

OITI 1.0: CONCEITO DE APLICAÇÃO DIGITAL PARA FACILITAÇÃO DA SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA A ARBORIZAÇÃO URBANA

OITI 1.0: CONCEPT OF DIGITAL APPLICATION TO FACILITATE THE SELECTION OF SPECIES FOR THE URBAN FORESTRY

Marcos Vinícius da Silva Alves de Lima¹  e Marccus Vinícius da Silva Alves² 

RESUMO

Desde a colonização do Brasil, seus biomas vêm sofrendo a cada ano sucessivas transformações, fato esse exemplificado pela Mata Atlântica, a qual perde sua vegetação nativa para atividades econômicas, como mineração, agropecuária e urbanização. Nesse último ponto, a arborização urbana surge como uma solução para minimizar expansão urbana descontrolada, mitigando os efeitos das mudanças climáticas e da degradação ecológica. Porém, a maioria das cidades brasileiras não possui critérios técnico-científicos na seleção de espécies, consequência da carência de informações nesse âmbito. Procurando soluções para esse problema, esta pesquisa buscou desenvolver um conceito de aplicação digital para facilitar o uso de espécies nativas na arborização urbana. O estudo envolveu duas etapas: revisão bibliográfica e desenvolvimento de um protótipo de um aplicativo digital. A partir disso, foram selecionados 32 parâmetros para implementação de árvores em ambientes urbanos, divididos em quatro classes, auxiliando a seleção de espécies para os diversos cenários necessários. O *mockup* desenvolvido pode auxiliar o desenvolvimento de uma aplicação digital para a arborização urbana, fornecendo uma ferramenta importante para profissionais acessarem informações científicas. Dessa forma, conclui-se que a produção de um aplicativo digital que agregue informações relevantes para a arborização urbana consiste em um importante alicerce para a promoção da diversidade existente na Mata Atlântica e a conservação de suas espécies nativas, devendo, a proposta aqui apresentada ser explorada em demais propostas.

Palavras-chave: Árvores Urbanas; Espécies Nativas; Infraestrutura verde; Sistema Informatizado.

ABSTRACT

Since the colonization of Brazil, its biomes have been undergoing successive transformations each year. This is exemplified by the Atlantic Forest, which loses its native vegetation to economic activities such as mining, agriculture, and urbanization. In the case of urbanization, urban afforestation emerges as a solution to mitigate uncontrolled urban expansion, addressing the effects of climate change and ecological degradation. However, the majority of Brazilian cities lack scientific criteria for species selection, primarily due to a lack of information in this regard. To address this issue, this research aimed to develop a concept for a digital application that facilitates the use of native species in urban afforestation. The study consisted of two phases: a literature review and the development of a digital application prototype. In this process, thirty-two parameters for tree implementation in urban environments were selected, and divided into four categories, thus assisting in species selection for various scenarios. The developed mockup can support the creation of a digital application for urban afforestation, providing an essential tool for professionals to access scientific information. Therefore, it is concluded that the production of a digital application that aggregates relevant information for urban afforestation is an important foundation for promoting the existing diversity in the Atlantic Forest and the conservation of its native species, and the proposal presented here should be explored in other proposals.

Keywords: Green Infrastructure; Information System; Native Species; Urban Trees.

Recebido em 06.05.2023 e aceito em 30.10.2023

1 Biólogo. Mestrando em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE. Email: marcos.viniciuslima@ufpe.br

2 Biólogo. Mestre (UFRJ) e Doutor ((USP) em Ciências Biológicas (Botânica). Professor Titular – Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE. Email: marccus.alves@ufpe.br

INTRODUÇÃO

A perda de florestas tropicais é uma das grandes questões no debate da conservação, uma vez que estas áreas são detentoras de uma expressiva biodiversidade e, além disso, desempenham funções ambientais e climáticas importantes para o planeta (REIS NETO; SILVA; ARAÚJO, 2017). No entanto, essas áreas estão em acelerado processo de desmatamento, levando, dentre outras consequências negativas, à emissão excessiva de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera. Por exemplo, de acordo com o Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (2023), o desmatamento na Amazônia Legal brasileira aumentou 28% entre agosto de 2020 e julho de 2021 em relação ao mesmo período anterior, desmatados 8.712 km² de floresta, o maior índice desde 2016, gerando um grande volume de CO₂ emitido na atmosfera.

Nesse contexto, destaca-se o Brasil, que, apesar de possuir uma rica biodiversidade, enfrenta desafios significativos relacionados à transformação de seus ecossistemas naturais e à introdução de espécies exóticas, resultando em impactos diretos sobre seus diversos biomas (COSTA; MELLO, 2020). A Mata Atlântica, por exemplo, abriga uma impressionante variedade de flora, compreendendo mais de 19.737 espécies de plantas, o que representa aproximadamente 42% do total registrado no Brasil (REFLORA, 2023).

