

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS  
CAMPUS SABARÁ**

**APLICATIVO DE PLANTIO E ARBORIZAÇÃO URBANA**

**PEDRO AFONSO RAMOS DE SOUZA**

**Sabará, abril de 2024**

**PEDRO AFONSO RAMOS DE SOUZA**

**APLICATIVO DE PLANTIO E ARBORIZAÇÃO URBANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso de Sistemas de Informação Bacharelado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Sabará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Sistemas de informação.

Orientadores:

Prof. Dr. Carlos Alberto Severiano Júnior.

**Sabará, abril de 2024**

Souza, Pedro Afonso Ramos de

S729a           Aplicativo de plantio e arborização urbana [manuscrito]. / Pedro Afonso Ramos de Souza. - 2024.

40 f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Severiano Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado de Sistemas de Informação) – Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* Sabará.

1. Arborização das cidades – Aplicativos móveis. – Monografia. 2. Ambientalismo – Aplicativos móveis. – Monografia. 3. Cobertura dos solos – Aplicativos móveis. – Monografia. 4. Parques urbanos – Aplicativos móveis. – Monografia. I. Severiano Júnior, Carlos Alberto. II. Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* Sabará. III. Bacharelado de Sistemas de Informação. IV. Título.

CDU 004.451.9

César dos Santos Moreira / CRB6-2229  
Biblioteca do IFMG *Campus* Sabará



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus Sabará**  
**Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão**  
**Conselho de Área - Informática e Comunicação**  
Rodovia MGC 262, Km 10 - Bairro Sobradinho - CEP 34590-390 - Sabará - MG  
- www.ifmg.edu.br

## **ATA DE DEFESA DE TCC**

### **CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

Aos dez dias do mês de outubro do ano de 2024, às dezesseis horas, na Plataforma de Webconferência do Google Meet iniciou-se a apresentação pública do Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, pelo discente **Pedro Afonso Ramos de Souza**, intitulado Aplicativo de Plantio em Áreas Urbanas, tendo como orientador(a) o(a) Prof. Dr. Carlos Alberto Severiano Junior. O início dos trabalhos se deu com a apresentação da Banca Examinadora que foi composta pelos seguintes membros: Dr. Carlos Alberto Severiano Junior - Orientador(a), Me. André Roberto Melo Silva e Ma. Cristiane Norbiato Targa. O discente iniciou sua apresentação, expondo seu trabalho durante 30 minutos. Os membros da banca apresentaram seus questionamentos e sugestões que foram respondidos pelo discente. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se, sem a presença do discente e do público, para fazer a avaliação final do trabalho apresentado. Em conclusão, a Banca Examinadora deliberou que o Trabalho de Conclusão de Curso foi:

**Aprovado.**

**Aprovado com ressalvas.** A versão final do TCC, atendidas as exigências apresentadas pela Banca Examinadora, deverá ser entregue até o dia **04/11/2024**.

**Reprovado.**

Eu, Carlos Alberto Severiano Junior, Presidente da Banca Examinadora, lavrei a presente ata que será assinada por mim e pelos demais membros da Banca.

Sabará, 10 de outubro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Alberto Severiano Junior, Professor**, em 10/10/2024, às 17:47, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Cristiane Targa, Professora**, em 11/10/2024, às 11:27, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2068380** e o código CRC **C2354BF6**.

*Aos incansáveis ecologistas que dedicam seus esforços à construção de cidades mais verdes e conscientes, presto a mais profunda homenagem. Através de seu compromisso inabalável, vocês inspiram uma nova perspectiva do ambiente urbano, tecendo uma simbiose harmoniosa entre a natureza e o desenvolvimento humano.*

## **AGRADECIMENTOS**

É com imensa gratidão que agradeço a todas as pessoas incríveis que me apoiaram nessa jornada acadêmica. A caminhada até aqui não teria sido a mesma sem vocês. Aos meus pais, expresso minha eterna gratidão por todo o apoio e por acreditarem em mim desde o início. Sem a sabedoria e o incentivo de vocês, este trabalho não teria saído do papel. Às minhas irmãs, agradeço pela compreensão, companheirismo e por todos os momentos que compartilhamos. Aos amigos, vocês foram o porto seguro onde encontrei refúgio nos momentos de cansaço, e a torcida entusiasmada que me motivou a seguir em frente. Agradeço pelas palavras de incentivo, pela compreensão nos momentos de ausência e pela amizade incondicional que me fortaleceu. Ao meu orientador, Carlos Severiano, sou profundamente grato pela orientação sábia, pela dedicação e pela confiança e persistência que depositou em mim. Seus conselhos valiosos e a sua disponibilidade constante foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Gratidão a todos!

*“Somos a última geração capaz de frear a crise climática.”*

Duda Salabert

## RESUMO

O trabalho consistiu na concepção e criação de um aplicativo de arborização urbana participativa, criado para engajar a comunidade no plantio e cuidados de áreas verdes. Idealizado em parceria com coletivos ecológicos, o aplicativo considerou suas opiniões e requisitos por meio de reuniões. Isso garantiu que funcionalidades como mapeamento de locais, catálogo de espécies e monitoramento de mudas pudessem atender às necessidades da cidade e facilitassem o aumento da cobertura vegetal, a melhoria da qualidade do ar e da água, e o fortalecimento da participação cidadã.

**Palavras-chave:** Arborização urbana. Coletivos Ecológicos. Cobertura vegetal. Área verde.

## **ABSTRACT**

The work consisted of designing and creating a participatory urban afforestation application aimed at engaging the community in planting and caring for green areas. Created in partnership with ecological collectives, the app considered their opinions and requirements through meetings. This ensured that features such as location mapping, species catalogue, and seedling monitoring could meet the city's needs and facilitated the increase in vegetation cover, the improvement of air and water quality, and the strengthening of citizen participation.

**Keywords:** Urban afforestation. Ecological collectives. Vegetation cover. Green area.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Telas das comunidades desenhada no Figma como protótipo . . . .	26
Figura 2 – Princípios do Clean Dart . . . . .	27
Figura 3 – Tela de Login . . . . .	30
Figura 4 – Telas de cadastro . . . . .	31
Figura 5 – Tela de Início . . . . .	32
Figura 6 – Telas de Mapa . . . . .	33
Figura 7 – Telas de Comunidade . . . . .	34
Figura 8 – Telas de Plantio . . . . .	35
Figura 9 – Telas de Fluxo de Validação de plantio junto à Prefeitura . . . . .	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Requisitos funcionais . . . . .	21
Tabela 2 – Requisitos não funcionais . . . . .	22

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
TCC	Trabalho de Conclusão do Curso
NBR	Norma Brasileira
AWS	Amazon Web Services
EC2	Amazon Elastic Compute Cloud
API	Application Programming Interface
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
SQL	Structured Query Language
SDK	Software Development Kit
MVC	Model-View-Controller

