceito de cidade inteligente: novas formas de ordenamento e de paisagem dos centros urbanos com vistas a um ambiente mais sustentável (Molnar, 2017).

Para tanto, deu-se início ao desenvolvimento de um aplicativo chamado UrbanTree, com vista a oferecer funcionalidades eficazes na gestão da arborização urbana. Uma de suas principais funcionalidades é o cadastro detalhado das árvores existentes na cidade, fornecendo informações como nome da espécie, localização geográfica, estado fitossanitário e características morfológicas. Além disso, a integração de diferentes ferramentas, como GPS, câmera e interface de digitação, ajuda a simplificar e a acelerar o processo de coleta e registro de informações permitindo um acompanhamento detalhado da arborização urbana, facilitando a identificação de áreas que necessitam de intervenção ou de planejamento adequado para novos plantios.

Além das funcionalidades mencionadas anteriormente, o UrbanTree oferece uma página dedicada a livros e artigos sobre arborização que são de domínio público, ou seja, são livres para serem

compartilhados e baixados na internet. Isso proporciona aos usuários acesso a uma seleção de obras que abordam diversos aspectos da arborização urbana, como espécies de árvores, técnicas de plantio e cuidados necessários. Outra característica interessante do aplicativo é a página que auxilia na escolha de árvores para plantar com base na altura desejada. Os usuários podem especificar a altura que desejam que a árvore atinja e assim escolher a que melhor se enquadre no local do plantio.

Considera-se que o aplicativo facilitará a gestão da arborização das cidades, pois embora haja custos associados à aquisição e manutenção de dispositivos móveis, bem como ao consumo de energia, o uso do aplicativo pode trazer benefícios substanciais que vão além da mera economia de papel. Uma das principais vantagens é a otimização do tempo, uma vez que o aplicativo possibilita uma coleta de dados mais rápida e eficiente em comparação com os métodos tradicionais de fichas de papel e caneta.

## 2 JUSTIFICATIVA

Esta proposta de pesquisa, surgiu a partir da preocupação com a cidade, pois um estudo preliminar sobre as áreas verdes de Castanhal, demonstrou que existe uma má distribuição de árvores, e uma maior concentração de árvores e plantas ornamentais em algumas áreas em detrimento de outras, com predominância da espécie *Mangifera indica* L. nos espaços verdes (Oliveira *et al*, 2018). A partir disso, percebe-se que o município de Castanhal necessita de intervenções na arborização, seja para acompanhamento e/ou introdução de novas espécies, seguindo as normas para a implantação da espécie adequada, visando os benefícios que as árvores trarão para a comunidade local.

Contudo, a gestão eficiente dessa arborização frequentemente esbarra em desafios logísticos e burocráticos que podem comprometer a eficácia das ações de plantio, manutenção e análise. As técnicas utilizadas na gestão da arborização são complexas no aspecto informacional, ou seja, possuem vasta quantidade de informação que deve ser obtida e tratada. Considerando que o registro de informações é feito, geralmente, em fichas cadastrais de papel, que é um processo que onera significativamente o tempo dos profissionais envolvidos no trabalho de coleta de dados (Trindade *et al*, 2021).

Nesse contexto, propõe-se o desenvolvimento de um aplicativo multiplataforma como uma solução viável para otimizar e modernizar os processos de planejamento, acompanhamento e monitoramento da arborização urbana. O produto deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) não apenas destaca a relevância intrínseca da arborização urbana, mas também reconhece o potencial transformador da tecnologia nesse cenário, especialmente na era de smartphones e aplicativos mobile. Conforme argumentado por Zhang, Gupta e Mohapatra (2012), a introdução dos smartphones

aumentou significativamente a demanda por comunicação de dados e os aplicativos passaram a consumir mais tempo de navegação móvel.

Portanto, busca-se com este estudo o desenvolvimento de aplicativo que irá simplificar e acelerar os processos relacionados à arborização urbana, permitindo o monitoramento, coleta eficiente de dados e análise detalhada das condições das árvores, tornando-se uma ferramenta indispensável para gestores urbanos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver um aplicativo multiplataforma de arborização urbana, que auxilie os gestores públicos e privados responsáveis diretamente pelo planejamento, acompanhamento e monitoramento das florestas urbanas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Criar interfaces intuitivas no aplicativo que permitam aos profissionais envolvidos registrarem informações de forma eficiente, substituindo o uso de fichas cadastrais de papel e reduzindo o tempo dedicado a essas tarefas.
- Incluir informações e orientações no aplicativo sobre as espécies mais adequadas para determinadas áreas, seguindo normas e leis específicas, a fim de promover uma arborização urbana diversificada e sustentável.
- Dinamizar o processo de coleta de dados e, ao mesmo tempo, minimizar os custos financeiros necessários, em comparação aos métodos tradicionais de inventário de árvores urbanas.
- Realizar um estudo de utilização do UrbanTree para quantificar e comparar o tempo necessário para execução do inventário arbóreo, em comparação com os métodos tradicionais, identificando ganhos de eficiência e agilidade.

### **4 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **4.1 ARBORIZAÇÃO URBANA**

A arborização urbana, ao longo da história, evoluiu de uma prática inicial ligada à jardinagem no Egito e a rituais religiosos na China, enquanto na Grécia, as áreas verdes assumiram um papel público, destinadas não apenas a passeios, mas também a encontros e discussões filosóficas. Em Roma, esses espaços eram voltados para o prazer da elite financeira. Na Idade Média, as áreas verdes desapareceram com o crescimento das cidades, ressurgindo no Renascimento como gigantescas

cenografias e, posteriormente, no Romantismo, transformando-se em parques urbanos (Maciel; Barbosa, 2015; Sirvinskas, 2000).

No Brasil, a prática da arborização urbana começou a ganhar destaque no final do século XVIII, influenciada pelo perfil estético europeu. No entanto, o foco era mais voltado para as potencialidades econômicas da natureza, atendendo aos interesses da coroa portuguesa. Somente no final do século XX, houve um despertar político e popular para a criação de parques públicos (Maciel; Barbosa, 2015).

A importância da arborização urbana vai além do embelezamento da paisagem. Ela desempenha diversas funções cruciais para as cidades, como a redução do impacto das águas pluviais, a provisão de sombra, a promoção da biodiversidade e a melhoria da qualidade do ar. Além disso, está diretamente relacionada à qualidade de vida da população, sendo considerada um dos meios essenciais para a sustentabilidade e o bem-estar de uma região (Mullaney; Lucke; Trueman, 2015; Duarte et al., 2018).

Nesse contexto, a necessidade de planejamento e gestão eficientes da arborização urbana torna-se evidente. A falta de organização nas cidades quanto ao planejamento e manejo das árvores em vias urbanas é um desafio destacado (Provenzi, 2008). A criação de inventários torna-se uma prática comum em algumas cidades, fornecendo controle sobre as espécies presentes em cada município. Além disso, considerar as árvores como elementos equiparados a outros componentes de infraestrutura urbana destaca sua importância e valor monetário (Schallenberger; Machado, 2013; Duarte et al., 2018).

Os inventários, ao contemplarem a quantidade de cada espécie na arborização, oferecem diagnósticos precisos, identificando problemas e apontando soluções. A coleta de dados através de inventários florísticos contínuos é essencial para entender os recursos arbóreos nas cidades, subsidiando ações voltadas para o planejamento e a manutenção das florestas urbanas (Zambonato et al., 2021).

No entanto, o mau planejamento pode acarretar transtornos, comprometendo o desenvolvimento das árvores e afetando a infraestrutura urbana. A falta de informações qualiquantitativas e de parâmetros relativos à arborização urbana é um dos maiores desafios à gestão ambiental urbana (Teixeira, Silva, Tatsch, 2011; Brasil, 2021).

Portanto, a arborização urbana em qualquer espaço não consiste apenas no ato de plantar árvores. O levantamento de informações e a execução de um planejamento prévio, a realização de manejos adequados e constantes, gerenciamentos realizados de forma integrada, são estratégias

indispensáveis para alcançar melhores resultados na arborização e proporcionar benéficos para a população.

## 4.2 DISPOSITIVOS E APLICATIVOS MÓVEIS

A história da transformação proporcionada pelos dispositivos móveis inicia-se com a revolução industrial, que expandiu o corpo humano através da maquinaria mecânica. No entanto, a era contemporânea estende as mentes humanas por meio da tecnologia de computação, ampliando a capacidade de processamento de informações (Moresi et al, 2018). A navegação na Internet, uma vez confinada a computadores de mesa conectados a redes cabeadas, testemunhou uma mudança significativa com a popularização de laptops conectados a redes Wi-Fi, inaugurando uma nova era para os aplicativos móveis (Moresi et al, 2018).

Em 2007, o lançamento do iPhone e do Android transformou os celulares em computadores móveis, criando um cenário propício para o desenvolvimento de milhões de aplicativos inovadores. Os smartphones não apenas expandiram suas capacidades computacionais, mas também introduziram sistemas operacionais móveis, como o Android, desenvolvido pela Google, e distribuído como software livre de código aberto. Essa mudança beneficiou empresas de tecnologia em busca de produtos acessíveis e customizáveis para dispositivos de alta tecnologia (Moresi et al, 2018). O acesso à internet móvel tornou-se mais acessível, juntamente com a popularização dos smartphones, transformando esses dispositivos em objetos desejados por uma grande parte da população (Banbini et al, 2014).

Os aplicativos móveis tornaram-se uma realidade, impactando a indústria de telecomunicações. A demanda por comunicação de dados aumentou significativamente com a proliferação de smartphones, conforme destacado por Zhang, Gupta e Mohapatra (2014). Os sistemas operacionais móveis, como Android e Iphone Operating System (iOS), oferecem novas formas de interação com o usuário por meio de sensores, GPS, acelerômetro e teclados virtuais, apresentando desafios únicos no desenvolvimento de aplicativos (Wasserman, 2010).

A presença dos dispositivos móveis no cotidiano é crucial não apenas para indivíduos, mas também para empresas públicas e privadas, como as Secretarias de Meio Ambiente. A conectividade ilimitada e a mobilidade oferecidas por esses dispositivos transformaram a maneira como as pessoas acessam informações, obtêm serviços e se conectam com o mundo ao seu redor (Moresi et al, 2018).



### 4.3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

#### 4.3.1 Sistema Android

Em 2003, o Android foi concebido por Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White, sendo posteriormente adquirido pelo Google em 2005. Esse sistema operacional móvel open source é fundamentado na versão 2.6 do kernel Linux, abrangendo funções cruciais como segurança, gerenciamento de memória, processos, pilha de rede e modelo de driver (Fraga, 2017).

O desenvolvimento do Android passou para as mãos do Open Handset alliance (OHA) em 2007, um consórcio tecnológico formado por grandes empresas, incluindo fabricantes de telefones como HTC, Sony e Samsung, operadoras de telefonia como Sprint Nextel e T-Mobile, e fabricantes de chipsets como Qualcomm e Texas Instruments (OpenHeadsetAlliance, 2011). O Google manteve sua posição no consórcio, continuando a supervisionar etapas cruciais do desenvolvimento do sistema e engenharia de processos (Google Inc, 2011).

Uma das vantagens distintivas do Android em relação ao iOS é sua base em Linux, um sistema operacional de código aberto. O kernel Linux possibilita a execução simultânea de várias aplicações, permitindo que aplicativos de terceiros operem em segundo plano sem impactar a experiência do usuário.

A plataforma Android, lançada pela Google em 2007 e atualmente mantida pela Open Handset alliance (OHA), é dedicada a dispositivos móveis, sendo totalmente aberta e livre (Open Source) (Silva, 2015). Empresas da OHA, como Motorola, LG, Samsung e Sony Ericsson, colaboram para oferecer uma plataforma de desenvolvimento que capacita os desenvolvedores a implementar e estender as aplicações de seus dispositivos móveis.

O sucesso do Android é resultado do investimento contínuo da Google e da colaboração eficaz da OHA. O sistema, flexível e atualizável, atraiu a atenção da Google devido ao seu propósito de oferecer uma plataforma aberta aos fabricantes, proporcionando liberdade e flexibilidade ao usuário (Simões; Pereira, 2014). A versatilidade do Android é evidente na capacidade do usuário de personalizar o dispositivo de maneira básica, intermediária e avançada. Essa parceria não apenas beneficia os usuários finais, mas também simplifica o trabalho das empresas de dispositivos móveis, permitindo que se concentrem no desenvolvimento de hardware, enquanto o sistema operacional permanece livre.

#### 4.3.2 Sistema Iphone Operating System - iOS

O sistema operacional iOS, desenvolvido pela Apple, é um marco na história da tecnologia, lançado em 2007 durante a Macworld Conference & Expo. Descendente do iOS X, foi projetado



especialmente para dispositivos como iPhone, iPod touch, iPad e Apple TV. A arquitetura do iOS se destaca por suas quatro camadas distintas, conforme descrito por Yates (2010).

A primeira camada, CocoaTouch, oferece ferramentas e infraestrutura para implementar eventos e aplicações na interface do iPhone, incluindo frameworks para aparência, multitarefa, entrada baseada em toque e notificações push. Em seguida, a camada Media é responsável por fornecer recursos de áudio e vídeo avançados, promovendo uma experiência multimídia excepcional.

A terceira camada, Core Services, fornece os serviços fundamentais do sistema, como AdressBook, Core Location, CFNetwork, Security e SQLite, por meio de frameworks como Core Foundation e Foundation. Por fim, a camada Core OS abriga o kernel do sistema, drivers e interfaces básicas, sendo essencial em negociações de segurança e comunicação com hardwares externos, como Bluetooth.

O desenvolvimento de aplicativos iOS é predominantemente realizado em Objective-C, uma linguagem que combina características de Smalltalk e C. No entanto, a introdução da linguagem Swift pela Apple em 2014 trouxe melhorias significativas, como tipagem mais forte, extensões, métodos mais curtos e seguros, transformando a abordagem no desenvolvimento iOS (Habchi, 2017).

Apesar das vantagens oferecidas pelo iOS, como a integração perfeita com os dispositivos da Apple, existem limitações notáveis. Por exemplo, o sistema não permite que aplicativos de terceiros executem em segundo plano, encerrando o processo ao minimizar o aplicativo. Isso significa que, ao reabrir o aplicativo, ele reinicia no estado inicial, não no estado anterior de utilização.

A customização do iOS é restrita, pois o ambiente de desenvolvimento é exclusivo para computadores Mac rodando Mac OS X. No entanto, a plataforma móvel é de código aberto, proporcionando aos desenvolvedores acesso ao código do sistema operacional para modificações, como alteração de telas, ícones e design da lista de contatos.