Originalmente, esse bioma ocupava uma extensa área de 150 milhões de hectares, mas ao longo do tempo, vem sofrendo transformações significativas motivadas por interesses econômicos, incluindo atividades como mineração, agropecuária e a expansão de centros urbanos (CABRAL, 2008). Essas pressões resultaram na preservação de apenas 12,4% da cobertura vegetal original da Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS APLICADAS, 2019).

Como exemplo da constante ameaça dessa área, de acordo com o último censo realizado no Brasil, mais de 70% da população do país está inserida no bioma (IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2022). Portanto, pode-se inferir que o rápido crescimento das áreas urbanas se tornou um dos principais fatores de transformação do uso e ocupação do seu solo, levando a inclusão desse bioma na lista de *hotspots* globais (regiões onde a conservação é priorizada devido à alta biodiversidade, que está proporcionalmente ameaçada pela destruição) (ROCHA et al., 2017).

Diante disso, a arborização urbana surge como uma medida para minimizar os efeitos adversos da urbanização, já que apresenta o potencial de funcionar como corredores ecológicos, permitindo a conectividade de espécies com habitats naturais, além de fornecer importantes serviços ecossistêmicos, como na melhoria da qualidade do ar, conforto microclimático, redução da poluição sonora, bem-estar às pessoas e conservação de espécies vegetais nativas (DAVIES et al., 2017). Podendo assim, ser um modo a fomentar a

conservação da Mata Atlântica, entretanto, condicionado a correta utilização de espécies e no fomento de políticas públicas ambientais alinhadas ao conhecimento biológico.

Todavia, mesmo diante dessas vantagens, é constatado o descaso quanto à composição arbórea de logradouros públicos no bioma da Mata Atlântica, principalmente no que tange à escolha das espécies (OLIVEIRA et al., 2020). Este cenário impacta o microclima urbano (haja vista a escolha excessiva de espécies arbustivas e palmáceas) além dos danos à rede de distribuição elétrica, calçamento e placas de sinalização (SILVA; FONTES, 2018). Dessa forma, pode-se concluir que a interação conflituosa entre os elementos presentes na cidade e a falta de vegetação adequada tem um impacto expressivo nas características dos centros urbanos.

Tal cenário é consequência da carência de critérios técnico-científicos por parte dos gestores públicos para a seleção de espécies, o que acaba por gerar plantios de árvores sem compatibilidade com o ambiente construído circundante (BARROS; CARVALHO; GUILHERME, 2007). Esta situação leva a uma diminuição na capacidade da arborização urbana em proporcionar seus benefícios nas dimensões físicas, químicas, ecológicas, paisagísticas e psíquicas, o que pode ocasionar infortúnios e transtornos à comunidade urbana (PAGLIARI, 2013).

Bobrowski e Biondi (2016) acrescentam que a diversificação da flora urbana deveria estar dentre os principais objetivos do processo de gestão pública do componente arbóreo nas cidades, com vistas a se manter a diversidade biológica e genética. O conhecimento sobre a vegetação nativa faz parte de um programa de estratégias que os centros urbanos deveriam possuir, valorizando os aspectos paisagísticos e ecológicos com a utilização, principalmente, de vegetais autóctones, sendo um viés a ser utilizado para a conservação da Mata Atlântica, por exemplo (KRAMER; KRUPEK, 2012).

Para que essa meta seja atingida, é indispensável que as informações acerca das espécies vegetais para compor a arborização urbana estejam organizadas por meio de um sistema informatizado, devido à elevada quantidade de informações necessárias para o adequado manejo das árvores urbanas, com exemplo a iniciativa modelo o *i-Tree* (SILVEIRA; LIMA; OLIVEIRA, 2020). Tendo em vista esse panorama aqui apresentado, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um conceito de aplicação digital para facilitar o uso de espécies nativas para a arborização urbana, selecionando parâmetros para a seleção de plantas nesse contexto e a construção de um protótipo para a plataforma por meio de um *mockup*.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de atingir o objetivo geral acima exposto, buscou-se percorrer por um caminho metodológico de dois passos: (i) seleção de parâmetros relevantes para a seleção de espécies por meio da revisão sistemática da literatura e (ii) construção de um protótipo de plataforma digital utilizando os procedimentos do *design thinking*. Esses procedimentos assim foram selecionados a fim de sanar dois problemas-chave apresentados previamente, a lacuna de um aplicativo que proporcione a divulgação do conhecimento técnico-científico de forma ampla, além de escolher quais os parâmetros de seleção de espécies melhor se encaixariam nas necessidades do público-alvo desta pesquisa (gestores da arborização urbana).

