

FloraTrack: Desenvolvimento e Avaliação de uma Ferramenta Digital para Inventário Arbóreo e Educação Ambiental

Tae Yang Chung
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Amazonas - *Campus*
Manaus Zona Leste
Manaus, Amazonas, Brasil
taeyangyangchung@gmail.com

Ana Júlia Fernandes de Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Amazonas - *Campus*
Manaus Zona Leste
Manaus, Amazonas, Brasil
euanajuliaofficial@gmail.com

Fabiann Matthaus D. Barbosa
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Amazonas - *Campus*
Manaus Zona Leste
Manaus, Amazonas, Brasil
fabiann.dantas@ifam.edu.br

Abstract

This paper presents the development and application of FloraTrack, a digital tool designed to support arboreal inventories and environmental education in educational environments. The objective of the study is to analyze how digital technologies can contribute to the organization, access, and pedagogical use of botanical information in teaching, research, and extension activities. The research adopts an applied approach, characterized as an experience report with a case study conducted at a public educational campus. The methodology involved technical training, field data collection, identification and georeferencing of plant species, the development of a mobile application, and usability testing in a real-world environment. The solution integrates geolocation resources, cloud storage, automated identification through machine learning, and access via QR codes. The results indicate that the tool increased student engagement with environmental education content and demonstrated technical feasibility for field use, even under connectivity constraints. This study contributes to the literature by proposing a replicable solution for educational contexts seeking to integrate environmental science and mobile digital technologies.

Keywords

Mobile Systems, Usability Evaluation, Software Architecture, Environmental Informatics, Digital Arboreal Inventory.

1 Introdução

A crise ambiental contemporânea, impulsionada pelo avanço do desmatamento, da urbanização desordenada e das mudanças climáticas, tem exigido transformações estruturais nas formas como a sociedade interage com o meio ambiente [1]. No campo educacional, isso se traduz na urgência de formar cidadãos críticos, capazes de compreender os ecossistemas locais e agir de forma consciente diante dos desafios ambientais [2, 3]. A educação ambiental, neste sentido, não deve ser tratada como conteúdo isolado, mas como eixo transversal, com potencial para ser incorporado em diferentes disciplinas, projetos interdisciplinares e práticas de extensão [4].

Nesse contexto, a flora urbana representa um elemento didático relevante e subutilizado. O inventário arbóreo, enquanto técnica de mapeamento e sistematização das espécies vegetais de um território, possui um alto potencial educativo [5–7], permitindo explorar aspectos de biodiversidade, biogeografia, taxonomia, clima e sustentabilidade, promovendo o contato direto com o meio ambiente. No entanto, nas práticas escolares tradicionais, a realização e o uso pedagógico desses inventários são frequentemente dificultados por limitações técnicas, metodológicas e operacionais, como a ausência

de ferramentas adequadas, a fragmentação das informações coletadas e a dificuldade de acesso a dados em tempo real durante as atividades educativas em campo [6, 8].

Diante desses desafios, tecnologias digitais móveis oferecem novas possibilidades para transformar a coleta, o armazenamento e a difusão de informações ambientais em ambientes educacionais [9]. Sistemas baseados em dispositivos móveis, geolocalização, armazenamento em nuvem, códigos QR e algoritmos de aprendizado de máquina permitem ampliar o alcance das ações de educação ambiental, tornando os dados mais acessíveis, interativos e relevantes para a comunidade escolar [10].

Dessa forma, este estudo parte da seguinte questão de pesquisa: de que forma tecnologias digitais móveis podem contribuir para a realização e o uso pedagógico de inventários arbóreos em ambientes educacionais, apoiando a educação ambiental de forma contextualizada e interativa?

A motivação deste trabalho reside na busca por soluções inovadoras que aliem sustentabilidade, ciência e tecnologia, promovendo experiências educativas mais significativas. Nesse sentido, destaca-se a importância de ampliar o repertório de ferramentas pedagógicas voltadas à educação ambiental e de explorar o potencial das tecnologias digitais como mediadoras do conhecimento ecológico em contextos escolares.

Com base nisso, este estudo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e a aplicação do FloraTrack, um sistema digital voltado ao apoio do inventário arbóreo e da educação ambiental em um campus educacional público. A ferramenta foi construída com base em uma abordagem aplicada e interdisciplinar, integrando recursos de geolocalização, banco de dados em nuvem, identificação automatizada por imagem e leitura por *QR Codes*.