Portanto, o iOS é mais do que um sistema operacional; é uma experiência de interação imediata para os usuários, permitindo ações intuitivas por meio de gestos, toques na tela e outras interações (Simões; Pereira, 2014). A evolução constante, com a introdução de Swift e melhorias contínuas, destaca o compromisso da Apple em proporcionar uma plataforma eficiente e inovadora para seus usuários (Apple Inc, 2011).

#### **4.3.3 Linguagem de programação Flutter**

*Flutter* é um framework desenvolvido pelo Google primeiramente anunciado em 2015 em uma apresentação de Eric Seidel, resultado de um experimento onde se tentava remover camadas de suporte de compatibilidade do navegador Chrome, tentando fazer com que ele rodasse mais rapidamente. Após

algumas semanas de teste foi verificado que o resultado dos testes processava vinte vezes mais rápido que o Chrome (Mainkar; Giordano, 2019).

Na documentação oficial, *Flutter* é definido como um kit de ferramentas de IU portátil do Google para criar aplicativos bonitos e compilados de forma nativa para dispositivos móveis, web e desktop a partir de uma única base de códigos, permitindo dessa maneira o desenvolvimento multiplataforma.

Entretanto, ao contrário de outras linguagens multiplataforma, o *flutter* não tem uma lista de componentes que tem equivalentes na linguagem nativa, mas tem sua própria *engine* de renderização, que possibilita uma recompilação rápida apenas dos componentes que sofreram mudanças, não necessitando reconstruir toda a aplicação. Em dezembro de 2018 foi lançada a versão 1.0 *framework* como primeira versão estável da ferramenta, onde teve uma grande adoção da ferramenta com milhares de aplicativos sendo desenvolvidos.

O desenvolvimento *Flutter* utiliza a linguagem *DART.DART*, que segue a o modelo de linguagem C, é orientada a objeto, baseada em classes, com o sistema de tipo opcional e com heranças (Google, 2013; Bracha, 2015). Lançada em 2011, inicialmente desenvolvida com o objetivo de substituir o *JavaScript* como principal linguagem embutida nos navegadores web. Devido a suas características como: produtividade de desenvolvimento; orientação a objetos; alta performance e alocação rápida, fez com que a linguagem Dart tornasse a linguagem base de codificação de aplicativos utilizando o framework Flutter.

Levando em consideração as características mencionadas anteriormente e o grande crescimento da tecnologia, o Flutter, juntamente com a linguagem Dart, se mostrou como uma ótima opção para o desenvolvimento da aplicação proposta por este trabalho.

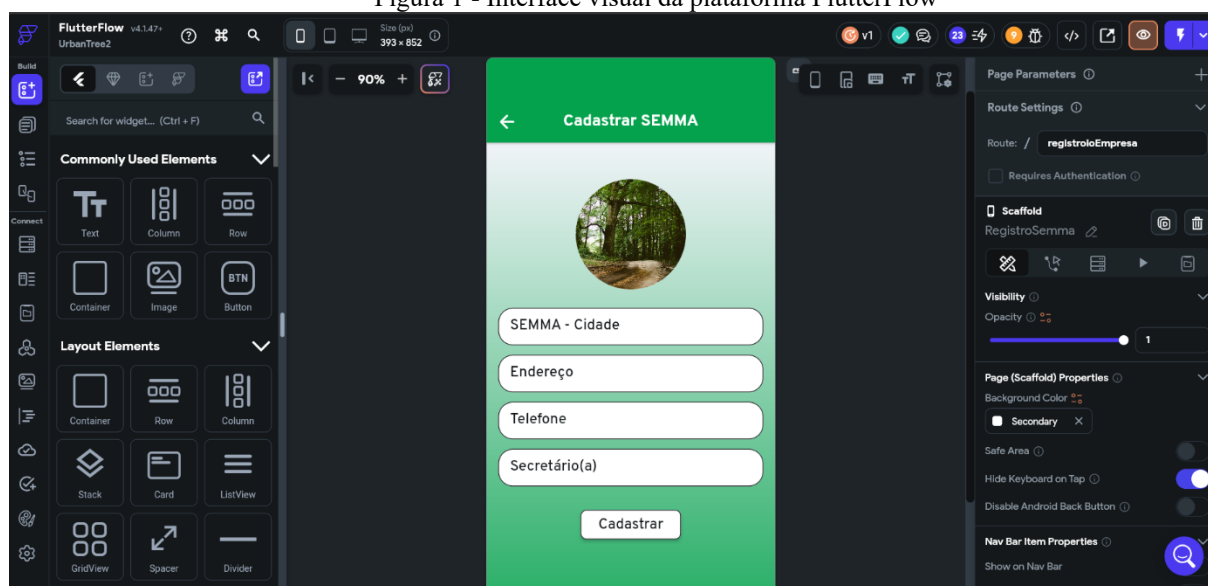
## 4.4 TECNOLOGIA EMPREGADA NO DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

### 4.4.1 Front-End

O Front-End, ou parte frontal, é a camada de programação de mais alto nível que se conecta diretamente com o usuário, sendo a interface do sistema. Sua importância reside no fato de ser o primeiro contato com o usuário, sendo crucial para causar uma boa impressão inicial. Uma interface bem construída facilita o acesso do usuário a todos os recursos e funcionalidades do aplicativo ou sistema, evitando que funcionalidades importantes fiquem escondidas em menus desnecessários. Assim, a interface de um sistema deve ser pensada para atender às necessidades da maioria dos usuários.

Nesse sentido, o desenvolvimento do *Front-End* do aplicativo proposto foi realizado por meio da plataforma *FlutterFlow* (Figura 1) para assegurar a compatibilidade multiplataforma, pois possui o potencial da estrutura *Flutter* com um recurso complementar de interface de arrastar e soltar, permitindo a construção de código fácil e eficaz, mesmo para desenvolvedores cidadãos, facilitando a criação rápida de aplicativos móveis para designers, desenvolvedores e empreendedores (Bacancy Technology, 2023).

Figura 1 - Interface visual da plataforma FlutterFlow



Fonte: Site FlutterFlow, 2024.

A plataforma foi criada por dois ex-desenvolvedores do Google, sendo apresentado no Google I/O e apoiado pelo Y Combinator (Gaio, 2022). Este construtor de aplicativos visuais de terceiros para a plataforma Flutter oferece uma abordagem visual na criação de aplicativos, eliminando a necessidade de codificação. A ferramenta visual proporciona eficiência em diversos setores, incluindo saúde, bancos, educação e tecnologia, permitindo o desenvolvimento, gerenciamento, personalização, teste e implementação de aplicativos móveis com pouco ou nenhum código (Bonancy, 2023).

Tornou-se, então, uma plataforma inovadora de desenvolvimento de aplicativos, destacando-se ao utilizar a tecnologia Flutter, desenvolvida pelo Google, para criar aplicativos para iOS e Android de maneira visual e interativa (Pedó et al, 2023). Essa plataforma, baseada em navegador, vai além da estrutura tradicional do Flutter, apresentando um construtor de aplicativos visuais de terceiros que acelera significativamente o processo de desenvolvimento.

Um dos aspectos cruciais que diferencia o FlutterFlow é sua capacidade de permitir a construção de aplicativos sem a necessidade de codificação, assim, a plataforma torna-se altamente

eficiente em setores como saúde, bancos, educação, tecnologia, entre outros. Isso possibilita às empresas reduzir o tempo necessário para lançar um aplicativo no mercado, contribuindo para uma abordagem mais ágil e eficaz (Bonancy, 2023).

Além disso, a comunidade FlutterFlow oferece uma variedade de recursos, tornando-a uma escolha excepcional tanto para cidadãos comuns quanto para desenvolvedores tradicionais. Seu sistema extenso e excepcional de arrastar e soltar a torna uma opção preferida para o desenvolvimento de aplicativos, proporcionando uma experiência eficaz e personalizada (Bonancy, 2023).

Por fim, vale ressaltar que o Flutter do Google, estrutura gratuita e de código aberto, é a base por trás do FlutterFlow. Essa estrutura multiplataforma permite a criação de aplicativos nativos ricos em recursos para iOS e Android a partir de uma única base de código. Com a flexibilidade de personalização proporcionada pelo Flutter, os desenvolvedores podem criar programas que oferecem uma experiência satisfatória em diferentes sistemas operacionais (Gaio, 2022).

Durante esse processo, foram implementadas interfaces intuitivas para facilitar a interação dos usuários, incluindo funcionalidades de coleta de dados, legislação, indicação de espécies para plantio etc.

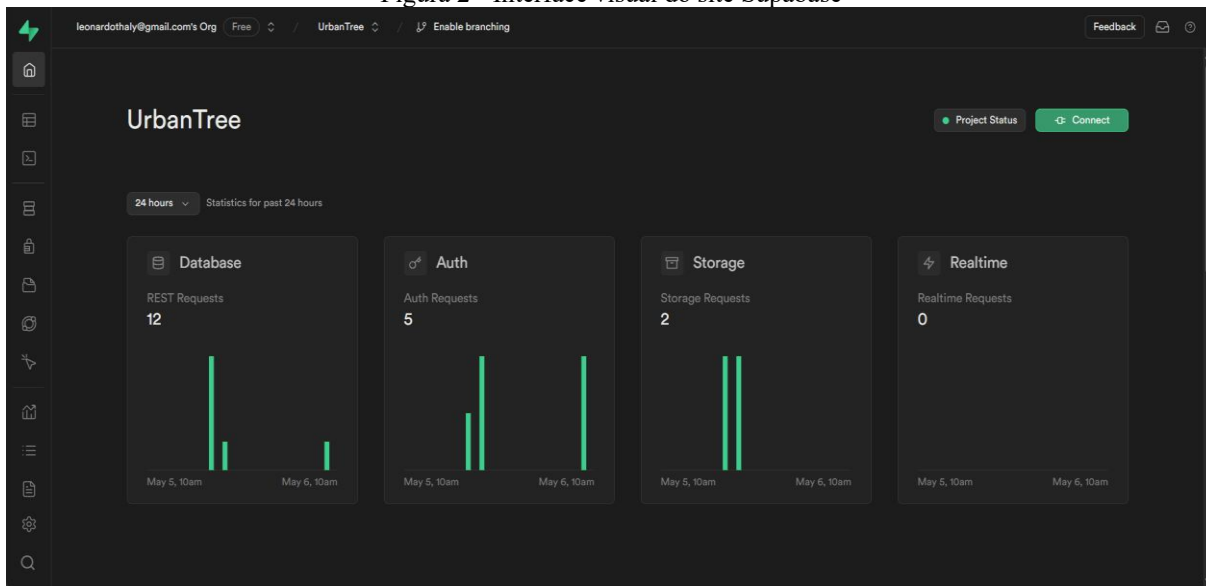
#### **4.4.2 Back-End**

O *Back-End* tem por objetivo tratar de toda a parte de processos internos, ou seja, tudo o que é executado de forma transparente ao usuário. Praticamente nesta parte do sistema, não há ou existe muito pouca interatividade com o usuário. São linhas de código que tratam em grande parte da manutenção dos bancos de dados, muitas vezes instalados em servidores na chamada nuvem cibernética.

Um banco de dados é uma coleção organizada de dados interrelacionados que representam informações sobre um domínio específico. Existem diferentes tipos de bancos de dados, sendo os mais comuns o banco de dados relacional e o banco de dados não relacional. No banco de dados relacional, as informações são organizadas em tabelas, em que cada linha representa um registro com uma chave primária única, e cada coluna representa um campo do registro. Os dados em diferentes tabelas podem ter relacionamentos, usando chaves estrangeiras.

Neste projeto, foi optado por utilizar o Supabase (Figura 2), uma ferramenta de BaaS (Back-end as a Service) gratuita e de código aberto que atende aos requisitos necessários para a construção do sistema. O Supabase utiliza diversas tecnologias, como Javascript, Typescript, Go, Elixir, Haskell, Tailwind, React, PostgREST, Pulumi e Kong, entre outras.

Figura 2 - Interface visual do site Supabase

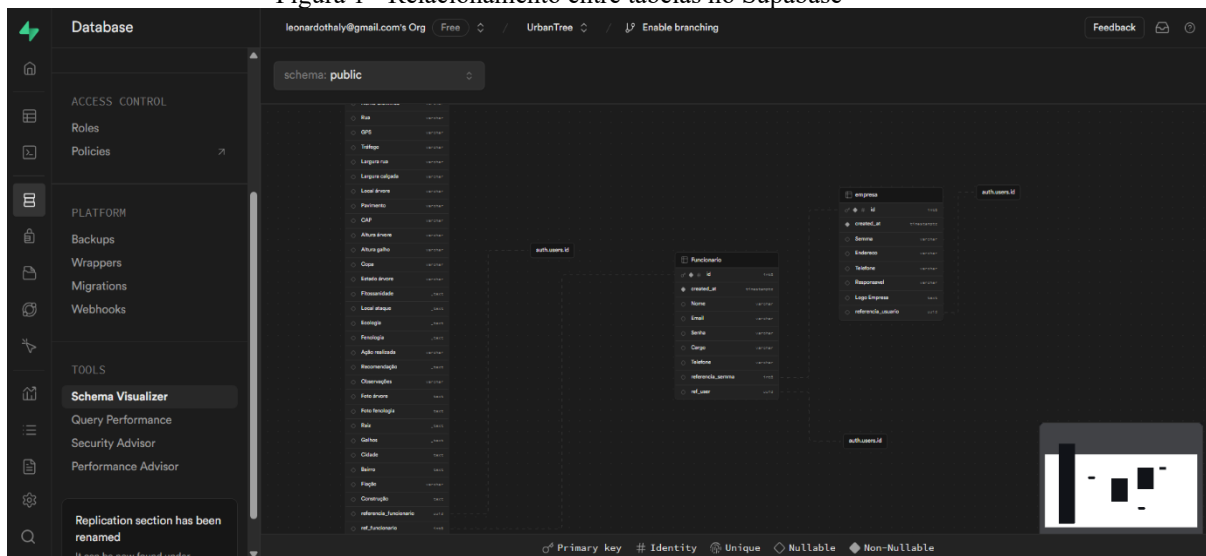


Fonte: Site Supabase, 2024.

O que torna o Supabase tão interessante são os serviços e funcionalidade que ele possui, sendo eles: autenticação, banco de dados em tempo real, envio de notificação, análise de usos de dados etc. Neste sentido, gerenciar o banco de dados, criar, apagar, alterar tabelas, adicionar e remover policies através do Supabase se tornam tarefas rápidas e fáceis de executar. Além de trazer todos os benefícios de um banco de dados PostgreSQL com sua robustez, ele é rápido, relacional e um dos mais escaláveis banco de dados existentes.