Para a determinação de parâmetros relevantes na seleção de espécies

Para tal atividade, a técnica da revisão sistemática da literatura foi empregada por sua capacidade de sintetizar as evidências disponíveis sobre a temática seguindo um protocolo pré-estabelecido (GALVÃO; RICARTE, 2020). Os procedimentos estipulados para a realização desta foram baseados nos preceitos dos referidos autores: (i) definição de critérios de inclusão e exclusão; (ii) busca bibliográfica e (iii) avaliação qualitativa da bibliografia selecionada.

Seguindo tal ordem, os critérios de inclusão de artigos técnicos e científicos para compor o alicerce teórico de tal artigo foram: (i): trabalhos que possuam enfoque local ou regional, relevantes ao contexto geográfico do trabalho; (ii) fontes confiáveis, sendo produzidos por grupos técnicos de serviço público, revistas científicas revisadas por pares ou instituições de relevância nacional e internacional e (iii) variedade de tópicos, tornando o projeto multidisciplinar abordando questões urbanísticas e dendrológicas. Já os critérios de exclusão postulados na condução dessa produção foram: (i) irrelevância temática, alheios a seleção de espécies para arborização; (ii) repetições, exclusão de informações semelhantes e (iii) desatualização, sendo rejeitadas as produções excessivamente antigas a qual não refletem o atual estado do conhecimento.

Para a seleção dos parâmetros, utilizou-se da base de dados do Google Acadêmico, onde trabalhos técnico-científicos na temática da arborização urbana foram analisados. A escolha de tal plataforma baseia-se em sua maior acessibilidade (por ser gratuita), capacidade de reunião de uma ampla gama de recursos acadêmicos e científicos e a diversidade de disciplinas e recursos avançados de pesquisa. Em tal interface, buscou-se trabalhos técnico-científicos sem limitante de tempo, no período de março de 2021 a outubro do mesmo ano, pelas palavras-chave (em língua portuguesa e inglesa): “arborização urbana”; “arborização urbana AND parâmetros”, “arborização urbana AND caracteres” / “Urban forestry”; “Urban forestry AND parameters”; “Urban forestry AND characteristics”. A ausência da limitação de tempo deu-se em decorrência da baixa publicação de trabalhos relevantes para o

enriquecimento do trabalho, diminuindo assim, a diversidade de conhecimentos agregados para a formulação de tal.

Em seguida, as informações obtidas foram organizadas em uma planilha eletrônica, *Google Sheets*, possibilitando relacionar a bibliografia apurada com a informação de interesse (parâmetros para seleção de espécies vegetais), além do ano de publicação, autores e título do trabalho. Vale salientar que os critérios de exclusão dos trabalhos selecionados foram aqueles que não apresentaram sua metodologia clara ou não foram publicados em revistas com revisão cega aos pares. Adiante, em vista de trazer maior rigor na avaliação qualitativa, selecionou apenas os trabalhos que apresentem os seguintes critérios: (i) formulação clara da pergunta da revisão; (ii) busca completa e sem viés; (iii) critérios de inclusão e exclusão claros; (iv) extração de dados completa; (v) resultados combinados e apresentados de maneira apropriada; (vi) sensibilidade da análise aos dados ausentes; (vii) riscos de viés avaliados e considerados na análise; (viii) limitações dos estudos consideradas na análise e (ix) conclusões justificadas pelos dados apresentados.

Para a construção do protótipo de uma plataforma digital

O processo de *design thinking* foi utilizado na construção do protótipo de *design* (um dos objetivos desse artigo), tendo como finalidade representar visualmente o conceito aqui explanado, além de expor a visão futura que o usuário da aplicação terá (GALENO et al., 2020). Tal abordagem tem sido adotada em diversas áreas, como engenharia industrial, arquitetura e eficiência energética de edifícios, onde, por exemplo, possibilitou que pesquisadores investigassem o interesse e a participação em *upcycling* em Cingapura, propondo métodos digitais para resolver preocupações e avaliando a sua eficácia, visando melhorar processos sustentáveis (SHAN; NEO; YANG, 2021).

Utilizando essa metodologia, criou-se ferramentas *mockups*/protótipos, ou seja, mídias visuais e de visualização de um conceito de *design* plano que recebem um efeito visual, para que os resultados sejam semelhantes à forma real. Tal ferramenta busca fornecer uma imagem real de um conceito de *design* e de como ele será exibido, se for aplicado em um objeto ou *software* (RIZKITA; ROSELY; NUGROHO, 2018).