2 Referencial Teórico

2.1 Tecnologias Móveis na Educação

As tecnologias móveis têm ampliado as formas de acesso, produção e circulação do conhecimento ao articular mobilidade física e informacional. No contexto educacional, esses dispositivos possibilitam que estudantes acessem conteúdos, produzam informações e interajam com diferentes fontes de conhecimento em tempo real e em múltiplos espaços, favorecendo práticas pedagógicas mais flexíveis e contextualizadas [11, 12].

Nesse cenário, a aprendizagem mediada por dispositivos móveis insere-se na perspectiva da aprendizagem móvel e ubíqua, na qual o processo educativo ultrapassa os limites da sala de aula e

se integra às experiências cotidianas dos estudantes [13, 14]. Contudo, a efetividade dessas tecnologias depende de fatores estruturais e pedagógicos, como infraestrutura, conectividade, formação docente e integração planejada às práticas de ensino [15, 16]. Embora dispositivos móveis possam estimular autonomia, protagonismo e colaboração, sua implementação ainda enfrenta desafios relacionados à limitação de recursos técnicos e à subutilização de suas potencialidades [16].

2.2 Educação Ambiental

A educação ambiental tem se consolidado como um campo interdisciplinar essencial para a formação de cidadãos críticos, éticos e comprometidos com a sustentabilidade [17]. Mais do que transmitir conteúdos sobre ecologia ou preservação, busca promover uma compreensão integrada das relações entre sociedade, natureza e tecnologia [18].

Sob uma perspectiva crítica, a educação ambiental incentiva a reflexão sobre os modos de vida contemporâneos, padrões de consumo e desigualdades socioambientais, estimulando a participação ativa dos estudantes na transformação de suas realidades [17].

No contexto escolar, seu potencial se fortalece quando articulada ao cotidiano dos estudantes e aos ecossistemas locais [18, 19]. Nesse sentido, atividades baseadas na observação direta da natureza favorecem a integração entre teoria e prática, desenvolvendo habilidades investigativas e promovendo uma aprendizagem significativa, além de contribuir para a formação de uma consciência ecológica mais consistente [20].

2.3 Usabilidade e SUS

A usabilidade é um dos principais atributos de qualidade de sistemas interativos, amplamente discutido na área de Interação Humano-Computador. De modo geral, refere-se à facilidade com que os usuários aprendem, compreendem e utilizam um sistema para alcançar seus objetivos de forma eficiente e satisfatória [21].

De forma complementar, a norma ISO 9241-11 define usabilidade como o grau em que um produto pode ser utilizado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um determinado contexto de uso [22].

Entre os instrumentos mais utilizados para avaliação de usabilidade destaca-se o *System Usability Scale* (SUS), proposto por Brooke [23]. O SUS consiste em um questionário padronizado composto por dez afirmações avaliadas em escala Likert de cinco pontos, o método é amplamente adotado por ser simples, rápido e confiável, podendo ser aplicado em diferentes tipos de produtos digitais [24].

A pontuação SUS é calculada a partir da contribuição de cada item do questionário: para itens ímpares subtrai-se 1 da resposta do participante, enquanto para itens pares subtrai-se a resposta de 5. A soma dos valores é então multiplicada por 2,5, gerando uma pontuação final entre 0 e 100 [23].

Apesar dessa escala numérica, o valor obtido não representa uma porcentagem direta de usabilidade, mas um índice comparativo. Bangor et al. [25] classificam os resultados em níveis que variam de “muito ruim” a “excelente”, enquanto Sauro e Lewis [26] indicam que a média global do SUS é aproximadamente 68 pontos, frequentemente utilizada como referência para distinguir sistemas com usabilidade acima ou abaixo da média.

3 Trabalhos Relacionados

O uso da arborização como instrumento de educação ambiental e gestão do patrimônio arbóreo tem sido abordado sob diferentes perspectivas na literatura. Grala et al. (2022) [27] propõem o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação por meio de *QR Codes* associados a árvores em praças públicas, com foco em acessibilidade e inclusão social. A iniciativa utiliza placas com *QR Codes*, recursos em Braille e vídeos em LIBRAS para ampliar o acesso às informações botânicas do inventário arbóreo urbano. Contudo, a proposta baseia-se em conteúdos predominantemente estáticos, sem o suporte de uma aplicação móvel dedicada ou mecanismos dinâmicos de atualização dos dados.

No contexto educacional, Dias et al. (2025) [7] investigam a arborização escolar como instrumento de educação ambiental a partir de inventário arbóreo e questionários aplicados a alunos e professores. Os resultados indicam que áreas arborizadas contribuem para o conforto térmico, o bem-estar e a conscientização ambiental. Entretanto, o estudo adota metodologias tradicionais de levantamento, sem explorar ferramentas digitais móveis para apoiar a identificação das espécies ou a interação com os dados.