Abaixo, na Figura 3, é possível visualizar o diagrama relacional de como o banco de dados do aplicativo UrbanTree foi modelado.

Figura 1 - Relacionamento entre tabelas no Supabase

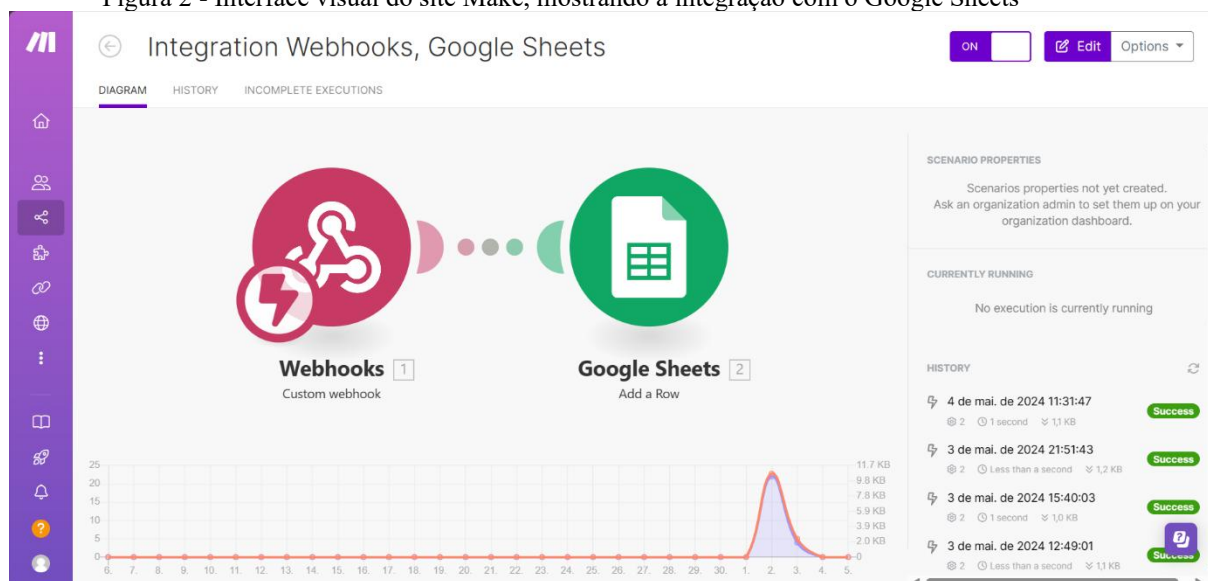


Fonte: Site Supabase, 2024.

Um *Back-End* bem construído contribui positivamente para um aplicativo e ou software com mais responsividade, atualizações rápidas, conciso e eficiente.

Também se usou o Site de Integração Make, para registrar as informações em uma planilha do Excel. O Make (Figura 4) é uma plataforma de integração e automação de fluxos de trabalho. Ele permite que você conecte diferentes aplicativos e automatize tarefas repetitivas sem a necessidade de escrever código, graças ao seu construtor visual.

Figura 2 - Interface visual do site Make, mostrando a integração com o Google Sheets



Fonte: Site Make, 2024.

A plataforma oferece uma ampla gama de conectores prontos, permitindo que você integre uma variedade de aplicativos de maneira rápida e fácil. Além disso, o Make fornece mais de 1.500 cenários pré-configurados que você pode usar para começar a automatizar seus fluxos de trabalho imediatamente.

## 5 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida entre a Universidade do Estado do Pará (UEPA) Campus XX, e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Castanhal, onde foi feita uma amostragem arbórea da Praça do Estrela e de um trecho da Avenida Barão do Rio Branco, entre a Rua Major Wilson e a Travessa Primeiro de Maio.

### 5.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

O município de Castanhal, está situado a 68 quilômetros de Belém, capital do Estado do Pará. Pertencente a mesorregião metropolitana de Belém, tem como coordenadas geográficas: 01°17'42" de

Latitude Sul e 47°55'00" de Longitude Oeste de Greenwich. Castanhal, apresenta clima predominantemente equatorial úmido, com temperaturas médias de 26.5 °C e volume de precipitação superior a 2.400 mm por ano. De acordo com a classificação de Koppen-Geiger, enquadra-se no tipo de clima Af, sem estação seca. O solo é do tipo latossolo amarelo de textura média e a vegetação típica da região é floresta ombrófila (FAPESPA, 2022; Vieira et al., 2020).

O município de Castanhal, destaca-se pelas atividades de comércio, onde há grande contribuição no abastecimento das cidades vizinhas (Bahia; Garvão, 2014) e da mesma ser um forte polo agroindustrial paraense, possuindo 22% das indústrias processadoras de frutas do Estado (Silva, 2011), além de outras atividades econômicas como a agropecuária e o setor de serviços.

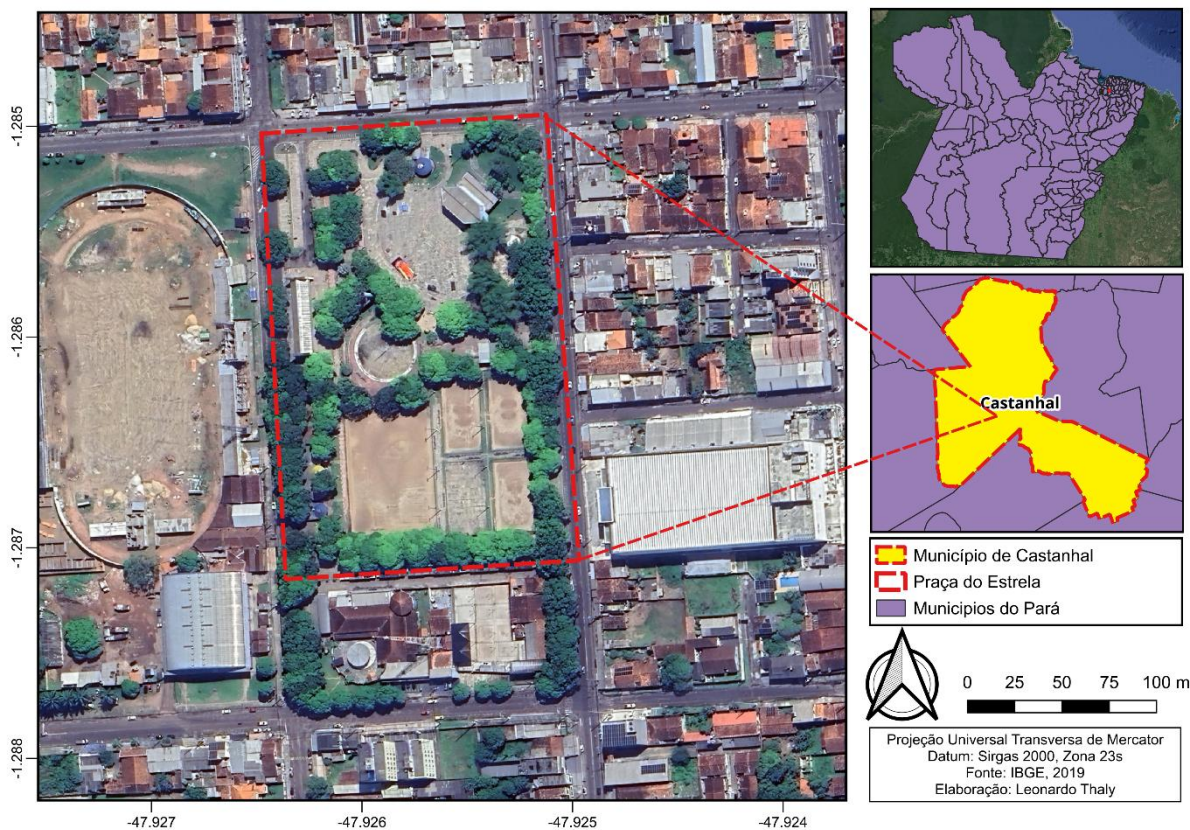
A coleta de dados foi feita de forma comparativa e foi realizada em áreas representativas da cidade, onde foram aplicados ao mesmo tempo uma ficha de levantamento de inventário tradicional (Anexo 1) e o aplicativo UrbanTree. Sendo avaliado o tempo utilizado na coleta dos dados e os recursos financeiros empregados. Os dados coletados foram compilados e analisados, comparando os resultados obtidos entre a utilização do aplicativo com o método tradicional.

As áreas selecionadas na pesquisa foram uma praça e um perímetro de uma avenida na cidade. Esses locais são ambientes que representam a arborização urbana e que desempenham um papel fundamental, seja na qualidade ambiental e estética da praça, seja na contribuição para o conforto térmico e visual da avenida.

A escolha da Praça do Estrela (Figura 5) como área de estudo para o inventário florestal deve-se à sua abundante arborização. A praça "Inácio Loyola Gabriel", conhecida popularmente como Praça do Estrela, está localizada no perímetro urbano no município de Castanhal - PA, região Nordeste do Pará. A praça se localiza a uma latitude -1,2862 e longitude -47,9256, sendo confinada ao Norte pela Alameda Tiradentes, ao Sul pela Rua Expedito de Araújo, Leste pela Travessa Quintino Bocaiúva e Oeste com a Travessa Conego Luiz Leitão, a mesma possui uma área total de 4,3 ha.



Figura 3 - Mapa de localização da Praça Inácio Loyola Gabriel (Praça do Estrela)

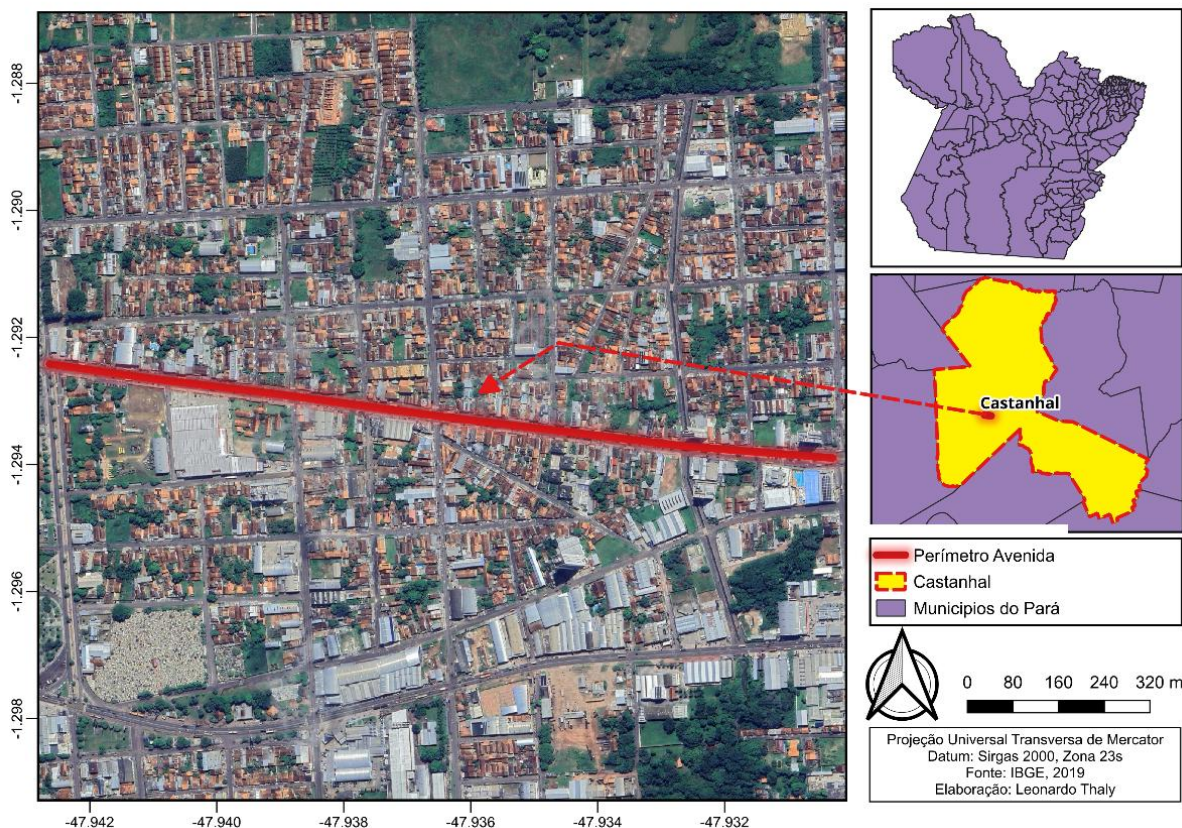


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A praça é reconhecida por possuir uma quantidade significativa de árvores, o que a torna um local ideal para comparar o uso do aplicativo UrbanTree com a ficha de campo tradicional no levantamento de dados sobre as árvores urbanas. Além disso, a Praça do Estrela é uma das principais praças da cidade, sendo um ponto central e frequentado por muitas pessoas. Isso facilita o acesso e a realização das medições e observações necessárias para o inventário.

A Avenida Barão do Rio Branco (Figura 6) é a principal e mais antiga avenida da cidade. Além de seu valor histórico e cultural, a avenida se destaca pela sua arborização, ao longo do seu percurso. Essa característica a torna um excelente local para comparar o uso do aplicativo UrbanTree com a ficha de campo tradicional no levantamento e avaliação das árvores urbanas.

Figura 4 - Mapa de localização do trecho da Avenida Barão do Rio Branco



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A avenida também é conhecida por sua importância histórica, sendo parte do trajeto por onde passava a locomotiva que ligava a cidade de Belém a Bragança, conhecida como Estrada de Ferro Belém-Bragança. Além disso, a avenida é um importante eixo viário, conectando diferentes bairros e abrigando uma variedade de estabelecimentos comerciais, instituições públicas e espaços de lazer.

## 5.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DAS ÁRVORES URBANAS

Uma análise preliminar foi conduzida, consistindo em uma revisão da literatura sobre modelos tradicionais de inventário arbóreo e seus desafios, bem como um levantamento de normas e diretrizes para a arborização urbana. Essa etapa incluiu uma revisão do estudo preliminar sobre a arborização no município de Castanhal realizado por Oliveira et al. em 2018.

A metodologia foi realizada em duas etapas distintas: primeiro, foi feito o inventário das árvores utilizando a ficha de campo tradicional (Anexo 1), segundo Filho et al (2002). Em seguida, foram coletadas nas mesmas árvores os dados utilizando o aplicativo UrbanTree, o que irá permitir uma comparação entre os dois métodos.