Segundo Shan, Neo e Yang (2021), os cinco estágios do *design thinking* são:

1. Enfatizar: Essa etapa visa compreender as lacunas existentes na área alvo da pesquisa, delimitando aquilo que pode ser feito e o que já foi feito. Para isso, buscou-se por aplicativos disponíveis que verssem sobre temática a temática desta pesquisa. Assim, foi realizada uma busca com a palavra “arborização urbana”, “plantar” e “espécies de plantas” nas duas maiores lojas de aplicativos (*Play Store*[®] e *App Store*[®]) (GALENO et al., 2020). Dessa

forma, foi possível identificar futuras necessidades, elaborar alternativas de *design*, conceber um protótipo e avaliar a versão interativa.

2. Definição do problema: Com base nas informações coletadas na etapa anterior, definiu um problema a ser solucionado pelo aplicativo (proporcionar a divulgação do conhecimento científico acerca da arborização urbana de forma ampla). Assim, são determinados o objetivo do produto e o seu público-alvo.

3. Ideação: Nesta etapa, são concebidas estratégias para abordar o problema previamente definido. Para isso, são conduzidas sessões de *brainstorming* e desenvolvidos mapas mentais a fim de estimular a criatividade e gerar soluções, onde foram realizadas reuniões pelo Google Meet, viabilizando o encontro dos pesquisadores para a construção das ideais da plataforma. Após a conclusão desse procedimento, o processo avançou com a etapa de *design* e *redesign*, que envolveu a definição da interface do aplicativo. O processo de *design* foi realizado mediante a criação de um protótipo de alta fidelidade, incorporando elementos como tipografia, iconografia e uma paleta de cores adequada.

4. Prototipagem: Para testar a viabilidade e funcionalidade das soluções geradas, foram criados protótipos usando o *software* Figma, um editor *online* com ênfase em prototipagem de interfaces gráficas e estruturas de *design* de experiência de usuário. A plataforma foi escolhida pela facilidade de uso, plano gratuito, dispensar a necessidade de conhecimentos em programação e possibilidade de exportar o arquivo para que profissionais especializados desenvolvam o aplicativo.

Esta etapa seguiu a seguinte sequência lógica:

- a) No Figma, selecionou-se o tamanho de janela de visualização 375 x 872 pontos, valor médio de diversas interfaces móveis (iOS e Android);
- b) Posteriormente, utilizou-se do editor de imagens e vetores para realizar a inserção de texto, mapeamento e organizando o espaço de trabalho, respeitando medidas e alinhamento, além de efeitos para acabamento;
- c) Por meio da biblioteca de informações desenvolvida na etapa anterior do projeto, os dados foram inseridos na plataforma;
- d) Por fim, as telas desenvolvidas foram testadas (sua navegabilidade e eficiência em exibir as informações) e realizado o *download*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros relevantes para seleção de plantas

Os resultados de uma revisão sistemática da literatura forneceram um panorama abrangente e estruturado das informações coletadas durante o processo de pesquisa. No caso da quantidade de trabalhos utilizados, a revisão sistemática identificou um total de 70 estudos relevantes para a investigação, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão predefinidos. A seleção abrangeu um intervalo de anos compreendendo trabalhos publicados entre 1978 e 2021, refletindo a diversidade de estudo acerca da arborização em área de Mata Atlântica. Essa abordagem permitiu abranger uma gama representativa de estudos que estão alinhados com o escopo da revisão e mantiveram a atualidade do conhecimento levantado.

Inicialmente, de acordo com os achados da revisão sistemática da literatura, se fez necessário inserir uma divisão nomeada “dados básicos”, que são aqueles utilizados para tratar de informações essenciais referente à espécie vegetal, não sendo enquadradas como parâmetros, mas fundamentais para a seleção correta de espécies vegetais.

No que concerne aos parâmetros em si, estes foram organizados em quatro classes:

- a) Espaciais: Expor características que fomentam à relação equilibrada do indivíduo arbóreo com o ambiente construído circundante;
- b) Estético-ambientais: Contempla os aspectos estéticos (coloração de flor, por exemplo) e benefícios ambientais do indivíduo arbóreo;
- c) Compatibilidade socioambiental: Fatores que possibilitam a maior aceitação da espécie pela população do entorno;
- d) Regras de plantio e manutenção: Informações sobre o cuidado do indivíduo arbóreo, do plantio até sua conservação.