Morais et al. (2024) [6] apresentam um Inventário Florestal Urbano voltado à gestão e planejamento da arborização municipal, reunindo dados dendrométricos e fitossanitários para subsidiar ações de manejo e políticas públicas. Apesar de sua relevância técnica, o trabalho não contempla o uso pedagógico dessas informações nem sua integração com práticas de educação ambiental mediadas por tecnologia.

Diferentemente dessas abordagens, o presente trabalho integra inventário arbóreo digital, tecnologia móvel e educação ambiental em um único artefato aplicado em ambiente educacional. O FloraTrack combina aplicação móvel, georreferenciamento, banco de dados em nuvem e *QR Codes*, permitindo tanto o registro sistematizado das espécies quanto o acesso imediato às informações botânicas no próprio espaço físico. A Tabela 1 apresenta uma síntese comparativa entre os trabalhos analisados e a proposta deste artigo.

Tabela 1: Comparação entre trabalhos e a proposta

Contexto	App Móvel	Inventário Arbóreo Digital	Educação Ambiental
Arborização urbana em praças públicas [27]	✗	✓	✓
Ambiente escolar formal [7]	✗	✗	✓
Gestão da arborização urbana municipal [6]	✗	✓	✗
Proposta deste artigo	✓	✓	✓

4 Materiais e Métodos

O processo de desenvolvimento e aplicação da ferramenta FloraTrack foi estruturado em etapas metodológicas, conforme ilustrado na Figura 1. Esta pesquisa adota uma abordagem aplicada, caracterizada como um relato de experiência com estudo de caso, envolvendo o desenvolvimento de uma ferramenta digital e sua aplicação em um ambiente educacional real. Cada etapa foi concebida de forma a garantir a coerência entre os objetivos educacionais e ambientais, a arquitetura tecnológica da ferramenta e sua utilização prática em atividades de inventário arbóreo e educação ambiental, resultando em uma solução digital adequada ao contexto educacional investigado.

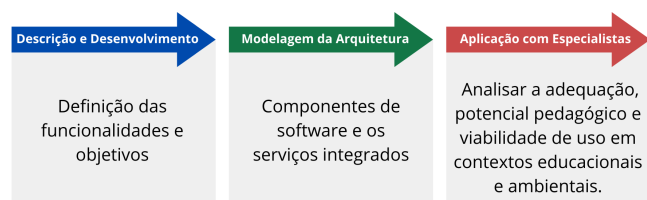


Figura 1: Etapas metodológicas da pesquisa

A metodologia adotada compreendeu três etapas principais: (i) a descrição e o desenvolvimento da ferramenta FloraTrack, com definição de suas funcionalidades e objetivos; (ii) a modelagem da arquitetura tecnológica, contemplando os componentes de software e os serviços integrados; e (iii) a aplicação da ferramenta com especialistas da área, visando analisar sua adequação, potencial pedagógico e viabilidade de uso em contextos educacionais e ambientais. Cada uma dessas etapas serão descritas nos próximos tópicos.

4.1 Descrição do FloraTrack

O aplicativo foi projetado para uso em atividades de campo, permitindo que usuários identifiquem espécies vegetais, registrem informações associadas e consultem dados de forma integrada ao espaço físico em que os espécimes se encontram.

A principal funcionalidade do aplicativo é a identificação de espécies vegetais, que pode ocorrer de duas formas. Na identificação automática, o usuário captura uma imagem da planta por meio da câmera do dispositivo ou seleciona uma imagem da galeria, acionando o processo de reconhecimento por imagem.

O sistema retorna o nome popular e científico da espécie, acompanhado de um nível de confiança da identificação. Caso a confiança seja considerada baixa, o aplicativo informa que a espécie não pôde ser identificada, evitando registros imprecisos. Alternativamente, o aplicativo permite a identificação por QR Code, em que o usuário escaneia um código previamente associado a um espécime físico, garantindo o acesso direto e confiável às informações cadastradas da planta.

Após a identificação, o usuário pode adicionar a espécie ao inventário, que constitui um registro individual das plantas associadas ao dispositivo do usuário. O inventário é organizado em categorias, distinguindo espécies identificadas automaticamente daquelas adicionadas manualmente. Para cada registro, é possível armazenar informações como nome da espécie, imagem, localização geográfica e data de registro. O aplicativo também permite a exclusão de

registros, possibilitando que o inventário seja gerenciado conforme a necessidade do usuário ou da atividade pedagógica.