Nos formulários, a metodologia utilizada para realizar a avaliação das árvores estão de acordo com as diretrizes da ABNT NBR 16246-3: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas, também nessa norma estão as recomendações para avaliação de riscos, de acordo com manual de avaliação de riscos de árvores desenvolvido pela Sociedade Internacional de Arboricultura (ISA). Essa avaliação envolve a medição de parâmetros como altura total, altura da primeira bifurcação e diâmetro à altura do peito (DAP).

De acordo com Machado e Figueiredo Filho (2003), a altura total de uma árvore pode ser definida como a distância do nível do solo até o topo da árvore, ao longo de seu eixo principal, e são parâmetros importantes para determinar a estabilidade da árvore, assim, a altura total e altura da primeira bifurcação, foram determinadas principalmente a partir de inferências visuais, entretanto para alguns indivíduos de pequeno e médio porte, foi possível a medição com utilização de trena métrica.

Para a determinação do DAP, mensurou-se a circunferência na altura do peito (CAP), ou seja, à 1,30m do solo, com o auxílio de uma trena métrica, a partir desse valor calculou-se o DAP das árvores a partir da fórmula  $DAP = CAP/\pi$  (onde:  $\pi$  é o Pi que equivale a 3,14). Porém, em alguns indivíduos, devido sua altura, a medição do DAP, foi realizada no ponto médio entre a base e os primeiros galhos.

Também foi analisada a fitossanidade das árvores, isto é, a saúde das árvores em relação ao ataque de agentes patogênicos e pragas. A análise também inclui a relação das árvores com o ambiente urbano, considerando fatores como distância para construções, calçadas, outras árvores e presença de raízes superficiais.

Para facilitar o processo de avaliação, a metodologia utilizada baseou-se no trabalho de Texeira e Nunes (2019) que define alguns parâmetros para avaliação, sendo eles:

1. A qualidade da copa: avaliada com base na exuberância, ritmo de brotação e coloração das folhas.
2. Qualidade da poda: considera-se os resquícios deixados por podas anteriores na planta e o quanto eles influenciam à vida da árvore. Uma poda inadequada pode resultar em danos permanentes à árvore, como crescimento desordenado, desequilíbrio estrutural e vulnerabilidade à doenças e pragas.
3. Equilíbrio da árvore: consiste em comparar a condição da copa e do tronco como resultados de intervenções sofridas anteriormente, garantindo que a árvore mantenha uma estrutura adequada e resistente a possíveis impactos ambientais.
4. Contato com a fiação elétrica: Ao analisar o contato com a fiação, avalia-se a urgência e/ou a necessidade de intervenção para evitar acidentes e danos à infraestrutura elétrica.

5. Deterioração do tronco: é um aspecto crítico na avaliação de risco de árvores, pois o tronco é uma parte importante para a sustentação da planta como estrutura física e também é um local de fácil contaminação por patógenos. a presença de ocos, rachaduras, apodrecimento ou outros sinais de deterioração podem indicar um maior risco de queda da árvore.
6. Bifurcação: de acordo com a altura da bifurcação, pode-se planejar um manejo diferenciado e especializado para aquele indivíduo, visando minimizar os riscos associados à sua estrutura.
7. Inclinação do tronco: é um aspecto que pode indicar a necessidade de intervenção, especialmente se a árvore representa um risco de queda. No entanto, é importante considerar que algumas espécies possuem inclinação natural e reagem mal as podas, sendo necessário um cuidado especial ao avaliar esse parâmetro.
8. Fitossanidade da árvore: avaliada devido ao impacto negativo que agentes fitossanitários causam no crescimento e desenvolvimento da árvore, além de causar fragilidade à planta, como a presença de hemiparasitas, como as “ervas de passarinho”.
9. Afloramento de raízes: observou-se o diâmetro das mesmas e a potencialidade de comprometimento para o exemplar, visando garantir a estabilidade da árvore e prevenir acidentes.
10. Solo exposto: é avaliado para obter um melhor diagnóstico sobre a exposição de raízes e do colo da planta, o que pode indicar problemas de compactação do solo, erosão ou falta de nutrientes. Essas informações são importantes para planejar intervenções que melhorem a saúde e estabilidade da árvore.
11. Compatibilidade da árvore com o meio: avaliou-se a planta como um todo interagindo com o meio e suas estruturas. Isso inclui a avaliação da influência da árvore no ambiente urbano, considerando seu porte, espécie e localização, para garantir uma convivência harmoniosa entre as árvores e as estruturas urbanas.
12. Distâncias para construções: avaliou-se o espaço livre de crescimento de raízes e copa em relação a essas estruturas. Essas informações são importantes para o planejamento de possíveis intervenções, garantindo a segurança das estruturas e a saúde das árvores.

Assim, a avaliação criteriosa desses aspectos permite uma análise abrangente da saúde e segurança das árvores urbanas, fornecendo subsídios para futuras decisões de manejo e preservação. Ademais, essa abordagem permitiu uma comparação direta entre os dois métodos de coleta de dados, avaliando a eficácia e a praticidade do aplicativo em relação à ficha de campo tradicional.

Também durante a pesquisa foi realizado um questionário para avaliar a opinião dos utilizadores sobre o aplicativo UrbanTree. Esse questionário foi elaborado utilizando a plataforma Google Questionários, permitindo a criação de perguntas de maneira prática e eficiente. O formulário foi então enviado por email para os utilizadores do aplicativo, facilitando a coleta de dados de um público específico e relevante. Essa abordagem permitiu obter feedback valioso sobre a facilidade de uso, interface do aplicativo, funções extras do aplicativo e satisfação geral com o aplicativo, contribuindo significativamente para a avaliação e aprimoramento da ferramenta desenvolvida.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 URBANTREE

O desenvolvimento do aplicativo resultou em uma ferramenta de fácil utilização e com uma interface interativa, como será descrito a seguir:

#### 6.1.1 Tela de abertura

A tela de abertura (Figura 7) é composta por três botões de acesso, o primeiro para cadastrar a empresa ou órgão público e privado, o segundo para fazer o cadastro do usuário e por último o botão para fazer login, também é apresentado em forma de animação o nome e a logomarca do aplicativo, UrbanTree, o qual é um nome simples e fácil de lembrar, que tem um tom mais moderno e urbano. Ele pode ser usado para transmitir a ideia de que as árvores são uma parte importante da vida na cidade e podem trazer mais natureza e bem-estar para a população.

Figura 5 - Tela de Abertura do aplicativo UrbanTree



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

### 6.1.2. Tela de Cadastro da empresa e usuário

As telas de cadastro da empresa (Figura 8A) e cadastro do usuário (Figura 8B), são uma das mais importantes no projeto, nelas obteremos as informações dos usuários, e a partir dessas informações é relacionado cada funcionário a sua respectiva secretaria. Esse é um passo importante, pois o UrbanTree é um aplicativo multiempresa, portanto cada usuário apenas poderá ver, alterar, excluir e inserir dados relacionados a secretaria que pertence.

Figura 6 – Telas de cadastro: (A) Tela da Secretaria; (B) Tela de usuário

Two mobile app screens for registration. Screen A, titled "Cadastrar SEMMA", has a green header and a white body with a circular profile picture placeholder, input fields for "SEMMA - Cidade", "Endereço", "Telefone", and "Secretário(a)", and a "Cadastrar" button. Screen B, titled "Cadastrar Usuário", has a green header and a white body with a dropdown for "Selecione a secretaria", input fields for "Nome", "Cargo", "E-mail", and "Telefone", password fields for "Senha" and "Contra senha" with visibility toggles, and a "Finalizar cadastro" button.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

### 6.1.3. Tela de cadastro da espécie e tela de informação da espécie

Na tela de cadastro da espécie foram coletadas as informações do indivíduo arbóreo, sendo dividido em localização, morfologia e fotos da árvore que está sendo cadastrada. Nesta tela (Figura 9), também será possível conectar informações sobre o local onde se encontra a árvore, ponto de GPS, altura, circunferência, se existe ou não construção, ou conflito dos galhos ou das raízes, além de informações de pragas, insetos etc.

Figura 7 - Tela de cadastro da árvore

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Na tela de informações (Figura 10) o usuário tem a possibilidade de acompanhar as informações que foram cadastradas no aplicativo, nessa tela se encontra uma função muito interessante, que é o ícone de localização (Figura 10B), que ao ser clicado, o mesmo abre um aplicativo de navegação de GPS (Figura 10C) onde levará o usuário até a árvore cujo informações estão sendo visualizada. Em caso de erro de precisão do GPS, o usuário poderá se guiar pela descrição do bairro, logradouro e foto da árvore, que foram coletados no aplicativo.

Figura 10 - Tela de informação da árvore cadastrada. (A) Descrição do indivíduo, (B) Localização do indivíduo, (C) Navegação em gps (D) Outras informações (editar, excluir e gerar PDF)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.



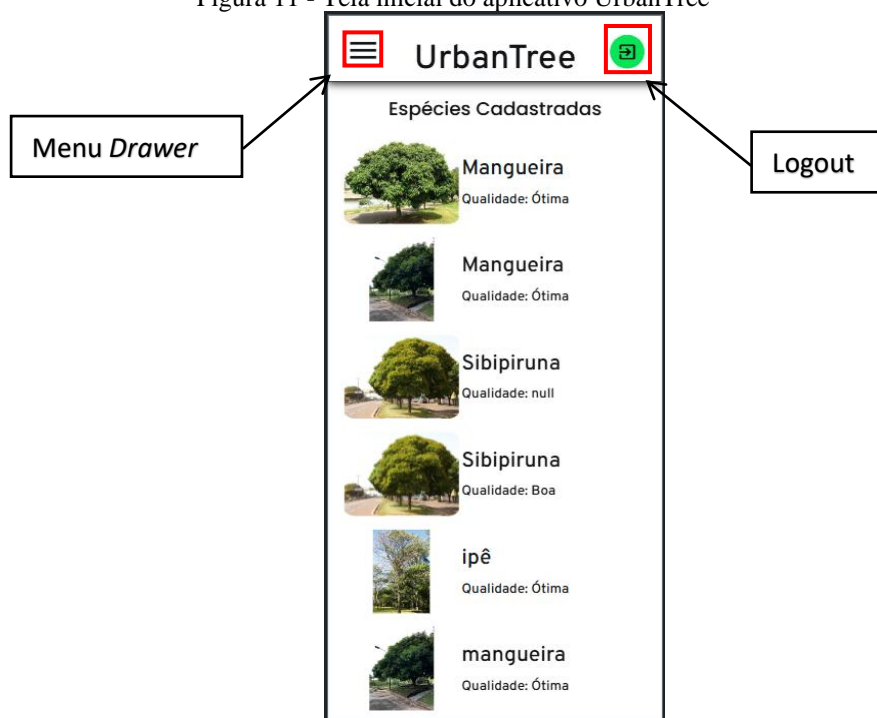
Além de visualizar os dados cadastrados sobre as árvores no aplicativo os usuários terão a capacidade de editar, excluir e gerar PDF dessas informações. Os significados dos três botões (Figura 10D) no final da tela de informações:

- A. Editar: Permite que o usuário modifique os dados da árvore, como nome, altura, diâmetro, fitossanidade, entre outros. Isso é útil para manter as informações atualizadas e precisas.
- B. Gerar PDF: Serve para gerar um documento em PDF com as seguintes informações da árvore: nome comum, rua, bairro e estado da árvore. Esse recurso é útil para gerar relatórios ou compartilhar as informações com outras pessoas.
- C. Deletar: Remove permanentemente as informações da árvore do aplicativo. Antes de deletar, é exibida uma mensagem de confirmação para garantir que o usuário realmente deseja excluir os dados, evitando exclusões acidentais.

#### 6.1.4. Tela Inicial (Home Page)

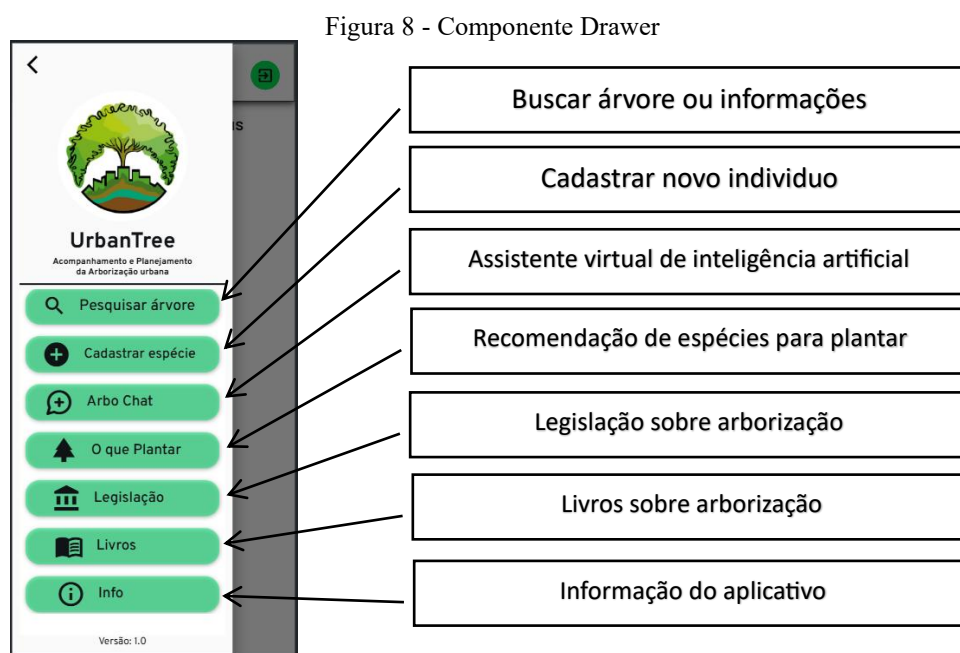
A tela inicial é apresentada na Figura 11, a apresentação do conteúdo vem do banco de dados Supabase e ocorre em formato de listas em cascata, na tela o usuário poderá observar todas as árvores cadastradas, e as seguintes informações da espécie: nome comum, estado geral da árvore e uma foto da árvore inventariada. Também nesta tela é possível acessar o menu *Drawer* e o botão de logout (sair).

Figura 11 - Tela inicial do aplicativo UrbanTree



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Caso o usuário deseje acessar outras funcionalidades ou registrar uma nova árvore é possível acionando o ícone no canto direito superior da página inicial. Ao ser clicado, é aberto um componente denominado *Drawer*, onde contém botões que direcionam o usuário para as outras páginas do aplicativo, como mostra a Figura 12.