A carência de dados sobre estas características silviculturais de espécies nativas representa um desafio para a realização de uma arborização qualitativa e adequada. Tal quadro abrange aspectos como fenologia, morfologia do sistema radicular e da copa, onde, apesar da reunião de dados sobre o comportamento de tais espécies em ambientes naturais, suas informações acerca de sua interação com o ambiente urbano tornam-se ausente ou diminuta a frente das necessidades atuais (GONÇALVES et al., 2018). Foi com esse viés que se selecionou as informações de cada parâmetro, além de pôr como critério a disponibilidade e viabilidade de uso. Nesse sentido, de grande valia será a aplicação desse aplicativo para a gestão pública, uma vez que a responsabilidade pelo plantio de árvores, arbustos e palmeiras em ambientes públicos recai sobre as prefeituras e/ou órgãos públicos competentes.

- Dados básicos:

Os dados básicos referem-se às informações fundamentais que devem ser inseridas para cada espécie, o nome científico, nome popular, família botânica e bioma de origem, o que segundo Biondi e Althaus (2005), este último dado auxilia a continuidade paisagística e a integração do espaço urbano ao natural, do ponto de vista ecológico.

- Parâmetros espaciais:

Esses aspectos visam aprimorar a qualidade da arborização urbana, com foco nas implicações para a infraestrutura urbana, como calçadas e vias. O padrão das mudas, incluindo altura e diâmetro, é central no conflito entre arborização e infraestrutura. As dimensões das mudas desempenham um papel crucial na viabilidade e no crescimento saudável das árvores, impactando sua capacidade de adaptação a condições desafiadoras (SEMAM - SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE ARACRUZ, 2013). Além disso, é importante notar que as espécies comumente utilizadas na cidade frequentemente apresentam comportamentos e padrões de crescimento distintos em comparação com seu desenvolvimento em ambientes naturais, devido a fatores como poluição, compactação do solo e restrições no espaço para as raízes.

Os parâmetros para esta classe foram: local para uso, sistema radicular, porte, altura da planta, largura das vias, diâmetro do tronco, forma da copa, densidade da copa, fiação, grupo ecológico e crescimento.

A análise do sistema radicular e da copa da árvore é fundamental para se evitar problemas com a calçada, rua, obstáculos, meio-fio, fiação elétrica. Outro ponto destacado é o tamanho e forma da copa, uma vez que necessitam de uma reserva de espaço físico nas ruas, a fim de não causar transtornos para ambas as partes, dessa forma, o padrão de mudas (altura e diâmetro) produzidas deve ser considerado em uma estruturação projetual, evitando o conflito da infraestrutura verde com a cinza. Além disso, é preciso levar em consideração os grupos ecológicos das espécies para garantir a sobrevivência dos indivíduos em um sistema de plantio urbanizado, a continuidade paisagística e a diversidade de habitats no ambiente urbano.

Além do quadro exposto, é importante considerar também a acessibilidade para deficientes, uma vez que a arborização urbana pode apresentar obstáculos para sua locomoção e orientação. Deficientes visuais relatam grandes dificuldades com árvores em locais inadequados obstruindo a passagem, podas mal posicionadas, galhos baixos e com espinhos, raízes altas que podem provocar a queda, entre outros obstáculos (SOARES; ALVES; TARGINO, 2017).

- Parâmetros de compatibilidade socioambiental:

A inclusão de parâmetros de compatibilidade socioambiental favorece a integração das espécies vegetais com o local. No entanto, comumente são encontrados projetos que não compreenderem a realidade do local, de modo que as plantas não apresentam conectividade

com a comunidade, ocasionando a falta de apreço por parte dos moradores do entorno (DIAS; BARBOSA; MEDVEDOVSKI, 2019).

Os parâmetros encontrados que favorecem a aceitação pela população local foram: espécies com potencial alimentício, potencial medicinal, aquelas que se adaptam ao meio urbano, proporcionam amenização microclimática e valor comercial.

Recomenda-se, por parte de manuais de arborização, evitar o uso de árvores com frutos carnosos grandes e pesados na arborização viária para evitar transtornos causados pela queda dos frutos, apesar de estudos pontuarem a necessidade inversa (SDSMA - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE, 2017; ROCKWELL et al., 2022). Por ter maiores embasamentos científicos, recomenda-se, dessa forma, o uso de espécies que produzem frutos comestíveis, uma vez que possibilitam o fornecimento de serviços ecossistêmicos e a união entre a arborização e agricultura urbana.