Outra funcionalidade central do FloraTrack é a visualização geográfica das espécies por meio de um mapa interativo. O aplicativo utiliza o georreferenciamento do dispositivo para registrar a localização das plantas e exibi-las em formato de marcadores no mapa. Essa funcionalidade foi concebida especialmente para atividades educacionais em campo, permitindo que estudantes e educadores visualizem a distribuição espacial das espécies registradas e explorem o ambiente como um espaço de aprendizagem contextualizada.

De forma complementar, o aplicativo disponibiliza telas informativas sobre o projeto e integra os diferentes fluxos de uso em uma interface única e intuitiva. Assim, o FloraTrack funciona como uma ferramenta de apoio à educação ambiental, promovendo o acesso organizado às informações botânicas e incentivando a interação direta entre usuários, tecnologia digital e o ambiente natural. A Figura 2 apresenta algumas telas do FloraTrack.

4.2 Tecnologias Utilizadas

O FloraTrack foi desenvolvido a partir da integração de tecnologias móveis, serviços em nuvem e técnicas de aprendizado de máquina, visando suportar o uso em atividades de campo e o gerenciamento de um inventário arbóreo digital.

A aplicação móvel foi implementada utilizando um *framework* multiplataforma, permitindo sua execução em diferentes sistemas operacionais e garantindo mobilidade, acesso à câmera do dispositivo, leitura de *QR Codes* e uso de sensores de geolocalização. Essa camada é responsável pela interação com o usuário, captura de imagens, visualização das informações botânicas e apresentação do inventário associado ao dispositivo.

No lado servidor, o sistema utiliza um *back-end* desenvolvido em *Python*, estruturado como uma API web responsável pelo processamento das imagens enviadas pelo aplicativo e pela comunicação com os serviços externos. O reconhecimento das espécies vegetais é realizado por meio de um modelo de aprendizado de máquina treinado com *TensorFlow/Keras*, baseado na arquitetura *MobileNetV2*, escolhida por sua eficiência e adequação a aplicações móveis. Para execução em produção, o modelo foi convertido para o formato *TensorFlow Lite*, reduzindo o custo computacional e permitindo inferências mais rápidas. O *back-end* é hospedado em um serviço de nuvem, garantindo disponibilidade contínua para uso em atividades educacionais em campo.

Complementarmente, o FloraTrack integra serviços de armazenamento e persistência de dados em nuvem. As imagens capturadas são armazenadas em um serviço de gerenciamento de mídia, que gera URLs públicas utilizadas pelo aplicativo, enquanto dados textuais, metadados das espécies, registros do inventário e informações geográficas são mantidos em um banco de dados em tempo real. Essa infraestrutura permite sincronização e organização dos dados, além de suportar funcionalidades como leitura de *QR Code*, visualização georreferenciada das espécies e atualização do inventário arbóreo digital.

4.3 Arquitetura da Ferramenta

A arquitetura do FloraTrack foi estruturada segundo uma abordagem em camadas, com o objetivo de promover separação de responsabilidades, facilitar a manutenção e permitir a evolução do

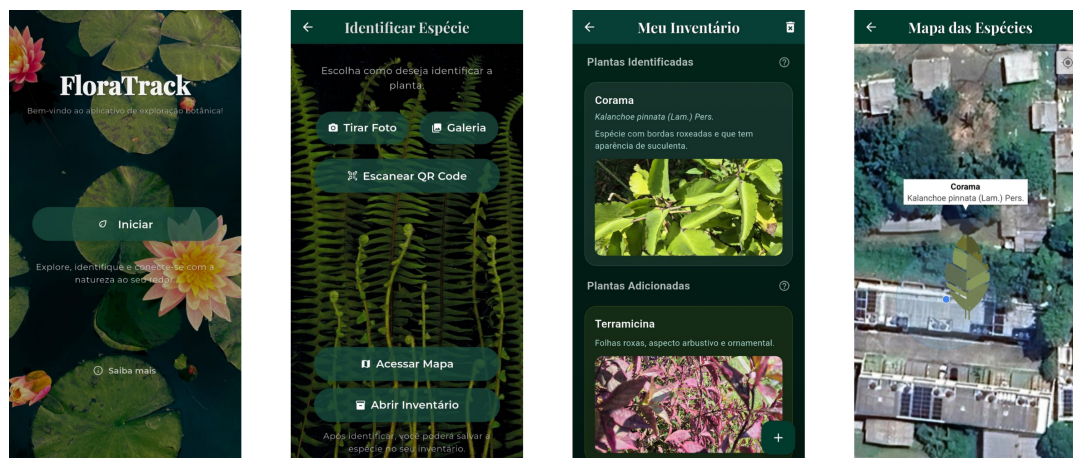


Figura 2: Telas do FloraTrack

sistema. Conforme ilustrado na Figura 3, a solução é organizada em quatro camadas principais: apresentação, aplicação, serviços e integração, e infraestrutura. Essa organização arquitetural permite que as funcionalidades do aplicativo sejam distribuídas de forma clara, reduzindo o acoplamento entre componentes e favorecendo a escalabilidade da ferramenta.