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>16</b>
2.1	PLANTIO URBANO	16
2.2	COLETIVOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA	17
<b>3</b>	<b>ANÁLISE DE REQUISITOS</b>	<b>20</b>
3.1	CLASSIFICAÇÃO DE REQUISITOS	20
3.2	REQUISITOS FUNCIONAIS	21
3.3	REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	22
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>23</b>
4.1	FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA O DESENVOLVIMENTO	23
4.1.1	<b>SPRING BOOT</b>	<b>23</b>
4.1.2	<b>FLUTTER</b>	<b>24</b>
4.1.3	<b>FIGMA</b>	<b>24</b>
4.2	REUNIÃO COM LIDERANÇAS DE COLETIVOS	24
4.3	PROTOTIPAÇÃO DO LAYOUT	26
4.4	DESENVOLVIMENTO	27
<b>5</b>	<b>O APLICATIVO GREEN APP</b>	<b>29</b>
5.1	LOGIN	30
5.2	CADASTRO	31
5.3	TELA DE INÍCIO	32
5.4	MAPA	33
5.5	COLETIVOS	34
5.6	TELA DE CADASTRO DE PLANTIO	35
<b>6</b>	<b>RESULTADO E CONCLUSÕES</b>	<b>36</b>
6.1	TRABALHOS FUTUROS	37
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>40</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras civilizações, a relação entre o ser humano e o meio ambiente tem sido marcada pela busca de adaptação e exploração dos recursos naturais para atender às necessidades de moradia e subsistência. "A roda, a metalurgia, o carro de bois, o animal de tração, o barco a vela tiveram seu caráter transformador por se integrarem a uma nova organização social propiciada pela urbanização"(Pinsky 1994, p. 46). Essas inovações tecnológicas permitiram que as primeiras civilizações alterassem profundamente o meio ambiente, visando não apenas a sobrevivência, mas o controle e a exploração dos recursos naturais de forma organizada. Com o avanço das navegações e a expansão territorial, houve um impacto significativo na biodiversidade, contribuindo para a disseminação de doenças e a transformação dos ecossistemas locais. Esse cenário se intensificou com a Revolução Industrial, quando o planeta começou a se desenvolver em ritmo acelerado, trazendo novas tecnologias e inovações para a sociedade. No entanto, o contrapeso desses avanços foram os impactos severos no meio ambiente, com consequências que perduram até os dias atuais (MILANO M. S.; DALCIN 2000). Embora a inovação tenha trazido benefícios inegáveis à sociedade, também resultou em uma exploração insustentável dos recursos naturais.

Hoje, entre os principais fatores que afetam intensamente o meio ambiente estão o aquecimento global e o desmatamento. No Brasil, um país com uma biodiversidade rica e única, o desmatamento devastador ameaça não apenas a Amazônia, mas também outros biomas de extrema importância, como o Cerrado e a Mata Atlântica. O Cerrado, considerado a savana mais biodiversa do mundo, vem sendo rapidamente substituído por áreas agrícolas e urbanas, comprometendo sua fauna, flora e recursos hídricos essenciais para o país (Sano et al. 2008). Já a Mata Atlântica, que se estende por boa parte do território nacional, sofreu uma intensa perda de cobertura vegetal ao longo dos séculos, restando hoje apenas fragmentos de sua área original (Meyreles et al. 2023). Em meio a esse contexto de devastação, cidades como Belo Horizonte surgiram com a proposta de ser um modelo de "cidade-jardim", planejada para integrar áreas verdes e espaços urbanos de forma harmoniosa. No entanto, o crescimento urbano e a pressão imobiliária alteraram essa visão inicial, gerando a necessidade de ações de reintrodução da arborização e de preservação dos espaços verdes (CEMIG 2022).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo que atenda às necessidades dos coletivos de arborização urbana, facilitando a comunicação entre os membros, otimizando os métodos de plantio e proporcionando uma visualização clara e acessível

do capital arbóreo das cidades. O aplicativo busca oferecer uma solução prática e eficiente para a gestão e incentivo de ações de arborização urbana, ajudando a conectar cidadãos e coletivos em prol de um meio ambiente mais equilibrado.

Este aplicativo justifica-se como uma ferramenta estratégica para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos, auxiliando os coletivos na organização de ações de plantio e manutenção de árvores, na troca de informações sobre as melhores práticas de arborização e na visualização do impacto positivo dessas iniciativas. Além de promover a reintrodução da paisagem verde nas cidades, o aplicativo também visa conscientizar a população sobre a importância da arborização urbana como um meio de mitigar os efeitos negativos do desenvolvimento urbano, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PLANTIO URBANO

O plantio urbano, também conhecido como arborização urbana, representa uma prática essencial para o desenvolvimento sustentável nas cidades e para a qualidade de vida dos habitantes. Em face dos desafios urbanos contemporâneos, como o aumento das temperaturas e a poluição atmosférica, a arborização desempenha um papel crítico no equilíbrio ambiental. Através do cultivo e manejo de árvores e vegetação em áreas urbanas, o plantio urbano contribui para a absorção de carbono e a diminuição das chamadas “ilhas de calor” por meio da sombra e da transpiração proporcionadas pelas árvores. Além de oferecer benefícios ambientais diretos, essa prática reforça aspectos de lazer, recreação e bem-estar social nas áreas verdes e espaços livres urbanos, promovendo um microclima mais equilibrado e sustentável (CEMIG e Biodiversitas 2011).

Os benefícios da arborização em um projeto sustentável de cidade incluem:

- Absorção do carbono emitido pelos veículos e demais atividades humanas na cidade, armazenado na estrutura das árvores (copa, tronco e raízes).
- Diminuição da temperatura em áreas de “ilhas de calor” através da sombra e transpiração das árvores, o que reduz o consumo de energia para o resfriamento do ar no verão e proporciona efeito quebra-vento no inverno.
- Diminuição da incidência da luz e da temperatura sob a copa das árvores, favorecendo a prática de caminhadas, exercícios ou o uso de transportes alternativos, como a bicicleta.
- Retenção de água, tanto no solo quanto na estrutura das árvores e no ambiente, ajudando a diminuir enxurradas e enchentes, e alimentando lentamente o lençol freático.
- Filtragem e remoção de gases e partículas poluentes do ar, além do aumento da umidade relativa através da liberação de vapor de água pelas árvores.
- Atenuação da poluição sonora urbana.
- Melhoria da saúde da população por meio da qualidade ambiental, promovendo conforto psicológico e diminuindo o estresse cotidiano, com o benefício adicional da estética, paisagem verde e sombra.

- Promoção de um equilíbrio ambiental por meio da manutenção da biodiversidade de fauna.
- Preservação da biodiversidade local.

O plantio urbano requer planejamento cuidadoso para escolher espécies que se adaptem ao ambiente urbano, levando em consideração fatores como espaço disponível, tipo de solo e clima local. É importante selecionar árvores e plantas resistentes a doenças e pragas para reduzir a necessidade de manutenção constante.

A manutenção regular é essencial para garantir o crescimento saudável das árvores e plantas urbanas. Isso inclui poda, irrigação e controle de pragas. A remoção adequada de resíduos vegetais e a reciclagem de materiais orgânicos contribuem para a sustentabilidade do plantio urbano.

Nas cidades, o espaço para plantio é muitas vezes restrito, o que requer abordagens criativas, como jardins verticais e telhados verdes (CEMIG 2022). Poluição e estresse ambiental: as plantas urbanas enfrentam desafios como poluição do ar, solo compactado e exposição a elementos adversos, o que pode afetar sua saúde.

O envolvimento da comunidade é crucial para o sucesso do plantio urbano. Os moradores podem participar do cuidado das árvores e áreas verdes, promovendo um senso de pertencimento e responsabilidade.

Muitas cidades têm regulamentações específicas para o plantio e manejo de árvores e vegetação urbana, visando proteger o ambiente e promover a arborização.

Em resumo, o plantio urbano desempenha um papel vital na promoção da qualidade de vida nas áreas urbanas. Quando planejado e executado adequadamente, ele oferece benefícios ambientais, sociais e estéticos, tornando a cidade mais agradável, sustentável e saudável para seus habitantes.