- Parâmetros estéticoambientais:

Esses parâmetros devem indicar o valor paisagístico, ambiental e ecológico das espécies. Considerar a cor das plantas (seja da flor, fruto ou folha) e sua época de floração é essencial em um projeto paisagístico, uma vez que garante uma composição equilibrada e harmoniosa. Além disso, destaca-se pontos gerenciais e ecológicos, ao saber a sazonalidade foliar, o gestor da área adotaria melhores estratégias para a correta higienização do local, por exemplo, ecologicamente, reconhecer a diversidade de dispersores e interações que a árvore favorece pode atentar ao analista ambiental para construir projetos diversos e que construam maiores habitats no ambiente urbano.

Dessa foram, os parâmetros adotados nesse grupo de parâmetros foram: flor, época de floração, época de frutificação, sazonalidade foliar, elementos prejudiciais, tronco, atributos estéticos, dispersão, interações com a fauna e modos de multiplicação.

- Regras de plantio e manutenção:

As regras de plantio e manutenção versa sobre a saúde do indivíduo arbóreo, necessidade de podas, ou resistência a pragas e doenças. Tais critérios são fundamentais para entender e evitar problemas referidos à manutenção de indivíduos arbóreos inseridos nos projetos paisagísticos. Para isso, foram selecionadas as informações como berço, necessidade do solo, tolerâncias, manutenção e doenças comuns.

De modo geral, esse grupo de parâmetros tem a serventia de atentar ao gestor para a escolha de espécies com pouca necessidade de manutenção, como poda, remoção, adubação e tratamento fitossanitários, uma vez que essas práticas são onerosas e que requer mão-de-obra especializada (GREY; DENEKE, 1978).

Protótipo da plataforma digital

No início do desenvolvimento do *mockup*, percebeu-se a necessidade de algumas ferramentas relevantes, como a presença do botão de retorno, apresentar mais de uma forma de busca e trabalhar com um vocabulário simples, de entendimento mútuo entre o desenvolvedor e o usuário. Esse último ponto foi levantado, uma vez que a dificuldade na nomenclatura dos dados de entrada, como expressões botânicas técnicas, pode prejudicar a compreensão das funcionalidades do sistema.

Diante disso, a fase seguinte deteve-se à concepção do protótipo de alta fidelidade com o desenvolvimento de 18 telas, possibilitando assim uma visualização prévia e qual caminho conceitual deverá ser seguido para a construção de um aplicativo executável. Destas, a fim de um melhor entendimento do funcionamento do aplicativo, oito telas são apresentadas nas Figuras 1 a 4. A primeira imagem (Figura 1) ilustra a tela de entrada que o usuário visualiza ao acessar o aplicativo.



Figura 1. Tela de entrada do aplicativo.
Figure 1. App intro screen.

Ao executar o aplicativo, são apresentadas para o usuário três opções:

- a) Busca por catálogo: Área em que exibe a lista com as espécies vegetais inseridas na base de dados a ser construída pelos desenvolvedores do aplicativo;
- b) Busca por parâmetro: Tela que leva aos parâmetros indicados como relevantes para a arborização, onde o usuário pode escolher o parâmetro de maior relevância para seu projeto;

- c) Sobre: Exibição de informações sobre a produção e a equipe de desenvolvimento do aplicativo.

Ao realizar a busca por catálogo, o usuário tem acesso a todas as espécies disponíveis, sendo necessário um clique no nome desta para obter as informações recuperadas na literatura científica (a citar o Programa REFLORA e bases de dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) dos parâmetros selecionados anteriormente (Figura 2). Pretende-se o banco de dados da futura aplicação seja constantemente, devendo assim ser formada uma equipe de técnicos capazes de inserir novas informações. Para fins didáticos, nas imagens a seguir, será evidenciado um modelo de como deverá ser exibido os dados, utilizando algumas espécies de referência, sendo uma diretriz de como realizar o desenvolvimento desse aplicativo.

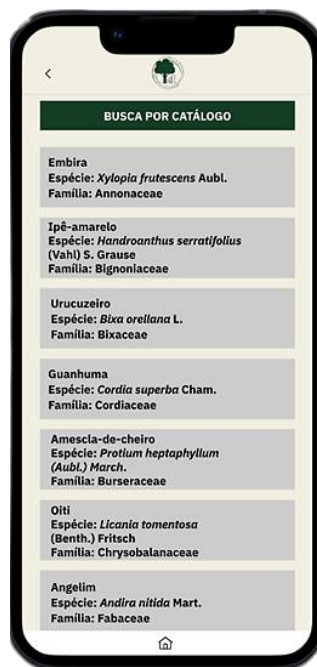


Figura 2. Lista de espécies
Figure 2. Species list

Na realização da busca por parâmetro, é possibilitado ao usuário a busca das espécies vegetais que se adequem as suas necessidades (Figura 3). Ao final, o usuário tem acesso a uma ficha com os dados das plantas e uma fotografia da mesma, o que pode auxiliar, por exemplo, na construção da paleta de cores de um jardim (Figura 4).