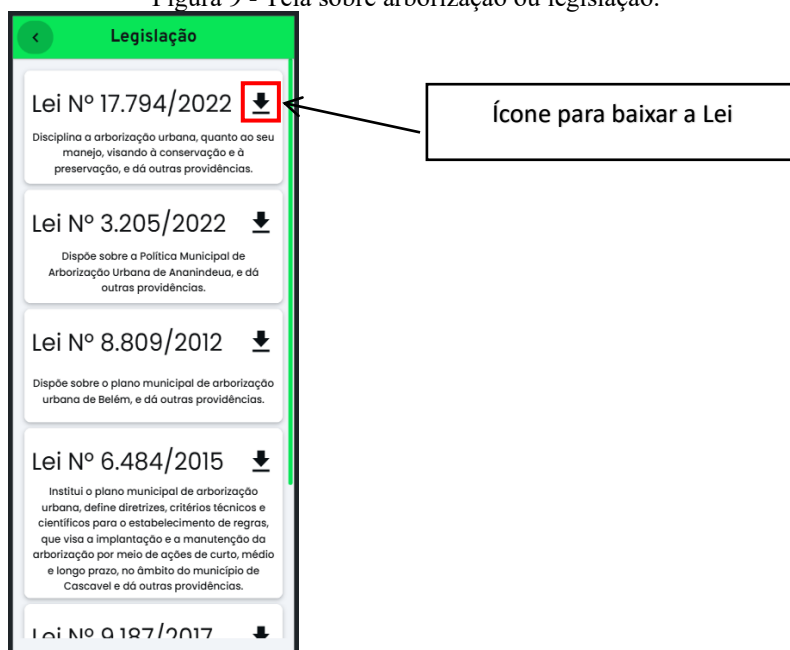
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

#### 6.1.5. Demais funcionalidades

Foi desenvolvida uma tela no aplicativo UrbanTree dedicada à legislação sobre arborização urbana, onde os usuários podem baixar leis pertinentes, conforme ilustrado na Figura 13. Embora não exista uma lei nacional específica sobre o tema, várias cidades como Belém, Ananindeua e São Paulo possuem suas próprias políticas de arborização. Há também trechos em Leis Federais que tratam indiretamente do tema, como a Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), a Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), a Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) e a Resolução CONAMA nº 302/2002, que incluem diretrizes aplicáveis à arborização urbana.

Além disso, está em tramitação no Senado Federal o Projeto de Lei nº 3.113/2023, conhecido como Política Nacional de Arborização Urbana (PNAU). Este projeto institui a PNAU, definindo princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão da arborização urbana em todo o país.

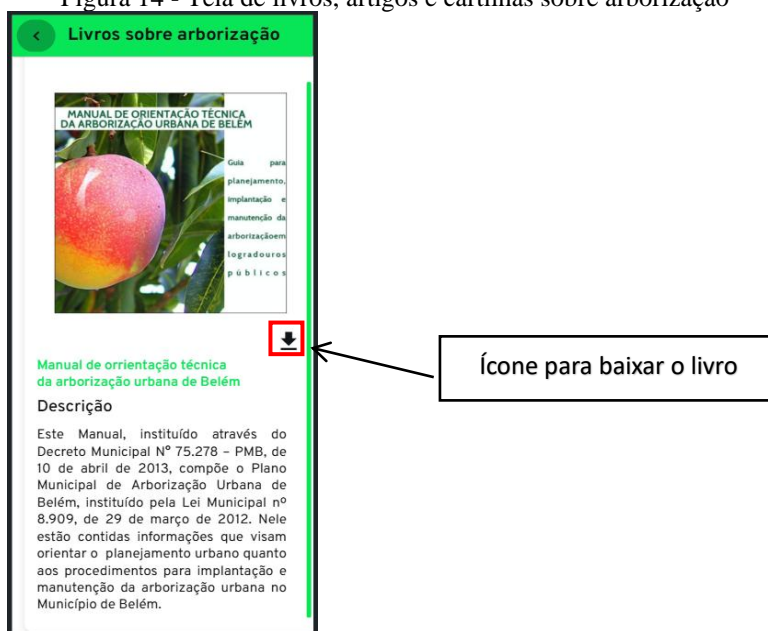
Figura 9 - Tela sobre arborização ou legislação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Ainda no sentido de levar conhecimento sobre o tema ao usuário criou-se uma tela de livros, artigos, cartilhas etc., que trabalham com arborização urbana, onde é possível ao usuário baixar qualquer exemplar (Figura 14).

Figura 14 - Tela de livros, artigos e cartilhas sobre arborização

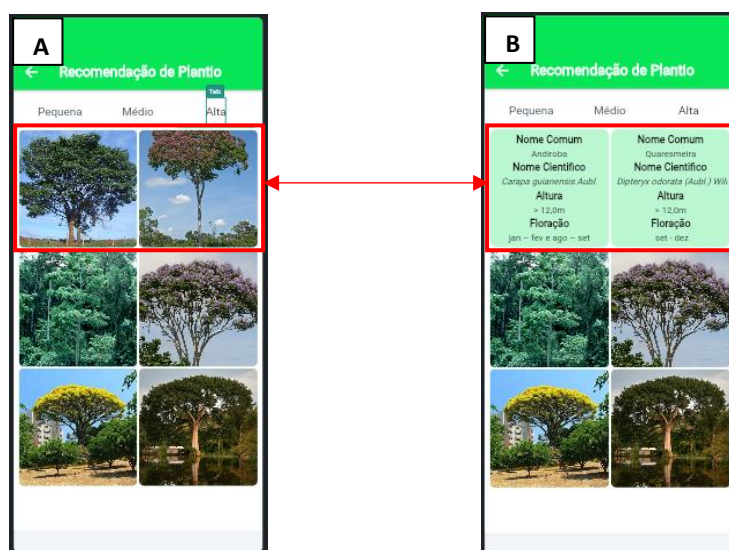


Fonte: Elaborado pelo autor

Foi adicionada uma tela onde é possível ver sugestões de árvores que podem ser plantadas, sem que elas entrem em conflito com a fiação, esgoto, ou que seus frutos possam causar acidentes as

peessoas ou danos aos seus bens. Tais indicações das espécies são baseadas na literatura especializada e manuais de arborizações, especialmente o Manual de Orientação Técnica da Arborização Urbana de Belém. A tela está apresentada a partir da divisão de tamanho das árvores, assim temos uma aba para árvores pequenas, médias e alta. A frente do card (Figura 15a) mostra a imagem da árvore, o verso (Figura 15B) apresenta as seguintes informações: nome comum, nome científico, altura e floração.

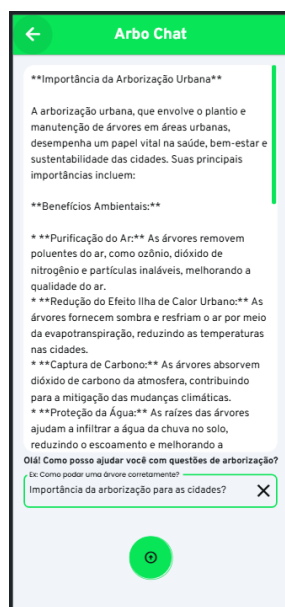
Figura 10 - Tela de recomendação de árvores



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Por fim, foi adicionado uma tela denominada Arbo Chat (Figura 16), onde o usuário poderá fazer perguntas, nela há uma inteligência artificial integrada denominada Gemini da empresa Google, que é capaz de responder os questionamentos que o usuário tenha sobre arborização e árvores em geral.

Figura 16 - Tela Arbo Chat, baseado em inteligência artificial



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

## 6.2. DIVERSIDADE VEGETAL ARBÓREA E ASPECTOS DENDROMÉTRICOS

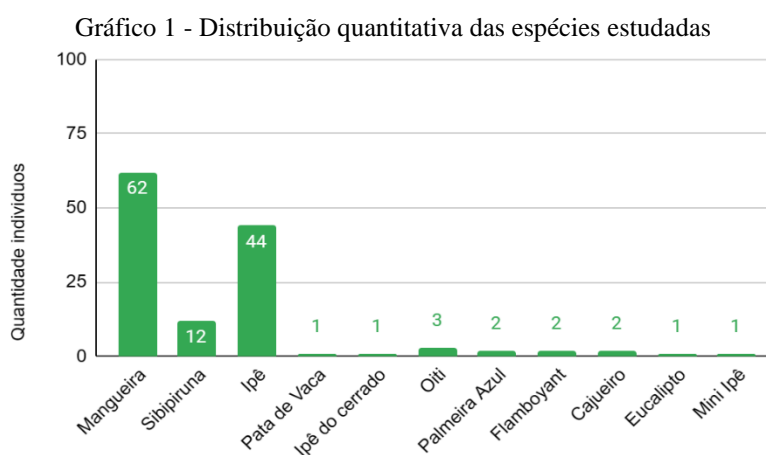
A partir do inventário na Praça do Estrela e na Avenida Barão do Rio Branco, realizado a partir do Aplicativo Urbantree e pelo modelo tradicional de fichas de papel, foram avaliadas um total de 131 indivíduos entre árvores, arbustos, arvoreta e palmeiras de 7 famílias botânicas (Tabela 1), os quais foram submetidos a cada um dos métodos de coleta anteriormente citados.

Tabela 1 - Famílias botânicas e espécies catalogadas na cidade de Castanhal-PA

Nome Comum	N. Científico	Família	Origem
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Sul da Ásia
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	América do Sul
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	Austrália, Tasmânia
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Boje rex Hook.) Raf	Fabaceae	Madagascar
Ipê roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	América do Sul
Nome Comum	N. Científico	Família	Origem
Ipê do cerrado	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Bignoniaceae	América do Sul
Ipê mirim	<i>Tecoma stans</i> (L.) Jus sex Kenth	Bignoniaceae	América do Sul
Oitizeiro	<i>Licania tamentosa</i> (Benth.) Fritsch	Chrysobalanaceae	Brasil
Palmeira azul	<i>Bismarckia nobilis</i>	Arecaceae	Madagascar
Pata de vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae	Ásia
Sibipiruna	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Caesalpinioideae	América do Sul

As famílias mais frequentes observadas foram a Bignoniaceae, com 3 espécies e a Anacardiaceae com 2 espécies, ambas encontradas nos dois pontos de coleta. No entanto, apenas duas espécies se sobressaem em números de indivíduos: *Mangifera indica* L. (47,3%) e *Handroanthus heptaphyllus* (33,6%), representando 80,9 % da população amostrada (Gráfico 1). Na arborização urbana viária é comum um número reduzido de espécies representarem a maior parte dos indivíduos

da população, apesar deste fato não ser desejável, tanto por razões estéticas quanto por questões fitossanitárias (Silva, Cardoso, Raphael, 2012).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

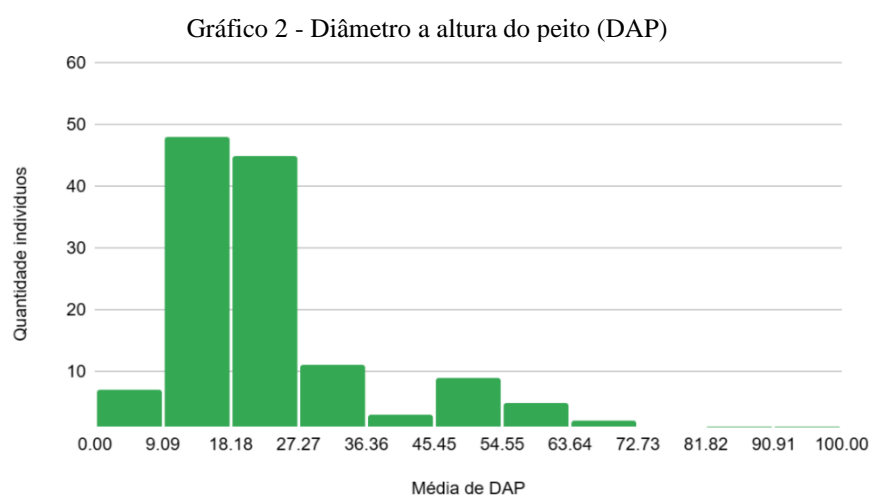
De fato, considera-se que quando há a dominância de apenas uma espécie vegetal, a fitossanidade pode ser afetada negativamente, pois expõe o conjunto arbóreo às pragas que encontram facilidade de proliferação face a oferta abundante de apenas um tipo de alimento, no qual o organismo praga pode estar associado, por isso, Rezende e Santos (2010) afirmam que o máximo recomendado de uma mesma espécie é de 15% do total de indivíduos da população.

Outra constatação da avaliação está relacionada a origem das espécies que compõem esses espaços, onde a maioria é exótica, especificamente a *Mangifera indica* L., mostrando a falta de valorização da flora local. Esse fato condiz com a afirmação de Lorenzi & Souza (2003) de que as espécies exóticas são muito utilizadas na arborização, como no caso da cidade de Belém, onde as mangueiras foram plantadas por Antônio Lemos e são protegidas pela lei do Patrimônio Histórico nº 7709/1994 (Gueiros, 2002).

Entretanto, as espécies exóticas invasoras são consideradas a segunda maior causa de extinção de espécies no Planeta, afetando diretamente a biodiversidade, a economia e a saúde humana, devendo serem substituídas por espécies preferencialmente nativas da região fitoecológica local na arborização de vias públicas (Ziller, 2000). Neste sentido, espécies nativas como *Cenostigma tocanthum* Ducke (Pau-prezinho), *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard (Sombreiro) e *Brownea grandiceps* Jacq. (Rosa-da-mata) são bastante recomendadas para a arborização de praças e vias públicas, tanto por sua beleza ornamental, quanto pela capacidade de fornecer sombra.

Em relação ao diâmetro à altura do peito (DAP), o Gráfico 2, demonstra que a maior parte dos indivíduos inventariados apresentam o DAP abaixo de 40cm e com médio de 19,73cm, que de acordo

com Brasil (1994), plantas com DAP inferior a 25cm caracterizam vegetação em nível primário de desenvolvimento. Embora estejam nesse estágio Del Caro (2009), enfatiza que não se deve menosprezar a importância desses indivíduos, uma vez que estas contribuem da mesma maneira para a diminuição dos ruídos, poluição do ar, liberação de oxigênio e sequestro de carbono.