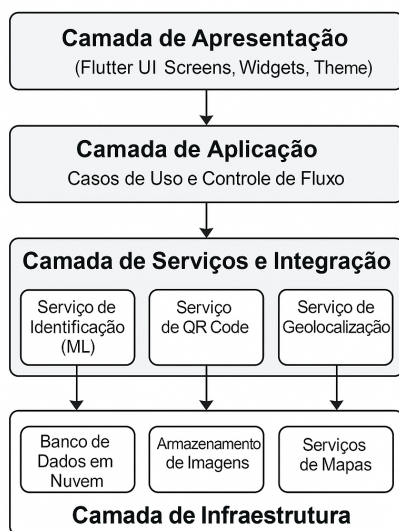


Figura 3: Arquitetura da Ferramenta

A camada de apresentação é responsável pela interação direta com o usuário e compreende as interfaces desenvolvidas em Flutter, incluindo telas, componentes visuais e temas. Essa camada concentra exclusivamente elementos de interface, como os fluxos de navegação, formulários de identificação, visualização do inventário e acesso ao mapa, não incorporando regras de negócio ou acesso direto aos dados persistentes. As interações iniciadas nessa camada são encaminhadas à camada de aplicação, que coordena o comportamento do sistema.

A camada de aplicação atua como intermediária entre a interface e os serviços, sendo responsável pelo controle dos fluxos de uso e pela orquestração das funcionalidades do sistema. Nessa camada são definidos os casos de uso, como identificação de espécies, validação dos resultados, registro no inventário e consulta às informações georreferenciadas. Essa separação garante que a lógica de funcionamento do aplicativo permaneça independente da interface gráfica, facilitando ajustes e extensões futuras.

A camada de serviços e integração concentra os módulos responsáveis pela comunicação com recursos externos e pelo processamento das funcionalidades especializadas do sistema. Essa camada inclui serviços de identificação de espécies por aprendizado de máquina, leitura de *QR Codes* e captura de dados de geolocalização. Esses serviços encapsulam as operações específicas e fornecem resultados padronizados para a camada de aplicação, contribuindo para uma arquitetura desacoplada e organizada.

Por fim, a camada de infraestrutura provê os recursos necessários para a persistência e disponibilização dos dados. Essa camada engloba o banco de dados em nuvem, o armazenamento das imagens capturadas pelo aplicativo e os serviços de mapas utilizados para a visualização espacial das espécies. A centralização desses recursos em infraestrutura de nuvem garante disponibilidade, sincronização dos dados e suporte ao uso do FloraTrack em atividades de campo e em diferentes contextos educacionais.

4.4 Aplicação com Especialistas

Após o desenvolvimento da ferramenta, o FloraTrack foi aplicado em um contexto educacional com a participação de especialistas da área, incluindo profissionais com experiência em educação ambiental, botânica e áreas afins, no total 18 especialistas participaram da avaliação da ferramenta.

A aplicação teve como objetivo analisar a adequação da ferramenta quanto ao seu potencial de uso pedagógico, à clareza das informações apresentadas e à viabilidade de sua utilização em atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Os especialistas utilizaram a ferramenta em atividades práticas de campo, explorando suas funcionalidades de identificação, consulta e visualização das espécies vegetais. Durante a aplicação, os

participantes realizaram interações diretas com o aplicativo, como identificação de espécies por imagem e QR Code, registro no inventário arbóreo e visualização georreferenciada das plantas.

Para a avaliação da usabilidade do FloraTrack, foi aplicado o *System Usability Scale* (SUS), um instrumento padronizado amplamente utilizado para mensurar a percepção dos usuários quanto à facilidade de uso de sistemas interativos [24, 26]. A aplicação do SUS ocorreu após o uso da ferramenta pelos especialistas, complementando as observações qualitativas realizadas durante as atividades.

5 Resultados e Discussões

5.1 Resultados Quantitativos

A usabilidade do FloraTrack foi avaliada por meio do *System Usability Scale* (SUS), conforme proposto por Brook [28], com a participação de 18 especialistas. A Figura 4 apresenta as pontuações individuais atribuídas pelos participantes, bem como o valor de referência de aceitabilidade (68) e a média geral obtida.