## 2.2 COLETIVOS DE ARBORIZAÇÃO URBANA

Os coletivos de arborização urbana são grupos de pessoas que se unem para promover a arborização em áreas urbanas. Motivados por um desejo comum de melhorar o ambiente e a qualidade de vida nas cidades, esses grupos assumem a responsabilidade de plantar, cuidar e proteger as árvores em seus bairros e comunidades. Os coletivos podem ser formados por diversos indivíduos, desde moradores engajados e ativistas ambientais até profissionais da área verde, como biólogos, agrônomos e pai-

sagistas. Essa diversidade de perfis contribui para um trabalho mais rico e abrangente, com diferentes habilidades e conhecimentos sendo aplicados em prol da arborização urbana. As atividades dos coletivos são variadas e podem incluir:

a) Plantio de mudas: organização de mutirões de plantio em áreas públicas e privadas, com foco na escolha de espécies adequadas ao local e clima.

b) Cuidados com as árvores: irrigação, adubação, poda e monitoramento da saúde das árvores, garantindo seu desenvolvimento saudável e evitando problemas futuros.

c) Educação ambiental: realização de palestras, workshops e campanhas de conscientização sobre a importância da arborização urbana para a população.

d) Participação política: diálogo com autoridades locais para a criação de políticas públicas que incentivem e protejam a arborização urbana.

Os coletivos de arborização urbana são agentes transformadores que contribuem para a construção de cidades mais verdes, saudáveis e resilientes. Através do trabalho conjunto e engajado de seus membros, esses grupos promovem a integração entre comunidade e natureza, inspirando a mudança e cultivando um futuro mais sustentável para as cidades.

Nesse trabalho tivemos envolvimento de dois coletivos de arborização. A seguir, serão apresentados alguns exemplos desses coletivos e suas atividades.

ArborizaBH: é um coletivo formado por moradores engajados dentro da cidade de Belo Horizonte. Assim como o Verdejar BH (Verdejar 2020), o Arboriza é concentrado em uma região. No caso a Leste, no bairro Santa Tereza. Eles já realizaram o maior plantio coletivo de árvores da capital e tiveram colaboração com a Prefeitura. Através de mutirões, captação de recursos, educação ambiental e articulação com o poder público, o Arboriza BH (Arboriza 2020) contribui para uma BH mais verde e sustentável.

Verdejar BH: é um grupo de voluntários que se dedica à arborização urbana em Belo Horizonte. Atuando principalmente na Região Oeste e no bairro Jardim América, o grupo planta e cuida de árvores, promovendo um ambiente mais verde e sustentável. Aberto a colaborações e expansão para outras áreas da cidade, o Verdejar BH (Verdejar 2020) se configura como um importante agente na luta pela preservação ambiental da capital mineira.

Esses coletivos de arborização urbana podem ser encontrados em fóruns

ambientalistas, onde se conectam com outros grupos e expandem suas redes, e também em coletivos estudantis, que incentivam a participação jovem. Nas redes sociais, mantêm perfis ativos para divulgar atividades e eventos, facilitando o contato com a comunidade e promovendo iniciativas de arborização acessíveis a todos.

## 3 ANÁLISE DE REQUISITOS

### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DE REQUISITOS

Para orientar o desenvolvimento do aplicativo, tanto os requisitos funcionais quanto os não funcionais foram classificados de acordo com sua prioridade e impacto para o sistema:

- **Essencial:** São requisitos fundamentais, que definem as funcionalidades e características indispensáveis para o aplicativo cumprir seu propósito principal. Em termos funcionais, representam ações básicas como registro e visualização de árvores. Nos não funcionais, estão os aspectos críticos de desempenho e segurança. Esses requisitos têm a implementação prioritária.
- **Importante:** São requisitos que melhoram a experiência e a eficiência do aplicativo. Em requisitos funcionais, incluem funcionalidades que enriquecem a interação, como canais de comunicação e compartilhamento de informações. Nos requisitos não funcionais, referem-se a características que otimizarão o uso e a adaptação do sistema, como compatibilidade com dispositivos variados. Esses requisitos são prioritários, mas secundários aos essenciais.
- **Desejável:** São funcionalidades e características opcionais, que trazem benefícios adicionais, mas não são necessárias para o funcionamento básico do aplicativo. Em requisitos funcionais, incluem filtros de visualização e uso offline, enquanto, nos não funcionais, podem incluir melhorias de acessibilidade e integração com sistemas externos. Estes podem ser implementados como parte de melhorias futuras.

## 3.2 REQUISITOS FUNCIONAIS

Esta seção apresenta o resumo da análise de requisitos funcionais para o aplicativo, elaborada em conjunto com líderes de coletivos de arborização. As reuniões foram realizadas com os representantes dos coletivos e abordaram as necessidades específicas de cada grupo, incluindo desafios na ação coletiva, prioridades e requisitos de funcionalidades no aplicativo. Cada encontro foi redigido, e ao final, pontuamos e criamos tópicos que destacavam as necessidades prioritárias, além de identificar itens que poderiam ser considerados em futuros desenvolvimentos. Através dessa colaboração detalhada, foram definidas as funcionalidades essenciais do aplicativo, focadas na participação da comunidade e na sustentabilidade ambiental. O objetivo foi fornecer uma ferramenta completa e fácil de usar para a gestão eficaz da arborização urbana, atendendo às demandas dos coletivos.

**Tabela 1 – Requisitos funcionais**

<b>Identificador</b>	<b>Requisito</b>	<b>Classificação</b>
RF01	Visualização de árvores no mapa com geolocalização.	Importante
RF02	Marcação de novas árvores com fotos e especificações.	Essencial
RF03	Validação e edição de informações.	Essencial
RF04	Importação de dados de inventários existentes.	Desejável
RF05	Canal de comunicação direto com o coletivo para dúvidas, sugestões e notícias.	Essencial
RF06	Compartilhamento de informações sobre arborização urbana e seus benefícios.	Importante
RF07	Filtros por espécie, porte, estado, data de plantio, etc.	Desejável
RF08	Criação de um identificador único para cada árvore.	Essencial
RF09	Possibilidade de uso offline para áreas sem internet.	Desejável

### 3.3 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Em colaboração com líderes de coletivos de arborização, foi realizada a análise de requisitos funcionais para o aplicativo de arborização urbana, o que deu entendimento para a delimitação dos requisitos não funcionais, dos quais foram definidos tecnicamente. O foco principal se deu em aspectos como desempenho, segurança, acessibilidade e interoperabilidade, buscando garantir um aplicativo eficiente, confiável e inclusivo.

**Tabela 2 – Requisitos não funcionais**

<b>Identificador</b>	<b>Requisito</b>	<b>Classificação</b>
RNF01	Tempo de resposta rápido para garantir uma experiência fluida aos usuários.	Essencial
RNF02	Capacidade de lidar com grandes volumes de dados de forma eficiente.	Importante
RNF03	Otimização para diferentes dispositivos.	Essencial
RNF04	Implementação de medidas de segurança para garantir a confiabilidade do aplicativo.	Essencial
RNF05	Interface amigável e intuitiva para usuários de diferentes níveis de conhecimento tecnológico.	Essencial
RNF06	Integração com outros sistemas de gestão pública e privada.	Desejável
RNF07	Capacidade de compartilhar dados com outras plataformas relevantes.	Importante

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS PARA O DESENVOLVIMENTO

O trabalho foi desenvolvido utilizando tecnologias móveis e arquitetura em nuvem, o que permite uma utilização muito simples e dinâmica por parte dos usuários. Tais tecnologias foram escolhidas tendo em vista a eficiência, qualidade e rapidez para a construção do sistema.

#### 4.1.1 SPRING BOOT

Spring Boot é um framework Java amplamente utilizado que facilita o desenvolvimento de APIs e microserviços, fornecendo uma configuração simplificada e ferramentas integradas para criar rapidamente aplicações robustas. Ele permite que desenvolvedores configurem e implementem APIs RESTful de forma eficiente, automatizando tarefas como gerenciamento de dependências e configuração do servidor. No contexto das APIs, Spring Boot facilita a criação de **endpoints** — URLs específicas que dão acesso a recursos da API e permitem a comunicação entre cliente e servidor. Com o uso de endpoints em operações padronizadas, como GET e POST, as APIs RESTful desenvolvidas com Spring Boot conseguem organizar e expor seus dados de maneira direta e estruturada, promovendo uma interação eficiente entre os sistemas (Saudate 2013).