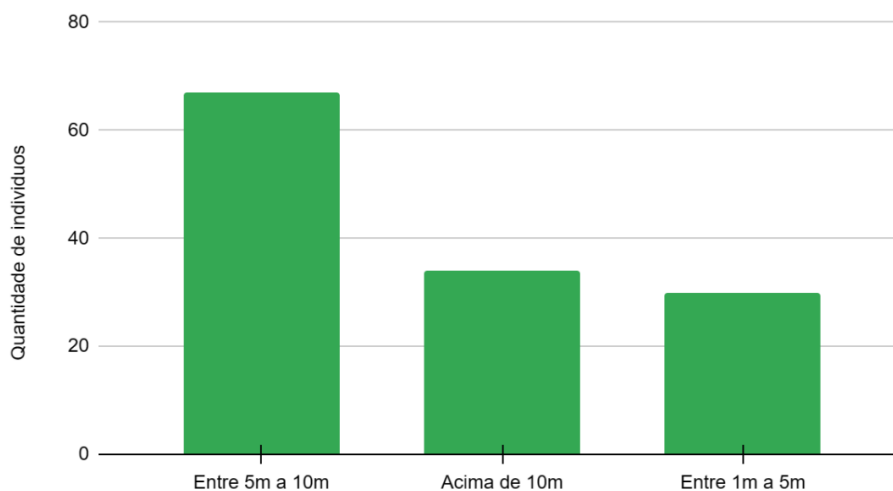


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Em relação à altura dos indivíduos (Gráfico 3) a maioria destes apresentaram altura entre 5m a 10m, reforçando que são indivíduos jovens e que ainda estão se desenvolvendo, sendo que a maioria se encontra na Avenida Barão do Rio Branco. Uma porcentagem acima de 10m, consistindo em sua maioria de mangueiras podem ser encontradas na praça do Estrela. Sobre esse registro, ressalta-se que as mangueiras da praça não encontram muita interferência no seu crescimento vertical, entretanto, os indivíduos inventariados na avenida podem ocasionar problemas, pois de acordo com Milano e Dalcin (2000), o recomendado para este tipo de ambiente a altura máxima das árvores dever ser de 12 metros.



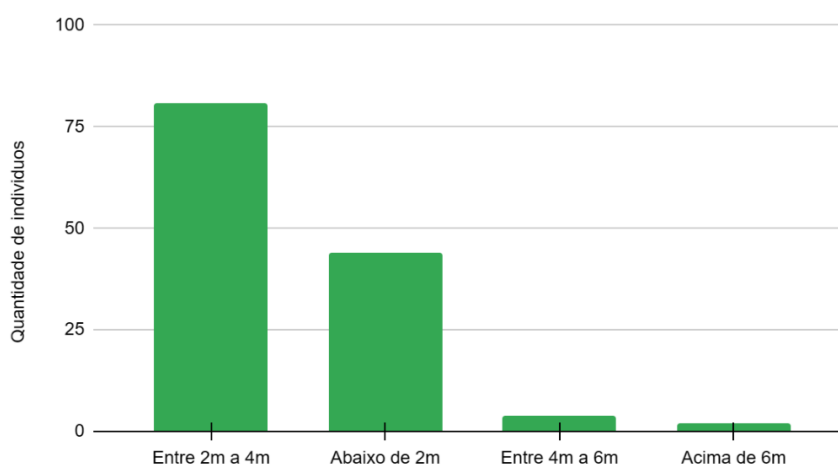
Gráfico 3 - Altura das árvores



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Outro ponto importante na avaliação de árvores urbanas está relacionada aos galhos das árvores que podem vir a causar transtorno para a população. Neste sentido, no Gráfico 4 percebe-se que a maior parte dos indivíduos estão com ramificação entre 2m a 4m e abaixo de 2m correspondendo a uma porcentagem de 95,4%, sendo a maioria mangueiras e presentes na Avenida Barão do Rio Branco.

Gráfico 2 - Altura média da primeira ramificação

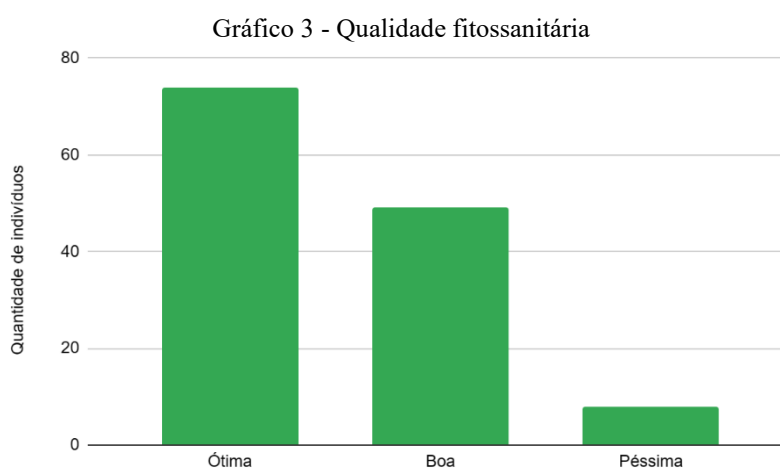


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Ressalta-se que estes indivíduos futuramente podem causar dificuldades, no trânsito de pedestres e de veículos ou em conflito com a fiação, necessitando de interferências que é desgastante e de alto custo para as empresas fornecedoras de energia e gestão municipal. Analisando o conflito com a fiação elétrica, os dados demonstraram que 56,5% dos indivíduos apresentaram algum tipo de

contato com a rede elétrica ou com fios de internet, segundo Mascaró J; Mascaró L. (2002), o contato dos galhos das árvores com os fios pode arrebatá-los, provocando interrupção no fornecimento de energia, queima de aparelhos e acidentes, ademais, a disputa entre as árvores nas calçadas e as redes elétricas pelo mesmo espaço é, certamente, um dos principais problemas existentes na arborização de uma cidade.

Em última análise observou-se o estado geral das espécies pertencentes nestes dois espaços, parque e avenida, o Gráfico 5, demonstra que 73 indivíduos foram avaliados como excelentes, 49 apresentaram condição boa e apenas 8 indivíduos tiveram sua condição atestada como péssimas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A análise final permite inferir que a maioria dos indivíduos avaliados apresenta uma condição em que basicamente um controle através de um manejo programado irá manter a sanidade dos mesmos, em contrapartida a categoria péssima, embora tenha poucos indivíduos, sugere-se uma análise ainda mais técnica para decidir a ação a ser realizada, seja um manejo com práticas de tratamentos silviculturais mais complexos até a supressão, com reposição de outras espécies no mesmo local.

Por fim, ressalta-se os benefícios e prejuízos que a arborização retorna as cidades, e neste quesito considera-se que ambas dependem de um planejamento, pois a utilização de espécies inadequadas pode oferecer riscos e prejuízos a sociedade. Ademais o município de castanhal ainda não possui um Plano Diretor de Arborização Urbana, o que reflete em manejo ineficiente e má distribuição das espécies em vias e praças.

Neste sentido, encontramos neste inventário uma quantidade excessiva de mangueiras, que de acordo com Bessa et al. (2012) não são recomendados para arborização, uma vez que seus frutos, podem causar sérios acidentes aos pedestres que circulam nas calçadas, ocasionando também danos a

veículos, além disso suas características morfológicas como copa, tamanho e sistema radicular podem entrar em conflito com fiação elétrica e construções no entorno (Parry, 2012).

Logo sugere-se estudos de espécies que possam substituir as mangueiras ou outras espécies exóticas plantadas, a partir de um planejamento, acompanhamento e monitoramento da arborização urbana de Castanhal.

## 6.7. APLICAÇÃO PRÁTICA

Nesta pesquisa, busca-se a possibilidade de substituição da metodologia tradicional utilizando fichas de papel para as coletas de informações de campo sobre arborização urbana por um aplicativo que pode ser instalado em um celular ou tablet, e assim, realizar levantamentos de dados com maior celeridade, visando à diminuição do tempo de coleta e análise dos dados. Neste sentido, o aplicativo UrbanTree foi testado por alguns alunos de engenharia florestal da UEPA, bem como, pelos servidores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Castanhal, responsáveis pela gestão da arborização da cidade, para que pudessem testar a funcionalidade, a usabilidade e a segurança do software.

Foram inventariados 131 indivíduos, e o tempo gasto na mensuração dos parâmetros qualiquantitativos dos indivíduos amostrados é apresentado a seguir (Tabela 2), cabe ressaltar que não foram computados tempos de deslocamento até o local ou de uma árvore para outra. Logo, o registro de tempo está relacionado apenas ao momento de início e fim do cadastro nos dois métodos.

Tabela 2 – Comparação de tempo entre ficha de campo e o aplicativo UrbanTree

	<b>Ficha de campo</b>	<b>UrbanTree</b>	<b>Diferença</b>
<b>Tempo médio por árvore</b>	4 minutos e 20 segundos	1 minutos e 48 segundos	2 minutos e 32 segundos
<b>Tempo Total</b>	9 horas e 46 minutos	4 horas e 9 minutos	4 horas e 48 minutos

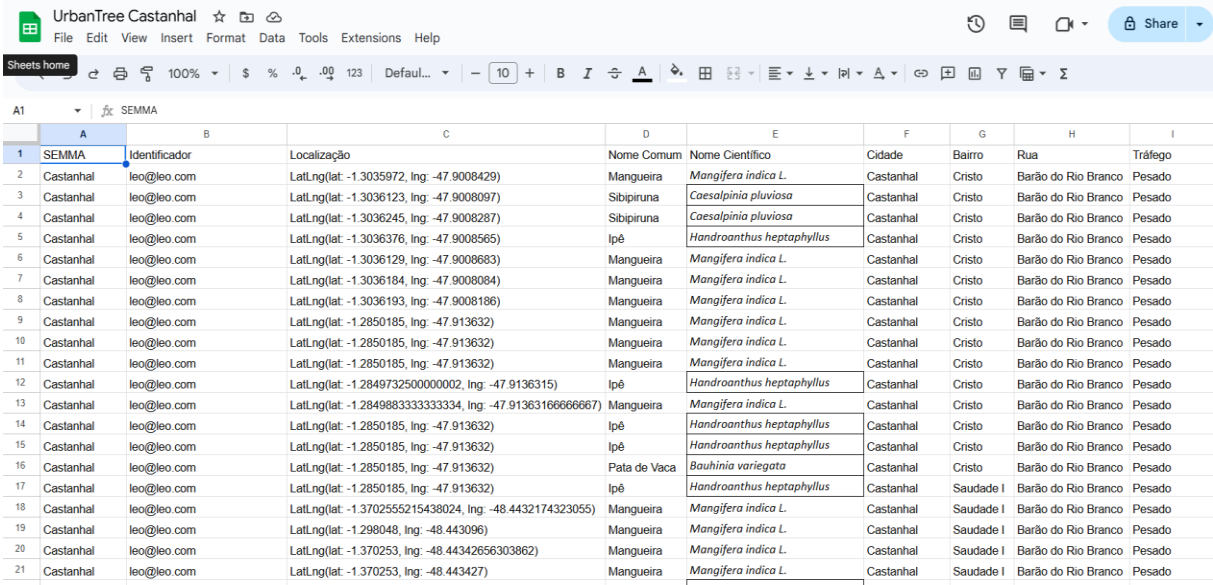
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Como pode ser observado, o tempo gasto para realizar o inventário arbóreo apresentou diferenças marcantes de um método para outro. O tempo médio por árvore com o aplicativo foi de 1 minuto e 48 segundos, enquanto com a ficha de campo foi de 4 minutos e 20 segundos, representando uma redução de 63% no tempo gasto por árvore. No total, o inventário de todas as árvores com o UrbanTree levou 4 horas e 9 minutos, enquanto com a ficha de campo foram necessárias 9 horas e 46 minutos, uma economia de 53% no tempo total de trabalho.

Outra etapa importante é o pós-processamento das informações, que consiste na exportação dos dados para o computador e assim gerar um banco de dados digital das informações, essa fase é considerado um gargalo que consome muito tempo. Neste sentido, o UrbanTree proporciona uma maior celeridade, uma vez que o aplicativo está diretamente conectado a uma plataforma digital,

permitindo que após o cadastro das informações das árvores, esses dados sejam automaticamente enviados para uma planilha do Google Sheets (Figura 17).

Figura 11 - Resultado do inventário na planilha do Google Sheets



1	SEMMA	Identificador	Localização	Nome Comum	Nome Científico	Cidade	Bairro	Rua	Tráfego
2	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3035972, Ing: -47.9008429)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
3	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3036123, Ing: -47.9008097)	Sibipiruna	Caesalpinia pluviosa	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
4	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3036245, Ing: -47.9008287)	Sibipiruna	Caesalpinia pluviosa	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
5	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3036376, Ing: -47.9008565)	Ipê	Handroanthus heptaphyllus	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
6	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3036129, Ing: -47.9008683)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
7	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3036184, Ing: -47.9008084)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
8	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3036193, Ing: -47.9008186)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
9	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2850185, Ing: -47.913632)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
10	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2850185, Ing: -47.913632)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
11	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2850185, Ing: -47.913632)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
12	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2849732500000002, Ing: -47.9136315)	Ipê	Handroanthus heptaphyllus	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
13	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2849883333333334, Ing: -47.91363166666667)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
14	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2850185, Ing: -47.913632)	Ipê	Handroanthus heptaphyllus	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
15	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2850185, Ing: -47.913632)	Ipê	Handroanthus heptaphyllus	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
16	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2850185, Ing: -47.913632)	Pata de Vaca	Bauhinia variegata	Castanhal	Cristo	Barão do Rio Branco	Pesado
17	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.2850185, Ing: -47.913632)	Ipê	Handroanthus heptaphyllus	Castanhal	Saudade I	Barão do Rio Branco	Pesado
18	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.3702555215438024, Ing: -48.4432174323055)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Saudade I	Barão do Rio Branco	Pesado
19	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.298048, Ing: -48.443096)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Saudade I	Barão do Rio Branco	Pesado
20	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.370253, Ing: -48.44342656303862)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Saudade I	Barão do Rio Branco	Pesado
21	Castanhal	leo@leo.com	Lat.Lng(lat: -1.370253, Ing: -48.443427)	Mangueira	Mangifera indica L.	Castanhal	Saudade I	Barão do Rio Branco	Pesado

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Esse fluxo de trabalho automatizado elimina a necessidade de transcrição manual, reduzindo drasticamente o tempo e esforço necessários para organizar e analisar os dados, em contraste com o método tradicional de fichas de campo onde exige que os dados coletados sejam transcritos manualmente para o Excel, um processo demorado e suscetível a erros. A Tabela 3 apresenta a comparação entre ambos os métodos.

Tabela 2 - Comparação sobre a aplicação prática dos dois métodos utilizados.