Os resultados indicam que todas as pontuações individuais ficaram acima do limiar de aceitabilidade estabelecido na literatura, variando entre 75 e 90 pontos. A média geral obtida foi de aproximadamente 84,4, valor que, segundo a interpretação proposta por Sauro e Lewis [26], corresponde a um nível de usabilidade classificado entre *bom* e *excelente*. Esses valores sugerem que o FloraTrack apresenta uma interface consistente e adequada ao perfil dos especialistas envolvidos, mesmo considerando o uso em ambiente real e em atividades de campo.

Observa-se que a maior parte das avaliações concentrou-se na faixa entre 82,5 e 90 pontos, indicando uma percepção relativamente homogênea da usabilidade da ferramenta. Avaliações mais elevadas foram atribuídas por especialistas que relataram facilidade na navegação entre as telas, clareza na apresentação das informações botânicas e compreensão imediata das funcionalidades centrais do aplicativo. As pontuações mais baixas, ainda assim acima do valor de referência, indicam oportunidades de refinamento pontual, sem comprometer a aceitabilidade geral da solução.

5.2 Discussão

A análise qualitativa das percepções dos especialistas complementa os resultados quantitativos do SUS, permitindo compreender de forma mais aprofundada os fatores que influenciaram as avaliações atribuídas. De modo geral, os participantes destacaram positivamente a organização da interface, a integração entre identificação, inventário e mapa, e o potencial pedagógico da ferramenta para atividades de educação ambiental.

Alguns especialistas relataram experiências particularmente positivas. Por exemplo, o especialista identificado como UI4, que atribuiu uma pontuação elevada, destacou que a navegação entre as funcionalidades foi intuitiva e que a identificação por QR Code facilitou o acesso rápido às informações das espécies em campo, reduzindo a necessidade de mediação externa. De forma semelhante, UI6 e UI10 enfatizaram que a visualização georreferenciada das espécies contribuiu para uma melhor compreensão da distribuição espacial da vegetação, reforçando o uso do ambiente físico como espaço de aprendizagem.

Por outro lado, especialistas que atribuíram pontuações mais moderadas apontaram aspectos passíveis de aprimoramento. O participante UI8, por exemplo, mencionou que o tempo de resposta durante a identificação automática por imagem poderia ser mais rápido em situações de conectividade limitada. Já o especialista UI11 destacou a necessidade de mensagens de feedback mais explícitas durante o processamento das imagens, a fim de tornar o estado do sistema mais claro para o usuário. Essas observações ajudam a explicar as variações nas pontuações individuais e fornecem subsídios concretos para refinamentos futuros da ferramenta.

Do ponto de vista iterativo, os resultados desta avaliação indicam que o FloraTrack atingiu um nível de maturidade compatível com sistemas interativos bem avaliados em termos de usabilidade. A média elevada do SUS sugere que ajustes realizados ao longo do processo de desenvolvimento contribuíram para aprimorar a experiência do usuário, reforçando uma abordagem iterativa de design e avaliação.

Assim, a integração entre os resultados quantitativos do SUS e as percepções qualitativas dos especialistas permite afirmar que o FloraTrack apresenta usabilidade adequada e potencial pedagógico consistente para apoiar atividades de ensino, pesquisa e extensão em educação ambiental.

6 Conclusão

Este estudo investigou de que forma tecnologias digitais móveis podem contribuir para a realização e o uso pedagógico de inventários arbóreos em ambientes educacionais, apoiando a educação ambiental de maneira contextualizada e interativa.

Os resultados obtidos indicam que ferramentas móveis, como o FloraTrack, possibilitam a integração direta entre o ambiente físico e os recursos digitais, permitindo que o inventário arbóreo deixe de ser apenas um registro técnico e passe a atuar como um recurso pedagógico ativo. Por meio de funcionalidades a tecnologia móvel favorece práticas educativas baseadas na exploração do espaço, na observação em campo e na interação com informações contextualizadas, ampliando o engajamento e a compreensão dos conteúdos relacionados à educação ambiental.

Como contribuição, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a validação inicial do FloraTrack como uma solução digital que articula tecnologias móveis, inventário arbóreo e práticas pedagógicas, ampliando o repertório de ferramentas voltadas à educação ambiental em contextos educacionais.

Entre as limitações da pesquisa, ressalta-se o número restrito de participantes e o foco inicial na avaliação com especialistas, o que limita a generalização dos resultados para outros públicos. Como trabalhos futuros, propõe-se a aplicação da ferramenta com estudantes de diferentes níveis de ensino, a realização de estudos longitudinais para avaliar impactos educacionais, e a ampliação das funcionalidades do sistema, como suporte ao uso offline e recursos de acompanhamento pedagógico.