Dentro da utilização do Spring Boot algumas ferramentas foram imprescindíveis para a elaboração do projeto:

1. Postgres : é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional de código aberto. Ele é conhecido por sua flexibilidade, segurança e recursos avançados, incluindo suporte SQL, extensibilidade e uma comunidade ativa de desenvolvedores. O PostgreSQL é amplamente utilizado em uma variedade de aplicações de banco de dados e é distribuído sob uma licença de código aberto, permitindo seu uso gratuito e personalização.
2. AWS : sigla para *Amazon Web Services*, é o maior serviço de computação em nuvem do mundo. Ele fornece uma ampla gama de serviços de infraestrutura de TI para empresas direcionadas à internet. Possui o diferencial de ter datacenters

espalhados regionalmente pelo mundo, o que garante rapidez, segurança e diversidade computacional.

#### 4.1.2 FLUTTER

Flutter é um framework de código aberto do Google para desenvolver aplicativos móveis nativos para Android e iOS a partir de um único código-fonte, destacando-se por sua alta performance, widgets personalizáveis e a capacidade de acelerar o desenvolvimento com sua rápida compilação.

#### 4.1.3 FIGMA

Figma é uma ferramenta de design para interfaces. Tem a vantagem de ser gratuito e muito eficiente. Com uma comunidade que oferece diversos tutoriais, templates e projetos para estudo e implementação. É possível criar projetos e, dentro dos mesmos, adicionar pessoas autorizadas a navegar pelas interfaces sendo prototipadas, sugerir mudanças, fazer marcações e deixar feedbacks. O Figma foi escolhido para a prototipação devido à sua capacidade de facilitar a colaboração em tempo real, permitindo que ajustes fossem feitos rapidamente com base no feedback dos líderes de coletivos.

## 4.2 REUNIÃO COM LIDERANÇAS DE COLETIVOS

Para a idealização do projeto, foram organizadas reuniões com dois coletivos da cidade de Belo Horizonte: o coletivo ArborizaBH, representado por Luciana Vieira (Arboriza 2020), e o coletivo Verdejar BH, representado por Felipe Martins (Verdejar 2020). Nessas reuniões, os representantes destacaram as necessidades enfrentadas pelos coletivos, os processos de arborização de cada um, e compartilharam ideias que poderiam ser úteis ao desenvolvimento do aplicativo. Com base nessas informações, foram criados fluxos focados no plantio e na interação com os coletivos, o que nos levou a definir a importância central dos coletivos dentro do aplicativo, transformando-o de uma ferramenta individual em um aplicativo comunitário.

Além disso, foram criadas duas personas principais para o aplicativo. A primeira persona é a do **usuário principal**, que representa o usuário que solicita plantios, se comunica com coletivos e realiza plantios. Essa é a persona central no desenvolvimento do aplicativo, com funcionalidades adaptadas para facilitar o engajamento e a participação nas iniciativas de arborização.

A segunda persona é a da **liderança do coletivo**, que seria responsável por adaptar e gerenciar as funções do coletivo dentro do aplicativo, incluindo a descrição,

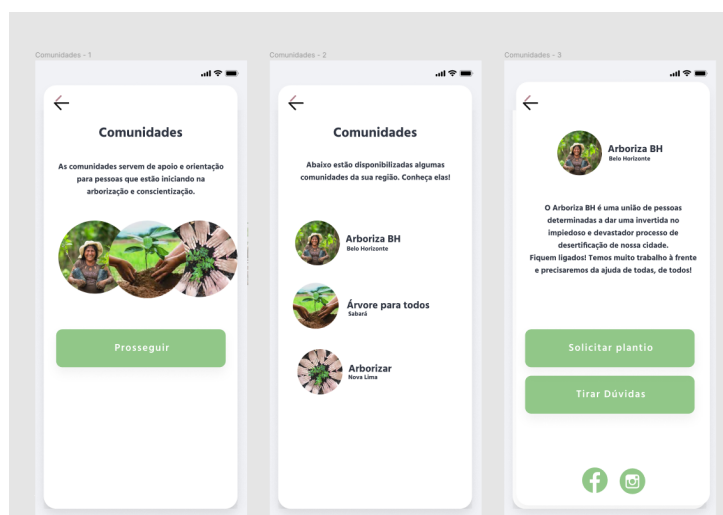
redes sociais vinculadas e outros aspectos. No entanto, entendemos que essa persona específica será melhor explorada em trabalhos futuros, mantendo o foco inicial do aplicativo nas funcionalidades para o usuário principal.

### 4.3 PROTOTIPAÇÃO DO LAYOUT

A prototipação de layouts é crucial para o sucesso de projetos de design, permitindo uma visualização prévia, identificação de problemas, coleta de feedback, economia de recursos, alinhamento da equipe e agilidade no desenvolvimento. Utilizando as ideias abordadas nas reuniões, iniciou-se um processo de criação e modificações dentro da ferramenta utilizada.

Para a prototipação do aplicativo, foi utilizada a ferramenta de criação de interfaces, Figma. Nela foram criados os fluxos de utilização do aplicativo, tendo em vista uma persona criada a partir das conversas com líderes dos coletivos Arboriza BH e Verdejar BH (Arboriza 2020; Verdejar 2020). Nas conversas, definimos os objetivos e as definições do aplicativo, observamos sistemas semelhantes e analisamos quais funcionalidades seriam mais importantes para o aplicativo.

**Figura 1 – Telas das comunidades desenhada no Figma como protótipo**



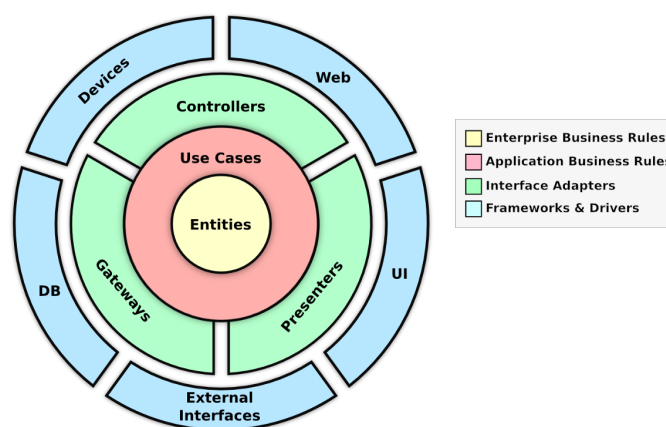
Fonte: Elaborado pelo autor

Após a definição do design, o próximo passo foi a implementação do aplicativo, para a qual foi utilizado o Flutter SDK. Um SDK (Software Development Kit) é um conjunto de ferramentas, bibliotecas e documentação que permite aos desenvolvedores criar aplicativos para uma plataforma específica. No caso do Flutter, o SDK oferece um ambiente de desenvolvimento completo para a construção de aplicativos móveis nativos utilizando a linguagem Dart. Durante o processo de desenvolvimento, foi adotado um padrão de arquitetura MVC (Model-View-Controller) combinado com conceitos do Clean Dart, visando garantir um código organizado, escalável e de fácil manutenção.

## 4.4 DESENVOLVIMENTO

Após a definição de um design, o próximo passo foi a implementação do aplicativo, na qual foi utilizado o SDK Flutter. Dentro do processo de desenvolvimento do aplicativo, foi adotado um padrão de arquitetura MVC com conceitos do Clean Dart. Conforme ilustrado na **Figura 2**, os princípios do Clean Dart organizam a arquitetura do aplicativo em camadas bem definidas, que facilitam a manutenção e evolução do sistema.

**Figura 2 – Princípios do Clean Dart**



Fonte: Disponível em: <<https://github.com/Flutterando/Clean-Dart>>. Acesso em: 11 jul. 2022.