Figura 3. Busca por parâmetro.
Figure 3. Search by parameter.



Figura 4. Telas de com ficha da espécie.
Figure 4. Screens with species data sheet.

A princípio, foram adicionadas 21 espécies vegetais na estrutura do aplicativo, sendo: *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch, *Tapirira guianensis* Aubl., *Xylopia frutescens* Aubl., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March., *Schinus terebinthifolia* Raddi, *Bixa orellana* L., *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC., *Luehea divaricata* Mart., *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith, *Andira nitida* Mart., *Bauhinia forficata* Link., *Miconia prasina* DC., *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose,

Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl., *Cordia superba* Cham., *Heliconia psittacorum* L.f., *Byrsonima sericea* DC., *Genipa americana* L. e *Cassia grandis* L.f. Ademais, cabe destaque informar que a informação de disponibilidade dessas em viveiros obteve-se dos dados oficiais do viveiro do Jardim Botânico do Recife, um dos grandes responsáveis pela arborização da referida cidade, devendo assim, em futuros desenvolvimentos, informações serem georreferenciadas e aplicáveis em uma maior escala territorial.

No geral, acredita-se que essa ferramenta seja um ator importante na promoção de benefícios, como a proteção do meio ambiente, bem-estar psicossocial, saúde e comunidades sustentáveis. Esses benefícios estão alinhados com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, endossados por órgãos internacionais (SALBITANO et al., 2016). Além disso, o aplicativo pode ser usado como uma ferramenta educacional, abrangendo desde o ensino básico, com foco na educação ambiental, até o ensino superior, auxiliando nas estratégias didáticas para estudantes de ciências biológicas. As informações podem ser apresentadas de forma simples, tornando o aplicativo acessível para uso pela comunidade em geral, o que facilita a educação ambiental e a participação de iniciativas privadas.

CONCLUSÃO

As informações apresentadas neste trabalho têm o potencial de servir como base para o desenvolvimento futuro de um aplicativo destinado a apoiar a arborização urbana. Esse, atualizado, pode ser valioso para que profissionais e o público em geral acessem informações científicas. Os parâmetros mencionados para seleção de espécies, outro achado do trabalho, demonstram-se úteis tanto no escopo do trabalho, como características para selecionar espécies, quanto o potencial de ser usado em estudos que descrevem as características das espécies de interesse ornamental.

Além de ser uma ferramenta útil para a administração pública, o protótipo pode fomentar que desenvolvedores de aplicativos construam uma ferramenta para disseminar informações importantes para o público em geral. Nesse âmbito, iniciativas particulares desempenham um papel significativo na gestão eficaz da arborização urbana, e um aplicativo gratuito com fontes científicas confiáveis pode contribuir positivamente nesse contexto. Por fim, ressalta-se a importância de desenvolver um protótipo bem elaborado e conduzir avaliações ao longo do processo de desenvolvimento, uso de *mockups*, que fornecem uma representação visual da solução, pode ajudar a gerenciar expectativas e aumentar a confiança no projeto.

REFERÊNCIAS

- BARROS, E.F.S.; CARVALHO, R.S.C.; GUILHERME, F.A.G. Arborização urbana em regiões de diferentes padrões construtivos no município de Jataí, Estado de Goiás. **Anais... 16º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**, p.1333-1336. 2007.
- BIONDI, D.; ALTHAUS. M. **Árvores de Rua de Curitiba**: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF, 2005. 117 p.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Comportamento de índices de diversidade na composição da arborização de ruas. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, 475-486, 2016.
- CABRAL, D. C. Substantivismo econômico e história florestal da América portuguesa. **Varia História**, Belo Horizonte, v. 24, n. 39, p. 113-133, 2008.
- COSTA, R. N.; MELLO, R. DE. Um panorama sobre a biologia da conservação e as ameaças à biodiversidade brasileira. **Sapiens**, Carangola, v. 2, n. 2, p. 50–69, 2020.
- DAVIES, H.; DOICK, K.; HANDLEY, P.; O'BRIEN, L.; WILSON, J. (Eds.). **Delivery of ecosystem services by urban forests**. Edinburgh: Forestry Commission, 2017. 28 p.
- DIAS, M. R; BARBOSA, M. G.; MEDVEDOVSKI, N. S. Requalificação da Rua Paulo Guilayn através de uma ação de arborização urbana. **Expressa Extensão**, Pelotas, v. 24, n. 2, p. 61-73, 2019.
- GALENO, D. S; MOREIRA, T. M. M.; VERGARA, C. M. A. C.; SAMPAIO, H. A. C.; VASCONCELOS FILHO, J. E. Design de uma tecnologia mHealth para escores de estratificação de risco cardiovascular apoiado no Letramento em Saúde. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 126, 656-665, 2020.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, 15 set. 2019.
- GONÇALVES, L. M.; MONTEIRO, P. H. S.; SANTOS, L. S.; MAIA, N. J. C.; ROSAL, L. F. Arborização Urbana: a Importância do seu Planejamento para Qualidade de Vida nas Cidades. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 128–136, 2018.
- GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. New York: John Wiley, 1978. 280 p.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico - 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível: <www.ibge.gov.br>. Acesso: 04 de set. de 2023.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Sistema de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES)**: Taxas Anuais, 2021. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/amazon/increments>>. Acesso em: 13 de abril de 2023.