Aspecto	Ficha de campo	UrbanTree	Diferença
Coleta de dados	Manual, em papel	Digital, via aplicativo	Acelera o processo no campo
Transcrição	Manual, para o Excel	Automática, para o Google Sheets	Elimina 5h30min de trabalho manual
Tempo médio por ficha	2 minutos e 43 segundos	-	Libera tempo para outras atividades
Aspecto	Ficha de campo	UrbanTree	Diferença
Precisão	Suscetível a erros humanos	Maior confiabilidade dos dados	Dados mais confiáveis para decisões
Organização	Dados em diferentes fichas	Dados centralizados em uma plataforma	Facilita a análise e o compartilhamento

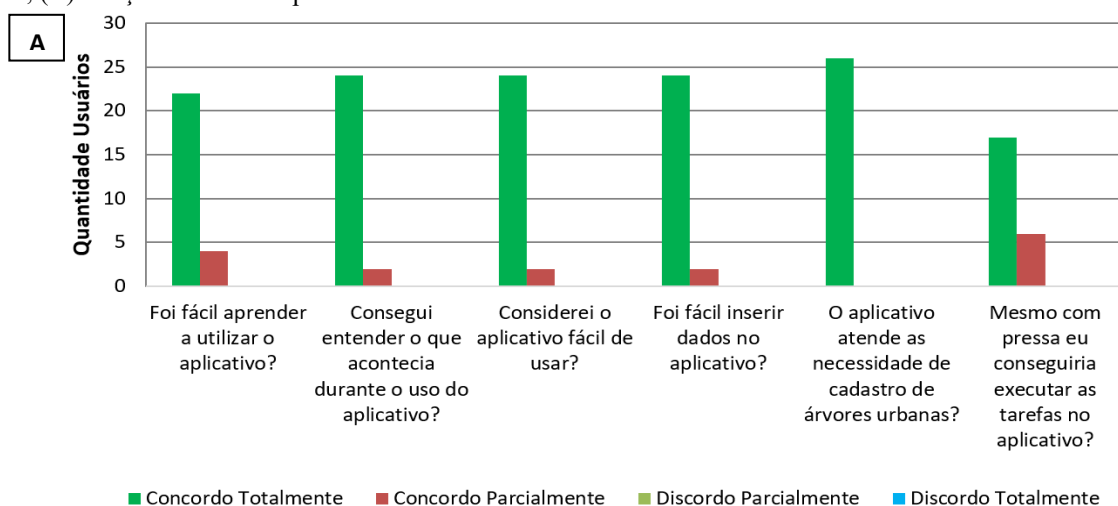
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

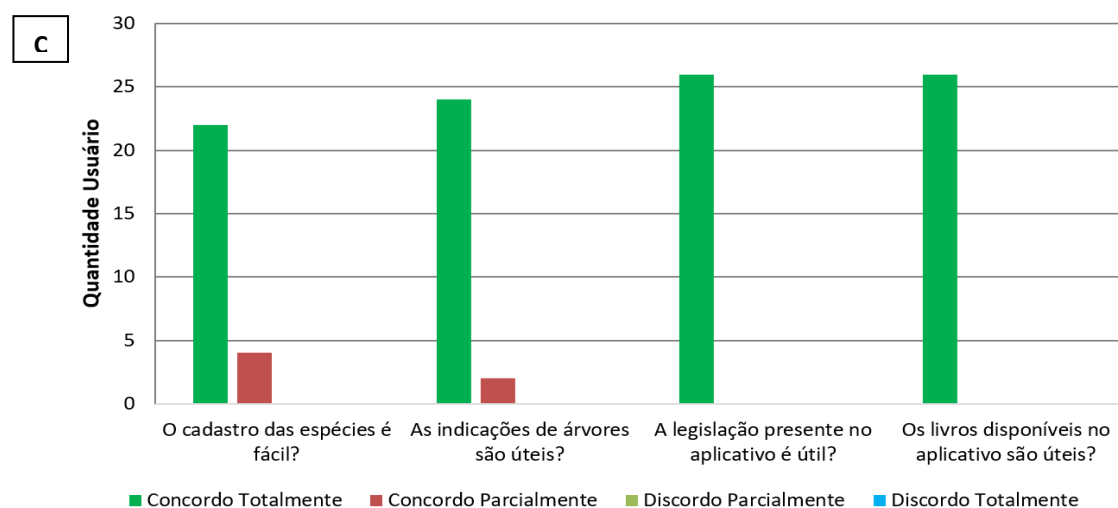
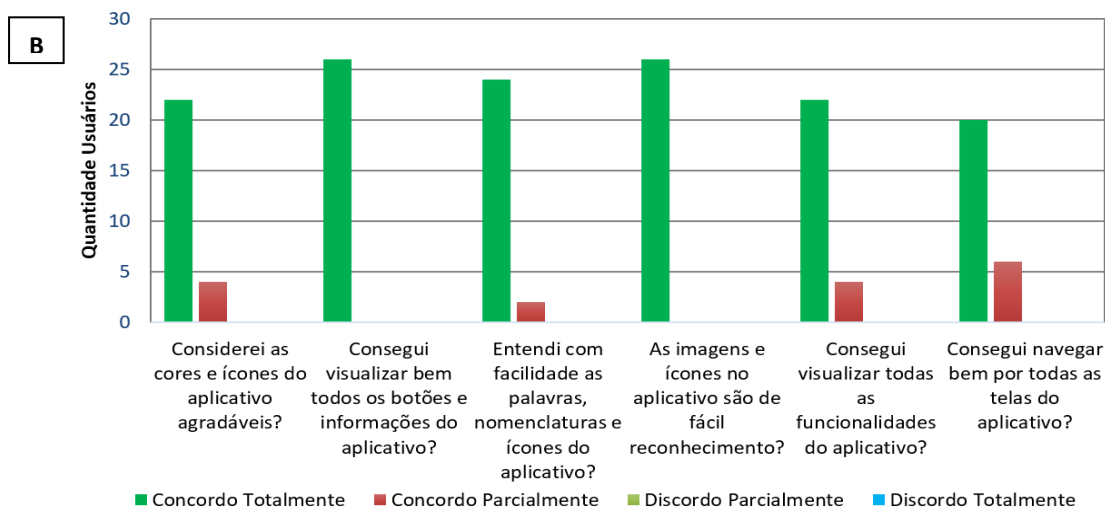
A tabela acima ilustra claramente a superioridade do UrbanTree em termos de eficiência no processo de inventário de árvores urbanas. Porém, mais importante ainda, o processo de transcrição manual dos dados coletados com as fichas, que levou 5 horas e 30 minutos para as fichas de campo, é

completamente eliminado com o UrbanTree. Esses ganhos de eficiência permitem uma gestão mais rápida e precisa das informações, liberando tempo para outras atividades essenciais e melhorando a produtividade geral dos responsáveis pela gestão da arborização urbana.

A partir da realização dos testes com o aplicativo foi solicitado aos usuários que respondessem um questionário a respeito do aplicativo, as perguntas estavam divididas em tópicos relacionados a facilidade de uso, interface do aplicativo, funções do aplicativo e ajustes no aplicativo (Gráficos 6). Para os três primeiros tópicos as perguntas eram objetivas, com as seguintes alternativas: concordo totalmente, concordo parcialmente, discordo parcialmente e discordo totalmente.

Gráfico 4 – Análise das perguntas relacionadas a utilização do aplicativo Urbantree. (A) Facilidade de uso; (B) Interface do Aplicativo; (C) Funções extras do aplicativo





Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A partir dos resultados apresentados nos gráficos acima, percebe-se que o aplicativo UrbanTree é amplamente aceito e bem avaliado pelos usuários, com a maioria expressando alta satisfação em termos de usabilidade, visualização, navegação, e utilidade das funcionalidades adicionais. No entanto, há áreas identificadas para possíveis melhorias, especialmente relacionadas à navegação sob pressão e à clareza de algumas imagens e ícones.

No mesmo questionário foi elaborado uma questão subjetiva para que os usuários pudessem opinar sobre a experiência de utilização do aplicativo, a Tabela a seguir apresenta as respostas.

Tabela 3 - Avaliação subjetiva sobre o aplicativo UrbanTree

	Qual sua opinião sobre o aplicativo?
Usuário 1	<i>Achei de fácil uso, e muito bom para pesquisas rápidas.</i>
Usuário 2	<i>O aplicativo é inovador e completo. Atende ao que foi proposto.</i>
Usuário 3	<i>Muito prático e fácil de usar.</i>
Usuário 4	<i>Bom</i>

Usuário 5	<i>Urbantree é um aplicativo inovador e ferramenta essencial para quem se preocupa com a arborização urbana, com recursos, como cadastro de árvores, dicas de plantio, Arbo Chat e legislações sobre espécies locais.</i>
Usuário 6	<i>Muito bom, ajuda bastante no monitoramento da arborização de uma área</i>
Usuário 7	<i>O começo de um projeto que veio pra agregar, com interface otimizada, vejo um futuro promissor com esse aplicativo.</i>
Usuário 8	<i>O aplicativo é muito interessante. Certamente ajudará no cadastro de árvores urbanas.</i>
Usuário 9	<i>Muito bom. De fácil utilização. Ajudará na gestão de arborização</i>
Usuário 10	<i>O aplicativo é rápido, as informações registradas são importantes em um inventário.</i>
Usuário 11	<i>O aplicativo é ótimo. O arbo chat é muito bom, ajudará bastante</i>
Usuário 12	<i>O aplicativo é útil para a arborização</i>
Usuário 13	<i>O urbantree facilita a catalogação e o acompanhamento das árvores urbanas de maneira eficiente.</i>
Usuário 14	<i>A interface é intuitiva e amigável, o que torna a experiência muito agradável.</i>
Usuário 15	<i>O aplicativo é extremamente útil para quem trabalha com gestão ambiental urbana.</i>
Usuário 16	<i>Vai ser muito prático para monitorar e manter a saúde das árvores urbanas.</i>
Usuário 17	<i>O recurso de Arbo Chat proporciona uma comunicação eficaz entre os usuários</i>
Usuário 18	<i>A agilidade no cadastro de árvores é um dos pontos fortes do aplicativo</i>
Usuário 19	<i>É uma excelente iniciativa que pode ajudar na forma como lidamos com as árvores nas áreas urbanas.</i>
Usuário 20	<i>O aplicativo é muito bom para a gestão ambiental.</i>
Usuário 21	<i>O projeto é inovador e tem um grande potencial</i>
Usuário 22	<i>O app é uma excelente, vai ajudar muito na arborização</i>
Usuário 23	<i>O aplicativo vai ser uma adição importante para qualquer cidade</i>
Usuário 24	<i>O aplicativo é muito bom</i>
Usuário 25	<i>É bem legal</i>
Usuário 26	<i>A forma de cadastrar é bem rápida</i>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A análise das respostas de 26 usuários do aplicativo UrbanTree revela uma opinião amplamente positiva sobre sua usabilidade e funcionalidades. A maioria dos usuários destacou a facilidade de uso, a praticidade e a inovação do aplicativo, com comentários enfatizando a utilidade no monitoramento e catalogação de árvores urbanas. Termos como "muito bom", "inovador" e "essencial" foram frequentemente mencionados, indicando uma forte aceitação das funcionalidades oferecidas, como o Arbo Chat e as dicas de plantio.

A interface foi descrita como intuitiva e amigável, facilitando a experiência do usuário. Vários usuários apontaram que o UrbanTree é uma ferramenta importante para a gestão ambiental urbana, contribuindo significativamente para a arborização e saúde das árvores. As opiniões refletem que o aplicativo não só atende às expectativas, mas também possui um potencial promissor para o futuro.

## 7 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do aplicativo multiplataforma UrbanTree mostrou-se uma solução eficiente para otimizar os processos de inventário e gestão das árvores urbanas. A utilização do aplicativo permitiu uma coleta de dados mais rápida e precisa, o que proporcionou maior confiabilidade e facilidade na organização das informações, além da integração direta com a



plataforma de análise de dados, o que reduziu significativamente o tempo para execução do inventário entre os métodos tradicionais e impressos, inclusive reduzindo a utilização de papel.

Por fim, a digitalização dos processos e a utilização do Google Sheets, eliminam a necessidade de transcrição dos dados, diminuindo erros e melhorando a eficiência geral.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço de todo coração à Deus, cuja luz e orientação foram constantes durante esta jornada desafiadora, sustentando-me nos momentos mais difíceis e iluminando os caminhos do meu crescimento acadêmico.

Aos meus pais, Maria do Livramento Neves Barbosa Thaly e Auguste Mathilde Thaly, verdadeiros pilares da minha existência, agradeço por serem minha base sólida e pelo apoio incansável. Cada conquista é também de vocês.

Aos dedicados professores da minha instituição, em especial à minha orientadora Henriqueta da Conceição Brito Nunes, minha gratidão profunda. Suas sábias orientações e a inspiração que proporcionaram foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Às notáveis pessoas da UEPA que contribuíram para a minha formação, agradeço a dedicação em criar um ambiente educacional enriquecedor.

À minha família e amigos, agradeço por serem a rede de apoio emocional que me impulsionou nos momentos desafiadores e compartilharam as alegrias desta jornada.

Agradeço aos meus amigos de faculdade (Lua, Keylla, Ana, Isa, Madson, Mateus e Pedro), obrigada por tornarem essa caminhada mais leve e feliz, sem vocês provavelmente eu teria enlouquecido, amo vocês.

Dedico este trabalho a todos que, de alguma forma, tornaram esta conquista possível. Que nossos caminhos continuem se entrelaçando em aprendizado e realizações.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16246-3: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 3: Avaliação de risco de árvores. Primeira edição. 14 p. ISBN 978-85-07-08192-0. 2019.

APPLE INC. iOS overview. Disponível em: <http://developer.apple.com/library/ios/referencelibrary/GettingStarted/URLiPhoneOSOverview/index.html/apple-ref/doc/uid/TP40007592>. Acesso em: 13 abr. 2024.

BACANCY TECHNOLOGY. FlutterFlow. Disponível em: <https://www.bacancytechnology.com/blog/flutterflow>. Acesso em: 15 dez. 2023.

BAHIA, M. L.; GARVÃO, R. F. Castanhal-PA: um estudo avaliativo da ‘Cidade Modelo’ no paraense. EcoDebate, 2014.

BESSA, H. Brasil está entre os dez países com mais smartphones ativados, segundo relatório da Flurry. Mac Magazine, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://macmagazine.com.br/post/2012/08/27/brasil-esta-entre-os-10-de-paises-com-mais-smartphones-ativados-segundo-relatorio-da-flurry/>. Acesso em: 19 maio 2024.