O conceito do Clean Dart baseia-se na concepção de Arquitetura Limpa, proposta por Robert C. Martin em seu livro *Arquitetura Limpa: O guia do artesão para estrutura e design de software* (Martin 2012). O Clean Dart, especificamente, foi criado pela comunidade Flutterando (Flutterando 2020) e é adaptado à linguagem base do Flutter, o Dart. Dart é uma linguagem de programação otimizada para a construção de interfaces de usuário, sendo robusta e fácil de manter, o que a torna ideal para o desenvolvimento de aplicativos com o Flutter.

No Clean Dart, a arquitetura do aplicativo é organizada em quatro camadas independentes, conforme mostrado na **Figura 2**, permitindo um fluxo de dados bem definido e modular dentro do aplicativo. Essas camadas são:

- **Regras de Negócio Corporativas (Enterprise Business Rules):** Definem as políticas de negócio gerais aplicáveis a qualquer sistema.

- **Regras de Negócio da Aplicação (Application Business Rules):** Incluem as regras específicas do aplicativo.
- **Adaptadores de Interface (Interface Adapters):** Lidam com a comunicação entre as regras de negócio e a interface do usuário.
- **Frameworks e Drivers (Frameworks & Drivers):** Interagem com bibliotecas e sistemas externos.

Seguindo esses padrões, o aplicativo mantém uma consistência de uso e desenvolvimento que pode ser considerada limpa e organizada, facilitando a manutenção e evolução do sistema.

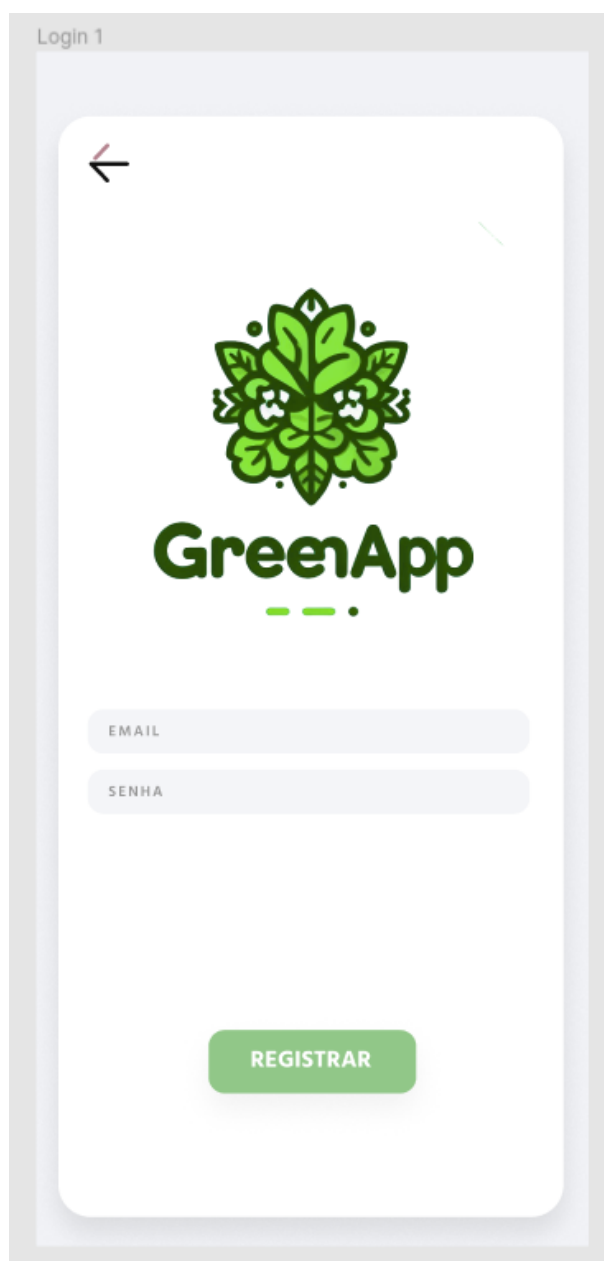
## 5 O APLICATIVO GREEN APP

Nas subseções 5.1 a 5.8 deste trabalho, exploraremos detalhadamente os diversos fluxos que compõem a experiência de usuário do "Green App". Desde o momento em que o usuário realiza o login até as interações essenciais durante o uso cotidiano, abordaremos as principais telas e funcionalidades do aplicativo, incluindo os fluxos de **Login**, **Cadastro**, **Tela de Início**, **Mapa**, **Coletivos** e **Tela de Cadastro de Plantio**. Analisaremos como cada um desses componentes foi projetado para oferecer uma navegação fluida e uma experiência coesa, promovendo a usabilidade e o engajamento do usuário.

## 5.1 LOGIN

A tela de login é a parte inicial do app, que direciona ao processo de autenticação do usuário, servindo como ponto de acesso para sua entrada no sistema. Uma vez que o usuário não encontra-se logado ele irá acessar essa tela, que possui dois direcionamentos; O login, inserindo email e senha, e um botão de registro que redireciona à tela de Cadastro.

**Figura 3 – Tela de Login**

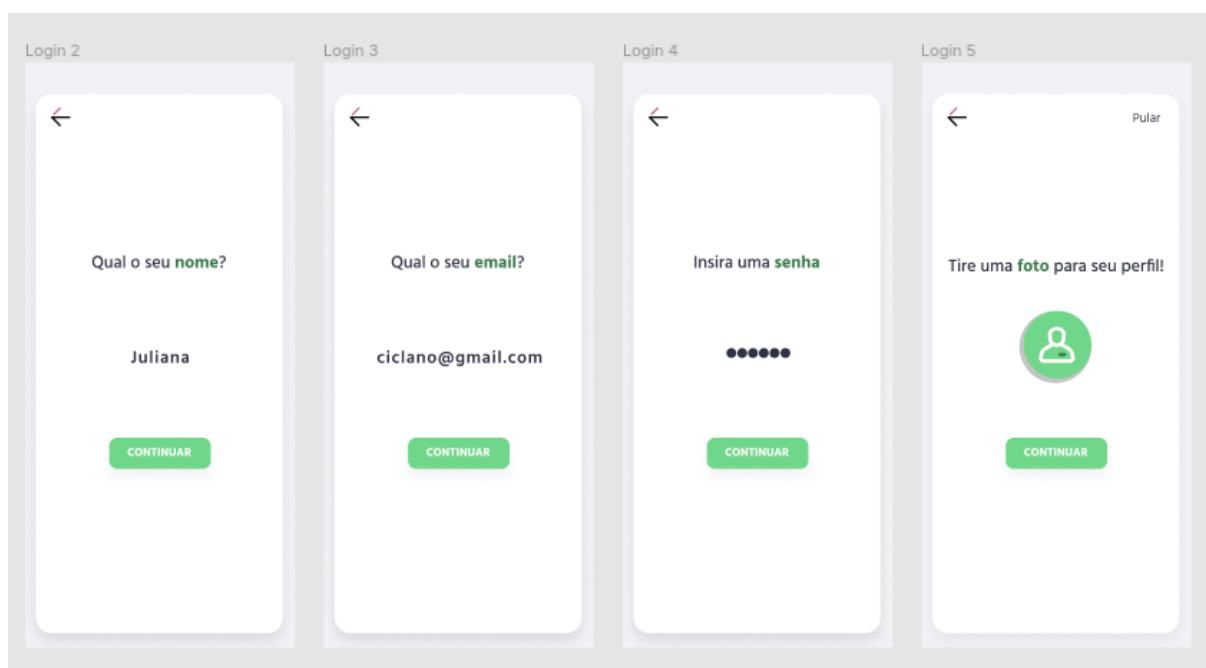


Fonte: Elaborado pelo autor

## 5.2 CADASTRO

As telas de cadastro desempenham um papel crucial na interação inicial entre o usuário e a plataforma do Green App, constituindo um elemento fundamental para a construção de uma experiência de usuário eficiente e segura. Por meio dessa interface, os usuários são solicitados a fornecer informações pessoais relevantes, como nome, endereço de e-mail e senha, estabelecendo assim sua identidade dentro do ecossistema do aplicativo. A tela de cadastro atua como uma barreira de entrada, filtrando o acesso ao conteúdo e funcionalidades do aplicativo, garantindo a autenticidade dos usuários e protegendo dados sensíveis. Além disso, essa etapa representa uma oportunidade para a coleta de dados demográficos e preferenciais, informando estratégias de personalização e aprimoramento da experiência do usuário. .