KRAMER, J. A.; KRUPEK, R. A. Caracterização florística e ecológica da arborização de praças públicas do município de Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 647-658, 2012.

OLIVEIRA, M. T. P.; SILVA, J. L. S.; CRUZ-NETO, O.; BORGES, L. A.; GIRÃO, L. C.; TABARELLI, M.; LOPES, A. V. Urban green areas retain just a small fraction of tree reproductive diversity of the Atlantic Forest. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 54, p. 126779, out. 2020.

PAGLIARI, S. C. **Arborização urbana: importância das espécies adequadas**. Disponível em: <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/download/1083/pdf_2>. Acesso em: 15 nov. 2021.

REFLORA - Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio De Janeiro**. 2023. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

REIS NETO, A. F.; SILVA, L. J. A.; ARAÚJO, M. D. S. B. Mata atlântica pernambucana: Argumentos jurídicos para implementação da R.E.D.D. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 30, p. 143-168, 2017.

RIZKITA, N.; ROSELY, E.; NUGROHO, H. Aplikasi Pendaftaran dan Transaksi Pasien Klinik Hewan di Bandung Berbasis Web. **eProceedings of Applied Science**, Bandung, v. 4, n. 3, p. 1512, 2018.

ROCHA, M. J. R.; CUPERTINO-EISENLOHR, M. A.; LEONI, L. S.; SILVA, A. G.; NAPPO, M. E. Floristic and ecological attributes of a Seasonal Semideciduous Atlantic Forest in a key area for conservation of the Zona da Mata region of Minas Gerais State, Brazil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 29-43, 2017.

ROCKWELL, C. A.; CROW, A.; GUIMARÃES, E. R.; RECINOS, E.; LABELLE, D. Species Richness, Stem Density, and Canopy in Food Forests: contributions to ecosystem services in an urban environment. **Urban Planning**, Lisboa, v. 7, n. 2, p. 139-154, 31 mai. 2022.

SALBITANO, F.; BORELLI, S.; CONIGLIARO, M.; CHEN, Y. (Eds). **Guidelines on urban and peri-urban forestry**. FAO Forestry Paper n° 178. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016.

SDSMA - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE. **Manual de Arborização Urbana: orientações e procedimentos técnicos básicos para implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife**. Recife: Prefeitura da Cidade do Recife, 2017. 55 p.

SEMAM - SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE ARACRUZ. **Manual de recomendações técnicas para projetos de arborização urbana e técnicas de podas**. Aracruz: Prefeitura de Aracruz, 2013. 34 p.

SHAN, X.; NEO, V. Z. Y.; YANG, E. H. Mobile app-aided design thinking approach to promote upcycling in Singapore. **Journal of Cleaner Production**, v. 317, p. 128502, out. 2021.

SILVA, M. P.; FONTES, M. S. G C. Parâmetros espaciais e estético-ambientais de avaliação da qualidade da arborização viária. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Tupã, v. 6, n. 38, p. 75-90, 2018.

SILVEIRA, J. A. R.; LIMA, L. E. O.; OLIVEIRA, J. X. A. Estratégias internacionais e tecnologias de gestão da arborização urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Tupã, v. 8, n. 60, p. 24-40, 28 jun. 2020.

SOARES, A. M.J.; ALVES, R.L.; TARGINO, E.N.M.A.. Da teoria à prática: a formação do administrador contemporâneo dinamizada por Metodologias Ativas. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, Passo Fundo, v. 3, n. 4, p. 36-58, 2017.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**: Espécies da Mata Atlântica. Disponível em <<https://www.sosma.org.br/conheca/mata-atlantica/>>. Acesso em: 15 de out. 2021.

SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica de 2017-2018**. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica_17-18.pdf>. Acesso em: 14 de out de 2021.