BRACHA, G. The Dart programming language. 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=UHA1CwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT13&dq=dart+language&ots=Po6Le2IeIN&sig=5B yMYr7T4UWxnRG8uUjkbmy2rs4>. Acesso em: 09 fev. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Cidades + Verdes. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes>. Acesso em: 17 mar. 2024.

BRASIL. Resolução Conama. Lei n. 004, de 04 de maio de 1994. Brasília, DF, 4 maio 1994. Disponível em: <http://www.areaseg.com/conama/1994/004-1994.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2024.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Manual de arborização. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2015. 112 p.

DEL CARO, C. F.; OLIVEIRA, O. M.; SENNA, D. S.; LEMOS, R.; CALIMAN, J. P. Análise da arborização urbana das praças na região metropolitana da cidade de Alegre, ES. Anais do XIII Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. UNIVAP. São José dos Campos-SP, 2009.

DUARTE, T. E. P. N. et al. Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. Revista Agro. Meio Ambiente, v. 11, n. 1, p. 327-341, 2018.

FAPESPA - FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS. Estatísticas municipais paraenses: Castanhal. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação – Belém, 2022.

FRAGA, R. 9 anos do Android: conheça a história da plataforma móvel do Google. @2006-2024 Google Discovery.

GAIO. FlutterFlow: Explorando o conceito e suas aplicações. Hashdork, 2022. Disponível em: <https://hashdork.com/pt/fluxo-flutuante/>. Acesso em: 5 mar. 2024.

GOOGLE INC. What is Android? Disponível em: <http://developer.android.com/guide/basics/what-isandroid.html>. Acesso em: 29 abr. 2024.

GOOGLE INC. Dart programming language. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://dart.dev/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

GUEIROS, H. M. Leis Municipais / Pará / Belém – Lei nº 7709/1994. Belém: Gabinete do Prefeito Municipal de Belém, 1994.

HABCHI, S. et al. Code Smells in iOS Apps: How Do They Compare to Android? International Conference on Mobile Software Engineering and Systems (MOBILESoft). IEEE Xplore. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7972725/>. Acesso em: 19 abr. 2024.

INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE. Recognizing Tree Risk. 2011.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Árvores exóticas no Brasil. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 2003. p. 368.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. Dendrometria. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2003. 309 p.

MACIEL, T. T.; BARBOSA, B. C. Áreas verdes urbanas: história, conceitos e importância ecológica. CES Rev, v. 29, n. 1, p. 30-42, 2015.

MAINKAR, P.; GIORDANO, S. Google Flutter Mobile Development Quick Start Guide: Get up and running with iOS and Android mobile app development. [S. l.: s. n.], 2019.

MASCARÓ, J.; MASCARÓ, L. Vegetação urbana. 2. ed. Porto Alegre: Editora Mais Quatro, 2005.

MILANO, M.; DALCIN, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light, 2000. 206 p.

MOLNAR, M. A. S. Educação ambiental e serviços urbanos: uso de aplicativos digitais para a gestão do verde urbano no município de São Paulo. 2017. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2017.

MORESI, E. A. D. et al. "The Doe mobile app," 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Caceres, Spain, 2018, pp. 1-7, doi: 10.23919/CISTI.2018.8399260.

MULLANEY, J.; LUCKE, T.; TRUEMAN, S. J. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. Landscape and Urban Planning, v. 134, p. 157–166, 2015.

OLIVEIRA, L. S. et al. Análise da composição vegetal de espaços verdes urbanos das cidades de Belém e Castanhal, Estado do Pará. III Congresso Internacional das Ciências Agrárias, COINTER – PDVAGRO, 2018. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00010>.

OPENHANDSETALLIANCE. Overview. 2011. Disponível em: [http://www.openhandsetalliance.com/oha\\_overview.html](http://www.openhandsetalliance.com/oha_overview.html). Acesso em: 05 fev. 2024.

PARRY, M. M.; SILVA, M. M.; SENA, I. S.; OLIVEIRA, P. M. O. Composição florística da arborização da cidade de Altamira, Pará. Revista Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (REVSBAU), Piracicaba, SP, v. 7, n. 1, p. 143-158, 2012.

PEDÓ, T. et al. Kodular ou FlutterFlow, viabilidade para o projeto Programe seu Futuro. Salão do Conhecimento, Ijuí, 2023.

PROVENZI, G. Áreas verdes urbanas em Xaxim, um processo de revisão. 2008. 110 p. Monografia (Especialização em Arquitetura de Interiores) – Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, 2008.

REZENDE, T. M.; SANTOS, D. G. Avaliação quali-quantitativa da arborização das praças do bairro Jaraguá, Uberlândia – MG. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP, v. 5, n. 2, p. 139-157, 2010.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. R.; COELHO, M. S. Z. S. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. Estudos Avançados, v. 30, n. 86, 2016.

SCHALLENBERGER, L. S.; MACHADO, G. O. Inventário da arborização na região central do município de Manguoeirinha – PR. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 54-64, 2013.

SILVA FILHO, et al. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. R. Árvore, Viçosa-MG, v. 26, n. 5, p. 629-642, 2002.

SILVA, A. G.; CARDOSO, A. L.; RAPHAEL, M. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária da cidade de Jerônimo Monteiro, ES. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 1179-1188, 2012.

SILVA, L. B.; PIRES, D. F.; NETO, S. C. Desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis: tipos e exemplo de aplicação na plataforma iOS. Centro Universitário Municipal de Franca - Uni Facef, 2015, Franca. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wicsi/2015/004.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2024.

SILVA, R. F. Responsabilidade socioambiental: uma reflexão das ações adotadas pela agroindústria Bela Iaçá no município de Castanhal-Pará. Movendo Ideias, Belém, v. 18, n. 1, p. 117-130, jan./jun. 2011.

SIMÕES, D. D.; PEREIRA, J. C. Operacionais móveis - Android X iOS. Universidade Paranaense – Unipar, 2014.

SIRVINSKAS, L. P. Arborização urbana e meio ambiente: aspectos jurídicos. Revista Instituto de Pesquisas e Estudos, p. 263-276, 2000.

TEIXEIRA, I. F.; DOS SANTOS NUNES, J. Método expedito de análise qualitativa da arborização da Praça Eufrásio Correia, Curitiba-PR. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 14, n. 3, p. 17-36, 2019.

TEIXEIRA, I. F.; SILVA, R. M. da; TATSCH, G. L. Compatibilidade da arborização de ruas da Avenida Celestino Cavalheiro, São Gabriel-RS. Floresta e Ambiente, v. 18, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2011.06>. Acesso em: 28 mar. 2024.

TRINDADE, B. G. et al. Verdejar: desenvolvimento de aplicativo móvel e módulo web para gestão da arborização urbana no âmbito das cidades inteligentes. XIX Congresso ALTEC, 27 a 29 de outubro de 2021, Lima, Perú.

VIEIRA, I. G. O. et al. Balanço hídrico climatológico mensal para o município de Castanhal – PA em eventos de ENOS e efeitos na produção do açaizeiro. In: COINTER PDVAgro. Sociedade 5.0: Educação, ciência, tecnologia e amor. Recife, 2020.

WASSERMAN, A. I. Software engineering issues for mobile application development. In: Proceedings of the FSE/SDP Workshop on Future of Software Engineering Research, FoSER '10, p. 397–400, New York, NY, USA: ACM, 2010.

YATES, II, M. Practical investigations of digital forensics tools for mobile devices. Information Security Curriculum Development Conference. New York, NY, USA: ACM, 2010, p. 156–162. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1940941.1940972>. Acesso em: 18 fev. 2024.

ZAMBONATO, B.; KLEBERS, L. da S.; FARIAS, S.; GRIGOLETTI, G. de C.; DORNELES, V. G.; PIPPI, L. G. A. A proposta de método de inventário da arborização urbana. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 16, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v16i4.83602>. Acesso em: 20 abr. 2024.

ZHANG, L.; GUPTA, D.; MOHAPATRA, P. How expensive are free smartphone apps? ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, v. 16, n. 3, p. 21–32, 2012.

ZILLER, S. R. A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. 2000. 268 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

## ANEXOS

### APENDICE 1– FORMULÁRIO SOBRE UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO URBANTREE

Avaliação da Experiência com o Aplicativo de Arborização Urbana UrbanTree.

Este questionário é parte fundamental do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e busca capturar sua percepção e experiência ao utilizar a aplicação. Suas respostas desempenharão um papel crucial no desenvolvimento deste projeto acadêmico, contribuindo para aprimorar a eficácia e usabilidade do aplicativo.

\* Indica uma pergunta obrigatória

#### SOBRE O USUÁRIO DO APLICATIVO

Qual seu nome?

---

E-mail?

---

Instituição?

---

#### FACILIDADE DE USO

Foi fácil aprender a utilizar o aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Conseguí entender o que acontecia durante o uso do aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente



Considerarei o aplicativo fácil de usar?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Foi fácil inserir dados no aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

O aplicativo atende as necessidades de cadastro de árvores urbanas?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Mesmo com pressa eu conseguiria executar as tarefas no aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

#### INTERFACE DO APLICATIVO

Considerarei as cores e ícones do aplicativo agradáveis?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Consegui visualizar bem todos os botões e informações do aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Entendi com facilidade as palavras, nomenclaturas e ícones do aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

As imagens e ícones no aplicativo são de fácil reconhecimento?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Consegui visualizar todas as funcionalidades do aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Consegui navegar bem por todas as telas do aplicativo?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

#### FUNÇÕES DO APLICATIVO

O cadastro das espécies é fácil?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

As indicações de árvores são úteis?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

A legislação presente no aplicativo é útil?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

Os livros disponíveis no aplicativo são úteis?

Concordo totalmente

Concordo parcialmente

Discordo parcialmente

Discordo Totalmente

#### AJUSTES NO APLICATIVO

Qual sua opinião sobre o aplicativo?

---

O que mudaria de conteúdo e funcionalidade?

---

ANEXO 1 – Ficha de cadastro das espécies

I - LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO									
Data: / /		Via Pública:		N°		Bairro:			
Nome Comum:		Gênero:		espécie:		Calçada: (m)		Rua: (m)	
II - DIMENSÕES (CM)									
Altura Geral:		Altura da 1ª Ramificação:		Diâmetro da Copa:		PAP:			
III - BIOLOGIA									
<b>Estado geral</b>	<b>Equilíbrio geral</b>	<b>Fitossanidade</b>		<b>Intensidade</b>	<b>Local/ataque</b>	<b>Injúrias</b>	<b>Ecologia</b>	<b>Fenologia</b>	
ótimo <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/>	Pulção <input type="checkbox"/>	Broca <input type="checkbox"/>	Inseto <input type="checkbox"/>	Caule <input type="checkbox"/>	Lesão grave <input type="checkbox"/>	Insetos <input type="checkbox"/>		
bom <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>	Cupim <input type="checkbox"/>		Bactéria <input type="checkbox"/>	Raiz <input type="checkbox"/>	Lesão média <input type="checkbox"/>	Ninhos <input type="checkbox"/>	Folha <input type="checkbox"/>	
regular <input type="checkbox"/>		Formiga <input type="checkbox"/>		Vírus <input type="checkbox"/>	Frutos <input type="checkbox"/>	Lesão leve <input type="checkbox"/>	Líquens <input type="checkbox"/>	Flor <input type="checkbox"/>	
péssimo <input type="checkbox"/>	Caule <input type="checkbox"/>	Lagarta <input type="checkbox"/>		Fungo <input type="checkbox"/>	Flores <input type="checkbox"/>	Lesão ausente <input type="checkbox"/>	Epifitas <input type="checkbox"/>	Fruto <input type="checkbox"/>	
morta <input type="checkbox"/>	Copa <input type="checkbox"/>	Cochonilha <input type="checkbox"/>		Acaro <input type="checkbox"/>	Ramos <input type="checkbox"/>	Vandalismo <input type="checkbox"/>	Parasitas <input type="checkbox"/>		
		Vaquinha <input type="checkbox"/>			Folhas <input type="checkbox"/>				
IV - ENTORNO E INTERFERÊNCIAS									
<b>Local geral</b>	<b>Localização relativa</b>	<b>Pavimento</b>	<b>Afloramento de raiz</b>	<b>Participação</b>	<b>Tipo fiação</b>	<b>Tráfego</b>			
Cent. central <input type="checkbox"/>		Terra <input type="checkbox"/>	Calçada <input type="checkbox"/>		Derivação <input type="checkbox"/>				
Calçada <input type="checkbox"/>	Junto a guia <input type="checkbox"/>	Cimento <input type="checkbox"/>	Canteiro <input type="checkbox"/>	Isolada <input type="checkbox"/>	1ª ria <input type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/>			
Praça <input type="checkbox"/>	Junto a divisa <input type="checkbox"/>	Pedra <input type="checkbox"/>	Construção <input type="checkbox"/>	Duas ou mais <input type="checkbox"/>	2ª ria <input type="checkbox"/>	Pesado <input type="checkbox"/>			
Via pública <input type="checkbox"/>	Centrada <input type="checkbox"/>	Cerâmico <input type="checkbox"/>	Leito carroçável <input type="checkbox"/>		Tel <input type="checkbox"/>	Médio <input type="checkbox"/>			
		Grama <input type="checkbox"/>							
Recuo? <input type="checkbox"/> Situação adequada? <input type="checkbox"/> Manilha <input type="checkbox"/> Colo pavimentado <input type="checkbox"/> Árvore dentro do imóvel <input type="checkbox"/>									
<b>Fiação</b>	<b>Posteamento</b>	<b>Iluminação</b>	<b>Sinalização</b>	<b>Muro/Construção</b>					
Atual <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/>					
Potencial <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>	Potencial <input type="checkbox"/>					
Ausente <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>	Ausente <input type="checkbox"/>					
V - DEFINIÇÃO DE AÇÕES									
<b>Ação executada</b>					<b>Ação recomendada</b>				
Poda leve <input type="checkbox"/>	Poda pesada <input type="checkbox"/>	Plantio <input type="checkbox"/>	Reparos de danos <input type="checkbox"/>		Poda leve <input type="checkbox"/>	Poda pesada <input type="checkbox"/>	Plantio <input type="checkbox"/>	Reparos de danos <input type="checkbox"/>	
Controle <input type="checkbox"/>	Substituição <input type="checkbox"/>	Ampliação de canteiro <input type="checkbox"/>			Controle <input type="checkbox"/>	Substituição <input type="checkbox"/>	Ampliar canteiro <input type="checkbox"/>		
Qualidade da ação: Ótima <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Péssima <input type="checkbox"/>					Outra: <input type="text"/>				