**Figura 4 – Telas de cadastro**



Fonte: Elaborado pelo autor

## 5.3 TELA DE INÍCIO

A tela de início estabelece a primeira impressão e orienta a experiência do usuário. Essa interface serve como o ponto focal onde os usuários iniciam sua interação com o aplicativo, apresentando os elementos principais utilizados na plataforma. Cinco itens são importantes na tela: o botão de configuração, que redireciona o usuário para editar os dados de usuário; o botão de plantio, que redireciona o usuário ao formulário de registro de uma árvore/muda; o botão de mapa, que mostra as árvores localizadas próximas à localização atual do usuário; e o botão de comunidades, que inicia o fluxo de vínculo com os coletivos cadastrados na plataforma.

Figura 5 – Tela de Início



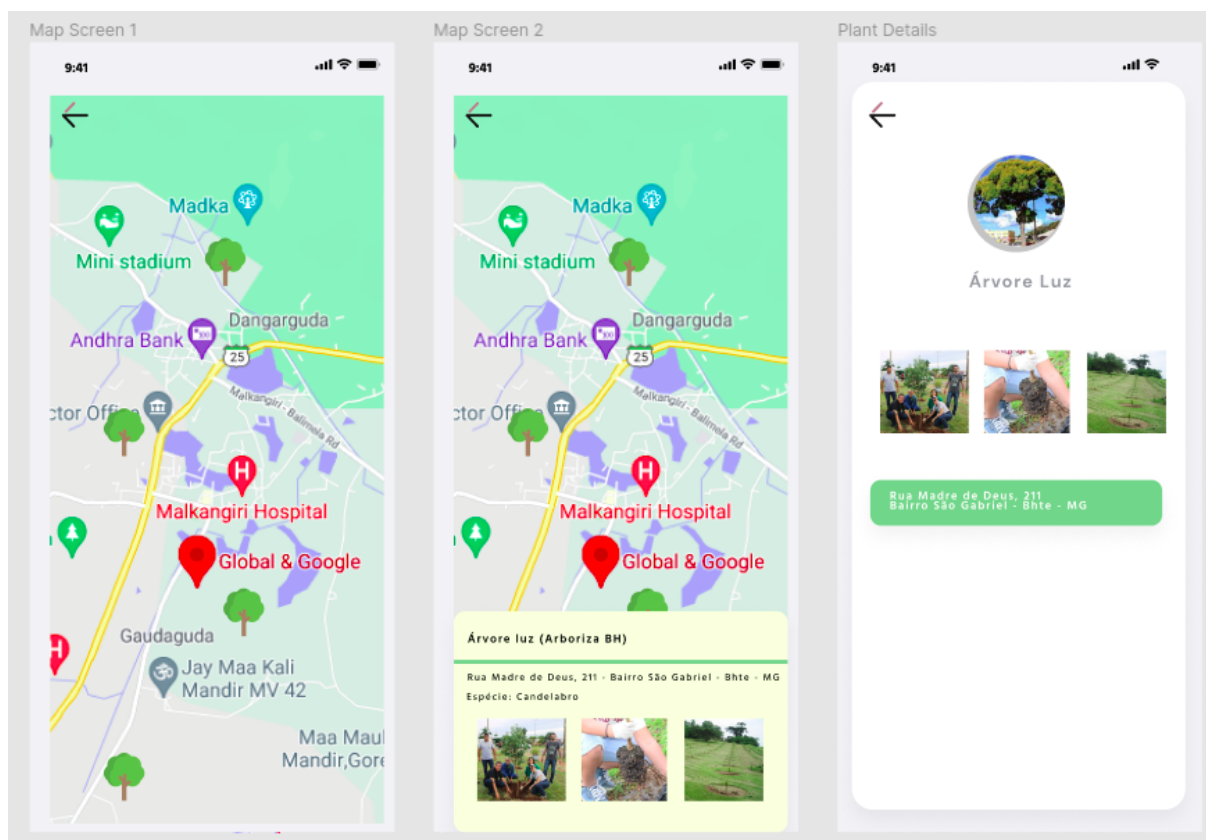
Fonte: Elaborado pelo autor

## 5.4 MAPA

A tela de mapa mostra a visualização de plantios dentro da área de visualização. Tal funcionalidade permite aos usuários verem a localização geográfica de áreas onde plantas, árvores ou mudas foram plantadas. Esse recurso utiliza um mapa do Google Maps que mostra marcadores ou áreas específicas indicando os locais de plantio. Através de marcadores georeferenciais, o aplicativo exibe pontos específicos no mapa que representam os locais de plantio. Cada marcador pode conter informações sobre a espécie plantada, data de plantio, descrição ou outras informações relevantes. A **Figura 6** ilustra essas funcionalidades de mapeamento.

Essa funcionalidade foi sugerida pelos coletivos (Verdejar 2020; Arboriza 2020) durante as discussões iniciais sobre o aplicativo, com o intuito de facilitar a visualização e organização dos plantios em áreas urbanas, promovendo uma maior conexão entre os cidadãos e os espaços verdes.