7 Agradecimentos

Agradecemos ao grupo de pesquisa TechThinkers pelo apoio, colaboração e incentivo ao desenvolvimento desta pesquisa. Também expressamos nossa gratidão ao Instituto Federal do Amazonas (IFAM), em especial ao Campus Manaus Zona Leste, pelo apoio

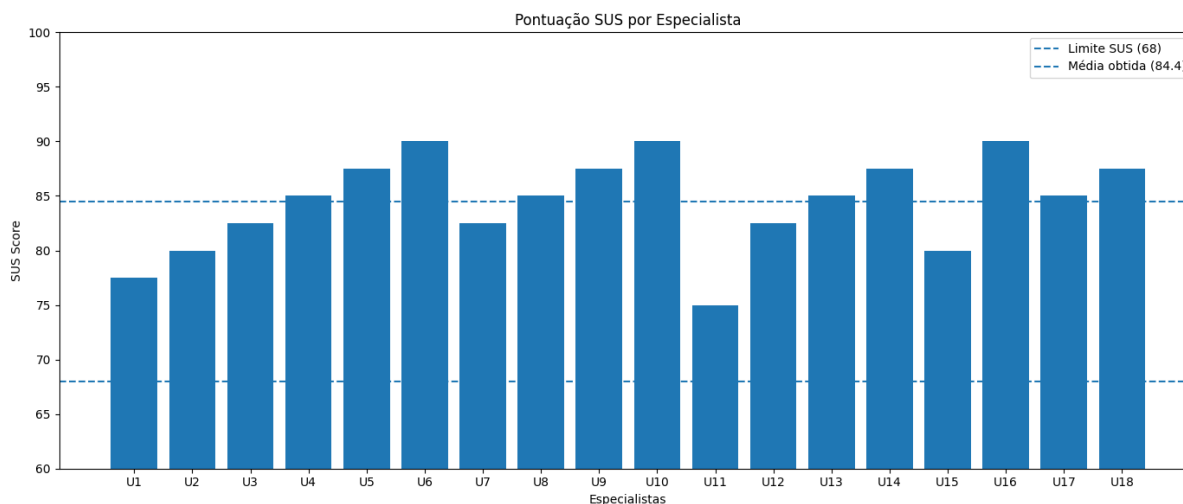


Figura 4: Distribuição dos Scores SUS

institucional e pelos incentivos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Referências