**Figura 6 – Telas de Mapa**

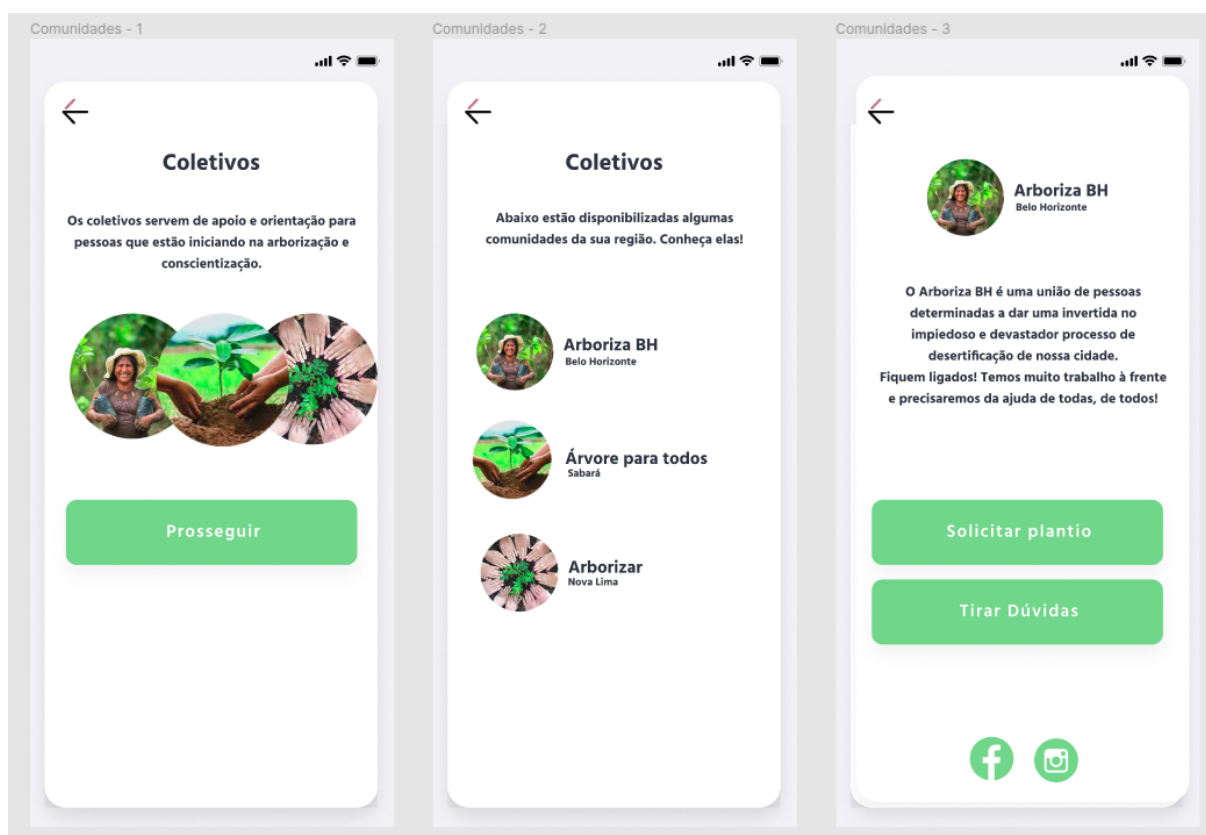


Fonte: Elaborado pelo autor

## 5.5 COLETIVOS

Nas telas de coletivos temos um direcionamento de listagem de coletivos, que são cadastrados pelo sistema e dos quais o usuário pode contatar via redes sociais. A ideia das comunidades serve para proporcionar ao usuário um conhecimento detalhado de cada coletivo. Dessa maneira, o usuário pode entender e criar vínculos com os movimentos e eventos criados e gerenciados pelo coletivo. A **Figura 7** ilustra a interface de comunidades, onde o usuário pode visualizar informações sobre diferentes coletivos.

**Figura 7 – Telas de Comunidade**



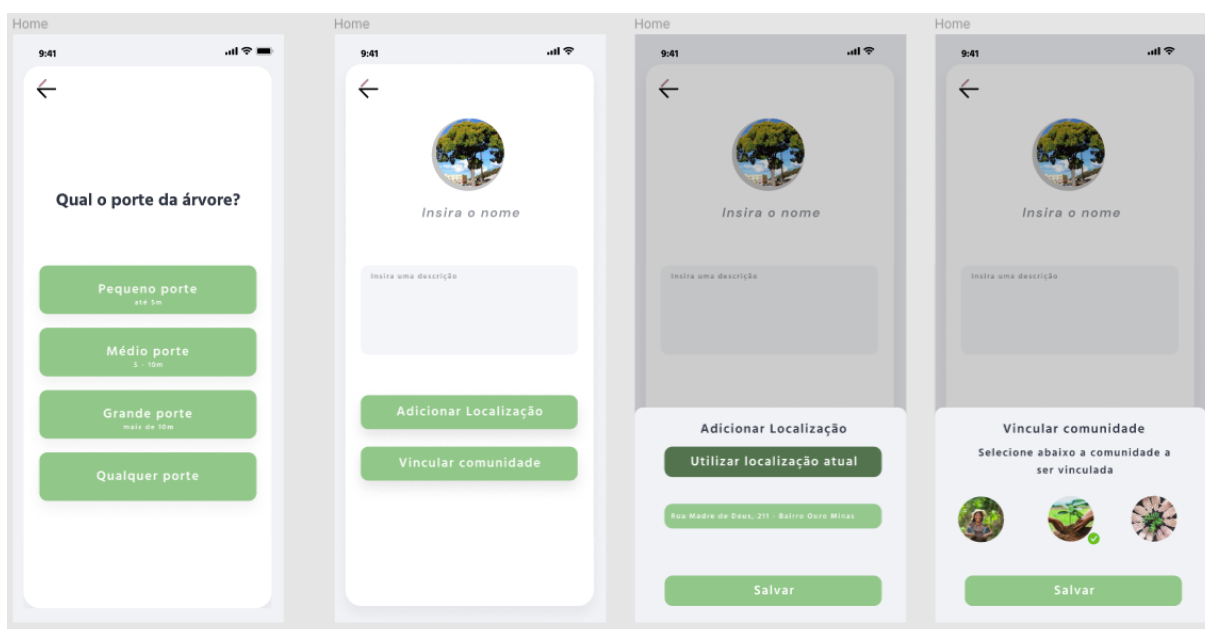
Fonte: Elaborado pelo autor

## 5.6 TELA DE CADASTRO DE PLANTIO

Nas telas de plantio temos um formulário para o processo de inserção dos dados da muda a ser plantada. No formulário, os seguintes dados podem ser informados: Tamanho da muda/árvore, nome da muda/árvore, descrição do plantio, localização do plantio e comunidade vinculada. Esses dados coletados do plantio são armazenados no banco de dados do sistema, vinculados ao usuário que registrou o plantio, permitindo que ele registre e acompanhe informações sobre as mudas plantadas. Essa funcionalidade é útil para monitorar o crescimento das plantas, acompanhar seu desenvolvimento e contribuir para a organização de iniciativas de plantio em comunidades ou áreas específicas.

A **Figura 8** ilustra a interface de cadastro de plantio, mostrando as opções de preenchimento disponíveis para o usuário. Essa interface possibilita a diferenciação de usuários da seguinte forma: o usuário não vinculado a um coletivo pode realizar o registro do plantio sem a necessidade de vinculação a um coletivo. Já, se o plantio estiver associado a um plantio em massa, organizado por um coletivo, o usuário tem a opção de vincular o plantio a um coletivo. Caso o plantio seja realizado por um agente de um coletivo, o sistema vincula automaticamente o coletivo a esse plantio.

**Figura 8 – Telas de Plantio**



Fonte: Elaborado pelo autor

## 6 RESULTADO E CONCLUSÕES

O presente estudo aborda os resultados obtidos por meio da implementação do aplicativo dedicado à arborização urbana, visando avaliar seu impacto na conscientização, participação da comunidade e na promoção de práticas sustentáveis de arborização. É visto que o aplicativo pode ajudar no aumento significativo na identificação e classificação de espécies arbóreas por parte dos usuários visando criar um capital arbóreo, indicando uma melhoria na percepção e conhecimento sobre a diversidade vegetal nas áreas urbanas. Além disso, pode-se gerar um aumento na participação comunitária, com um aumento expressivo no número de árvores plantadas em eventos organizados pelos coletivos que utilizarem o aplicativo.

Também é importante evidenciar que a utilização do aplicativo gera uma maior conscientização ambiental entre os usuários, refletida em mudanças de comportamento em relação ao descarte adequado de resíduos e à proteção de áreas verdes. Com o engajamento contínuo no aplicativo, a plataforma mantém o interesse da comunidade, fomentando um envolvimento constante na promoção da arborização urbana.

Este estudo contribui para a compreensão dos benefícios tangíveis alcançados por meio da integração de tecnologia digital na gestão da arborização urbana, destacando a importância de estratégias inovadoras para envolver a comunidade na preservação do meio ambiente e na criação de ambientes urbanos mais sustentáveis. Os modelos apresentados reforçam a viabilidade e eficácia de aplicativos dedicados à arborização urbana como ferramentas promissoras para impulsionar a participação cidadã e promover práticas ambientais mais conscientes.

## 6.1 TRABALHOS FUTUROS

Para os trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de duas áreas de funcionalidades que poderão expandir a utilidade e integração do aplicativo no contexto de arborização urbana: a integração com órgãos governamentais e a implementação de funcionalidades específicas para coletivos. Esses aprimoramentos visam contribuir significativamente para a transparência, a eficiência e o engajamento dos usuários na preservação ambiental e plantio urbano.