- [1] José Gomes Ferreira. Ambiente e sociedade. contingência e resposta à crise ambiental. *Socioeconomia do meio ambiente e política ambiental, Rio de Janeiro: Letra Capital*, pages 15–40, 2022.
- [2] Maria Losângela Martins de Sousa Martins, Vlândia Pinto Vidal de Oliveira, Anny Catarina Nobre de Souza, Sérgio Domiciano Gomes de Souza, et al. A relação sociedade e natureza e a importância da educação ambiental para o semiárido brasileiro: uma proposta para o ensino superior de geografia. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 39(Especial):197–217, 2022.
- [3] Thayanna Maria Medeiros Santos and Bartolomeu Israel de Souza. Sociedade e natureza: interpretações, reflexos na educação ambiental no brasil e a necessidade do devir. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 16(4):267–286, 2021.
- [4] Christiano Nogueira. Contribuições para a educação ambiental crítica. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 18(3):156–171, 2023.
- [5] Othávio Henrique Queiroz de Sousa, Ana Paula de Melo, Silva Vaz, Ezequiel Viera dos Santos, and Nathália Nunes Szepainski. Inventário arbóreo e percepção da população sobre a arborização urbana na cidade de balsas-ma. *Research, Society and Development*, 10(7):e11710716285–e11710716285, 2021.
- [6] Sandra Monteiro Ferraz Morais, Allan Arantes Pereira, and Ulisses Ferreira de Oliveira. Inventário florestal urbano do município de botelhos, mg. *Ciência Florestal*, 34(1):e71628, 2024.
- [7] Marcos Antonio Negreiros Dias, Jussara Rocha dos Santos Luiz, Ludmilla Morais Pereira, Lucas dos Santos Barbosa Marinho, Savanna Alice Botelho da Silva, Paulo Sérgio Rocha Lima, Ana Débora Ribeiro Cardoso Gusmão, and André Ferreira dos Santos. Arborização escolar como instrumento de educação ambiental: estudo da percepção de professores e alunos do colégio militar de gurupi-to. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 18(3):40, 2025.
- [8] Bruna Alves da Silva, Railton Morais Oliveira, Argel Costa Souza, Joabel Raabe, Michael Douglas Roque Lima, and Naize Santos Alves. Educação ambiental em espaços urbanos: Uma experiência extensionista com uso de qr codes na arborização pública. *Revista Conexão UEPG*, 21(1):01–17, 2025.
- [9] Cristiani Soeiro Vieira Portes, Francisco da Conceição Vaz, Guilherme Gabler Cazeli, Herberth Gomes Ferreira, Maria Fabricia Alves Mota, Rosnele Córdova Armstrong Maciel, Thais Sossai Freitas, and Washington Luiz da Silva. O papel das tecnologias digitais na formação de professores oportunidades e desafios dos ambientes virtuais de aprendizagem. *ARACÊ*, 6(3):9302–9316, 2024.
- [10] Kadhiny Policarpo and Juliana Cristina Faggion Bergmann. Aplicativos móveis como recursos didáticos digitais: um mapeamento na educação formal. *Texto Livre*, 14:e24923, 2021.
- [11] Edvaldo Souza Couto. *Ler e escrever na cultura digital: rotas, nexos e redes móveis*. Universidade de Passo Fundo, 2016.
- [12] John Traxler. *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Athabasca University, 2010.
- [13] Débora Nice Ferrari Barbosa, Patrícia B. S. Bassani, R. L. Martins, J. B. Mossmann, and Jorge L. V. Barbosa. Using mobile learning in formal and non-formal educational settings. In *Lecture Notes in Computer Science*, pages 269–280. Springer, 2016.
- [14] Débora Nice Ferrari Barbosa and Jorge Luiz Victória Barbosa. *Aprendizagem com mobilidade e aprendizagem ubíqua*. SBC, 2019.
- [15] Handherson Leylton Costa Damasceno and Barbara Coelho Neves. Tecnologias móveis na educação: Um projeto com tablets na escola pública. *Contexto & Educação*, 36(113):267–281, 2021. doi: 10.21527/2179-1309.2021.113.267-281.
- [16] Jeffrey Ertzberger and Florence Martin. Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology. *Computers & Education*, 68: 76–85, 2013.
- [17] Johnny Félix Farfán Pimentel, Raúl Delgado Arenas, and Diana Eulogia Farfán Pimentel. Educação ambiental, currículo, estratégias e políticas para a sustentabilidade: uma revisão sistemática. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 8(23):576–592, 2024.
- [18] Hugo Salas-Canales. Educación ambiental y su contribución al cuidado y protección del ecosistema. *Fides et Ratio*, 21(21):229–246, 2021.
- [19] H. Villanueva, O. Medina, and A. Sánchez. Estudio documental: importancia de la educación ambiental en la educación básica. *Revista Iberoamericana Ambiente y Sustentabilidad*, 3(1):6–14, 2020. doi: 10.46380/rias.v3i1.4.
- [20] D. Márquez, A. Hernández, L. Márquez, and M. Casas. La educación ambiental: evolución conceptual y metodológica hacia los objetivos del desarrollo sostenible. *Universidad y Sociedad*, 13(2):301–310, 2021.
- [21] Rodolfo Costa, Antonio Santos, and Cynthia Santiago. Análise de usabilidade do sistema q-acadêmico utilizando o método system usability scale (sus): Um estudo de caso. In *Anais do XIV Encontro Unificado de Computação do Piauí e XI Simpósio de Sistemas de Informação*, pages 231–238, Porto Alegre, RS, Brasil, 2021. SBC. doi: 10.5753/enucompi.2021.17776. URL <https://sol.sbc.org.br/index.php/enucompi/article/view/17776>.
- [22] International Organization for Standardization. Iso 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, 1998.
- [23] John Brooke. Sus: A quick and dirty usability scale. In *Usability Evaluation in Industry*. 1996.
- [24] Kraig Finstad. The usability metric for user experience. Technical report, Intel Corporation, 2010.
- [25] Aaron Bangor, Philip Kortum, and James Miller. An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2008.
- [26] Jeff Sauro and James R. Lewis. *Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research*. Morgan Kaufmann, 2012.
- [27] Ketileen Grala, Vanessa Rosseto, Rennata Oliveira Rodrigues, Marcio Marques Martins, Norton Victor Sampaio, and Tanira Maria Gimenez Sampaio. O uso do qr code para uma gestão inclusiva na arborização urbana de bagé, rs. *Interações (Campo Grande)*, 23(3):759–775, 2022.
- [28] J. Brook. A “quick and dirty” usability scale. *Usability Evaluation in Industry*. 1996.