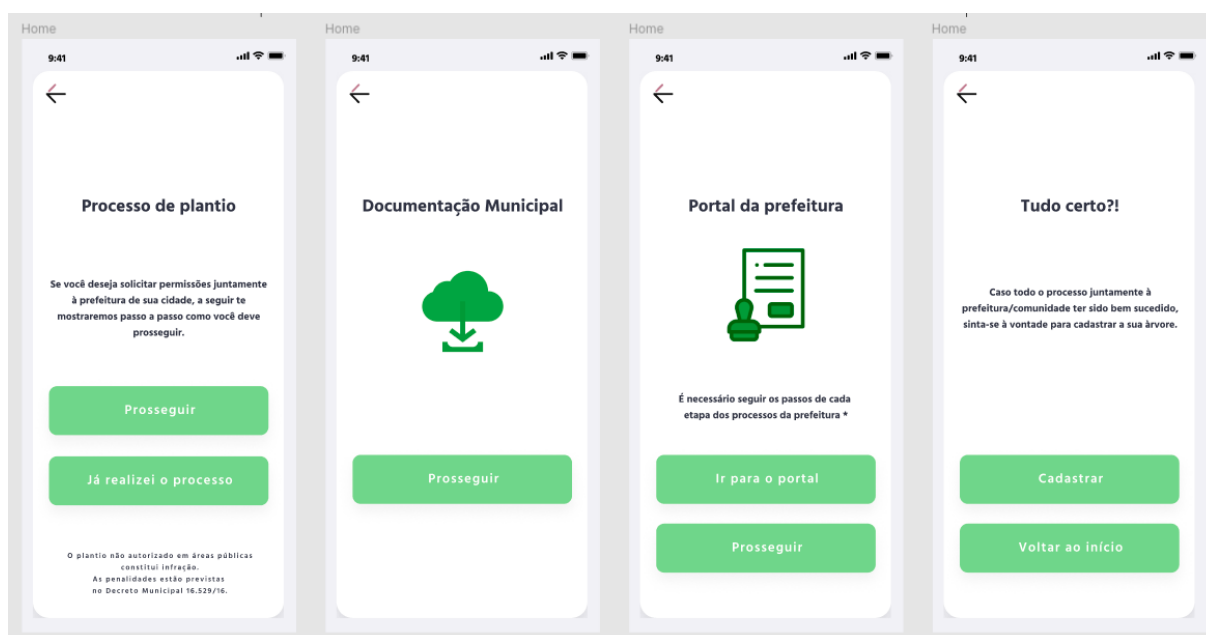
### **Integração com Órgãos Governamentais**

A integração com órgãos governamentais permitirá que o aplicativo facilite processos de validação e supervisão municipais, promovendo um maior engajamento e cooperação na gestão do plantio urbano, que pode servir como base para o desenvolvimento das funcionalidades propostas a seguir:

1. **Facilidade no Processo de Validação:** Desenvolver funcionalidades que permitam aos usuários enviar solicitações, documentos e informações diretamente para a prefeitura, simplificando a validação dos plantios realizados.
2. **Sistema de Acompanhamento:** Implementar um sistema que rastreie o status das solicitações de plantio, desde o envio até a aprovação final pela prefeitura, com atualizações em tempo real para os usuários.
3. **Mecanismos de Verificação:** Incorporar recursos que permitam aos funcionários municipais validar os plantios através de fotos, geolocalização ou outros métodos para confirmar que as mudas foram plantadas conforme solicitado.
4. **Avaliação da Saúde das Plantas:** Adicionar uma funcionalidade que permita aos usuários relatar o estado de saúde das plantas, registrando seu crescimento, estado e possíveis problemas.
5. **Análise de Impacto Ambiental:** Desenvolver ferramentas para auxiliar a prefeitura na avaliação do impacto ambiental positivo dos plantios, como a quantidade de CO<sub>2</sub> absorvida e a melhoria na qualidade do ar.
6. **Relatórios e Estatísticas:** Gerar relatórios periódicos a partir dos dados do aplicativo para fornecer insights sobre o número de árvores plantadas, áreas beneficiadas e impacto ambiental.

A **Figura 9**, por exemplo, apresenta uma funcionalidade futura relacionada à integração com órgãos governamentais. A proposta dessa funcionalidade é permitir o cadastro e preenchimento de formulários e anexos relacionados a políticas de plantio, que exigiriam trâmites burocráticos por parte do órgão governamental. Para implementação de tal funcionalidade, no entanto, seria necessário algumas adaptações e integrações junto ao órgão responsável.

**Figura 9 – Telas de Fluxo de Validação de plantio junto à Prefeitura**



Fonte: Elaborado pelo autor

## Funcionalidades dos Coletivos

A implementação de funcionalidades específicas para as personas dos coletivos, especialmente para as lideranças, visa apoiar os coletivos em suas atividades e expandir as capacidades de gestão e organização no aplicativo. Essas melhorias permitirão que o aplicativo ofereça uma plataforma mais robusta e adaptada às necessidades das lideranças de coletivos de arborização urbana. As funcionalidades propostas incluem:

1. **Criação de Eventos Comunitários:** Implementar uma funcionalidade que permita à liderança do coletivo criar eventos de plantio, permitindo o envolvimento direto da comunidade.
2. **Relatórios em Massa sobre as Árvores do Coletivo:** Disponibilizar uma ferramenta para a geração de relatórios que compilam informações detalhadas sobre as árvores cadastradas pelo coletivo.
3. **Visualização Detalhada do Capital Arbóreo:** Criar uma funcionalidade que permita às lideranças acessar uma visualização completa e detalhada das árvores plantadas, facilitando a gestão e o monitoramento dos ativos arbóreos do coletivo.
4. **Análise e Gerenciamento de Impacto:** Fornecer ferramentas de análise que possibilitem ao coletivo monitorar o impacto ambiental de suas ações, promovendo uma arborização urbana mais organizada e sustentável.

## REFERÊNCIAS

ARBORIZA. **Coletivo ArborizaBH**. 2020. Disponível em: <<https://www.instagram.com/arborizabh/>>.

CEMIG. **Arborização urbana : considerações sobre planejamento, implantação, manejo e gestão**. Belo Horizonte, 2022.

CEMIG; BIODIVERSITAS, F. **Manual de Arborização**. Belo Horizonte, 2011. 112 p. Ilust. ISBN: 978-85-87929-46-4.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2. 1279 p. (Embrapa Informação Tecnológica, v. 2). Volume 1: Capítulos 1 a 14; Volume 2: Capítulo 15, Checklist com 12.356 espécies. ISBN 978-85-7383-397-3.

FLUTTERANDO. **Clean Dart**. 2020. GitHub repository. Disponível em: <<https://github.com/Flutterando/Clean-Dart>>.

MARTIN, R. C. **Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design**. Robert C. Martin, 2012. 432 p. Disponível em: <<https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

MEIRELES, G. B.; BENEDICTO, S. C. D.; SILVA, L. H. V. da. Impactos Antrópicos na Mata Atlântica Brasileira: A Restauração Ecológica e o ODS 15 como Contrapontos ao Estado Atual do Bioma. **Pontifícia Universidade Católica de Campinas**, Campinas, SP, 2023. Mestre em Sustentabilidade pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas).

MILANO M. S.; DALCIN, E. C. **Arborização de vias públicas**. [S.l.]: MILANO, M. S.; DALCIN, E. C, 2000. 199 p.

PINSKY, J. **As Primeiras Civilizações**. 138ª ed. rev. e atual.. ed. São Paulo: Atual Editora, 1994. (Discutindo a História). Bibliografia incluída. ISBN 85-7056-532-1.

SAUDATE, A. **REST: Construa API's Inteligentes de Maneira Simples**. São Paulo: Editora Casa do Código, 2013.

VERDEJAR. **Coletivo Verdejar BH**. 2020. Disponível em: <<https://www.instagram.com/verdejarbh/>>.